

# **Modulhandbuch des Studiengangs**

## **Informatik (Master of Science)**

**an der  
Universität der Bundeswehr München**

**(Version 2022)**

Stand: 04. November 2021

# Inhaltsverzeichnis

## **Pflichtmodule - INF 2022**

1531	Simulation.....	5
3491	Algorithmen und Komplexität.....	7

## **Überkonto Wahlpflicht - INF 2022**

### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Theoretische Informatik - INF 2022**

1037	Informations- und Codierungstheorie.....	9
1038	Logik und Semantik.....	11
1163	Praxisprojekt.....	13
1195	Algorithmische Geometrie.....	15
1196	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie.....	17
1198	Berechenbarkeit.....	19
1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I).....	21
1517	Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert).....	24
1518	Formale Entwicklung korrekter Software.....	27
1523	Reelle Berechenbarkeit.....	29

### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Software- und Informationsmanagement - INF 2022**

1034	Softwareentwicklungsumgebungen.....	31
1144	Knowledge Discovery in Big Data.....	33
1156	Entwicklung von Geschäftsmodellen.....	36
1163	Praxisprojekt.....	38
1164	Rechnergestützte Gruppenarbeit.....	40
1165	Rechtsfragen der Informatik.....	42
1167	Mensch-Computer-Interaktion.....	43
1189	Visuelle Sprachen und Umgebungen.....	45
1190	Web Technologies.....	47
1362	Innovationsmanagement Digitaler Medien.....	48
1398	Middleware und mobile Cloud Computing.....	49
1517	Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert).....	52
1518	Formale Entwicklung korrekter Software.....	55
3647	Compilerbau.....	57
3648	Compilerbau (erweitert).....	58
3850	Natural Language Processing.....	60
3851	Information Retrieval.....	62

### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Technische Informatik - INF 2022**

1010	Cyber Defense.....	64
------	--------------------	----

1031	Rechnersysteme.....	68
1032	Analytische Modelle.....	71
1033	Simulationstechnik.....	73
1093	Internet der Dinge (IoT).....	75
1157	Verteilte Systeme.....	77
1163	Praxisprojekt.....	79
1197	Rechnernetze.....	81
2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization.....	83
5505	Systemsicherheit.....	85

#### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Informationstechnik in Organisationen - INF 2022**

1008	Einführung in das Industrial Engineering.....	87
1047	IT-Management.....	89
1156	Entwicklung von Geschäftsmodellen.....	91
1163	Praxisprojekt.....	93
1164	Rechnergestützte Gruppenarbeit.....	95
1165	Rechtsfragen der Informatik.....	97
1169	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte.....	98
1170	Projektmanagement INF.....	101
1171	Prozessmanagement und Engineering Standards.....	103
1398	Middleware und mobile Cloud Computing.....	105
1507	Enterprise Architecture und IT Service Management.....	108

#### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Geoinformatik - INF 2022**

1147	Fernerkundung.....	111
1149	Geoinformatik Seminar.....	113
1150	Geoinformatik und Visual Computing.....	114
1152	Visual Computing (erweitert).....	116
1163	Praxisprojekt.....	119
1489	Visual Computing.....	121
1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I).....	123
2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization.....	126
3446	Fernerkundung (erweitert).....	128
3447	Advanced Visual Computing.....	131

#### **Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Modellierung, Operations Research, Simulation und Experimentation - INF 2022**

1032	Analytische Modelle.....	134
1033	Simulationstechnik.....	136
1163	Praxisprojekt.....	138
1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I).....	140
2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization.....	143

3579	Digital und Serious Games.....	145
<b>Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022</b>		
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	148
1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	150
1295	Globale Optimierung.....	152
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	153
1366	Explorative Statistik.....	154
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	156
3684	MATLAB essentials.....	159
6050	Signalverarbeitung.....	161
6054	Digitale Bildverarbeitung.....	163
6059	Integrierte Schaltungen.....	165
6060	Digitale Filter und Array Processing.....	167
6061	Methoden der Künstlichen Intelligenz.....	170
6067	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	173
<b>Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022</b>		
1152	Visual Computing (erweitert).....	176
1211	Algorithmen in der Mathematik.....	179
1231	Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung.....	181
1232	System Analysis and Concept Development und Experimentation (ORMS III).....	183
1489	Visual Computing.....	185
1513	Numerische Mathematik.....	187
2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization.....	189
3447	Advanced Visual Computing.....	191
<b>Seminar - INF 2022</b>		
1009	Seminar modul.....	194
<b>Masterarbeit - INF 2022</b>		
1142	Masterarbeit INF.....	196
<b>Verpflichtendes Begleitstudium plus</b>		
1008	Seminar studium plus, Training.....	197
<b>Übersicht des Studiengangs: Konten und Module.....</b>		<b>200</b>
<b>Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen.....</b>		<b>203</b>



Modulname	Modulnummer
Simulation	1531

Konto	Pflichtmodule - INF 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Oliver Rose	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11433	VÜ	Simulation	Pflicht	3
15312	P	Praktikum Modellbildung und Simulation (klein)	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundlegende Kenntnisse zu Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
Qualifikationsziele
Ziel der Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist es, die Studierenden mit speziellen Techniken der Modellentwicklung und rechnergestützter Simulation vertraut zu machen. Insbesondere sollen sie Studierenden dabei lernen, wie Qualität, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit komplexer Simulationsmodelle durch Auswahl entsprechender Entwurfs- und Testmethoden gewährleistet werden können.
Inhalt
Im Rahmen dieses Moduls werden die Studierenden zunächst anhand von Beispielen in die unterschiedlichen Einsatz- und Anwendungsbereiche der rechnergestützten Simulation eingeführt. Sie sollen dabei die unterschiedlichen, bei Entwurf und Implementierung eines Simulationsmodells zu berücksichtigenden Einfluss-, Steuer und Ausgabeparameter kennenlernen. Im Mittelpunkt dieser Einführung werden des Weiteren Klassifikationen von Anwendungsbereichen und Techniken der rechnergestützten Simulation stehen, mit dem Schwerpunkt auf der diskreten Simulation. Die Studierenden werden danach unterschiedliche Prinzipien von Ablaufsteuerungen, Zufallszahlenerzeugung, Datenerhebung und -auswertung sowie Möglichkeiten und Problematik der Modell-Verifikation und -Validierung kennenlernen. Außerdem werden Chancen, Risiken und Vorgehensweisen von Modellentwurfsprozessen sowie einer komponentenbasierten Modellentwicklung behandelt. Es wird der Einsatz von Modellierungsmethoden und Techniken rechnergestützter Simulation unter besonderen Randbedingungen bzw. für spezielle Verwendungszwecke behandelt. Dabei werden insbesondere die Datenaufbereitung für Simulationsmodelle, die Versuchsplanung bei Simulationsexperimenten und die Auswertung von Simulationsergebnissen betrachtet.

Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung im Rahmen eines exemplarischen Simulationsprojektes zur Anwendung gebracht.
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten zur Vorlesung und schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation für das Praktikum.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit auf dem Gebiet der Modellbildung und Simulation. Da außerdem in nahezu allen Disziplinen zunehmend rechnergestützte Simulation als Hilfsmittel für Analysen und bewertende Untersuchungen eingesetzt wird, erleichtert es den Studierenden bei Auswahl dieses Moduls Einschätzung des Potentials von Simulation und deren Anwendungen in vielen Fachgebieten.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Semester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester. Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Algorithmen und Komplexität</b>	3491

Konto	Pflichtmodule - INF 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Hertling	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
34911	VÜ	Algorithmen und Komplexität	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Die Studierenden sollten Grundkenntnisse in Informatik besitzen, insbesondere schon einige Erfahrung mit Algorithmen haben und die Sprache der Mathematik beherrschen. Nützlich sind außerdem generell Grundkenntnisse zur theoretischen Informatik, wie sie in entsprechenden Modulen im Bachelorstudiengang Informatik vermittelt werden.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen Algorithmen auf ihre Effizienz hinsichtlich Laufzeit und Speicherplatzverbrauch analysieren können. Sie sollen zu in der Praxis auftretenden Berechnungsproblemen effiziente Algorithmen entwerfen können. Schließlich sollen sie die wichtigsten Komplexitätsklassen kennen und mit den Begriffen der Reduktion von Berechnungsproblemen und der Vollständigkeit für eine Komplexitätsklasse vertraut sein, um für Berechnungsprobleme abschätzen zu können, wo diese in der Hierarchie der Komplexitätsklassen einzuordnen sind, das heißt, wieviel Rechenzeit und Speicherplatz man zu ihrer Lösung nach dem derzeitigen Wissensstand in etwa benötigt und welche anderen Probleme in etwa gleich schwer sind.

#### Inhalt

Techniken zur Algorithmenanalyse hinsichtlich Laufzeit und Speicherplatzverbrauch, insbesondere Rekursionsgleichungen. Techniken zum Entwurf von Algorithmen, auch Approximationsalgorithmen, Randomisierung, Heuristiken. Deterministische, nichtdeterministische und probabilistische Komplexitätsklassen, der Reduktionsbegriff für Berechnungsprobleme und die Vollständigkeit von Berechnungsproblemen für Komplexitätsklassen.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Informations- und Codierungstheorie	1037

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Hertling	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
1037	VÜ	Informations- und Codierungstheorie	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung. Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.

#### Inhalt

Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon. Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.

<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Es beginnt immer im Wintertrimester, wird aber nicht in jedem Studienjahr angeboten. Die konkreten Angebotstermine können der Lehrveranstaltungsplanung der Fakultät für Informatik entnommen werden.

Modulname	Modulnummer
Logik und Semantik	1038

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10381	VÜ	Ausgewählte Kapitel der Logik in der Informatik	Wahlpflicht	5
10382	VÜ	Logikprogrammierung	Wahlpflicht	5
10383	VÜ	Semantik von Programmiersprachen	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium Informatik vermittelten Grundkenntnisse und Fertigkeiten in Mathematik und Theoretischer Informatik, insbesondere Mathematischer Logik, sowie Grundkenntnisse in Programmierung.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen sich eingehend mit Anwendungen der Logik in der Informatik befassen. Hierbei sollen sie das Zusammenwirken theoretischer Grundlagen mit einer konkreten programmiersprachlichen Umsetzung bzw. Anwendung in der Theorie der Programmiersprachen oder weiteren Informatik-Fragestellungen erfahren.

Durch die Beschäftigung mit der Logikprogrammierung sollen die Studierenden zum einen ihre Fähigkeit zum Übertragen bekannter Konzepte in neue programmiersprachliche Kontexte verbessern. Zum anderen üben sie die Einarbeitung in eine neue Sprache mit eigenen Konzepten und erhalten einen Überblick über die Besonderheiten der Logikprogrammierung.

In den Veranstaltungen zur Semantik von Programmiersprachen sollen die Studierenden verschiedene Techniken zur Festlegung der Bedeutung von Programmiersprachen erlernen. Sie sollen die Fähigkeit erwerben, Beschreibungen von programmiersprachlichen Konstrukten zu verstehen und selbst neue Sprachkonstrukte formal zu definieren. Ferner sollen die Studierenden Methoden zur Anwendung von Semantikbeschreibungen kennen und nutzen können.

## Inhalt

In Vorlesung und Übung zur Logikprogrammierung lernen die Studierenden dieses Programmierparadigma und die ihm zugrunde liegende Theorie kennen. Themen sind

insbesondere SLD-Resolution als Basis der Auswertung von Logikprogrammen, die Theorie der Herbrand-Modelle, sowie Korrektheit und Vollständigkeit der SLD-Resolution und theoretische Grundlagen von (rein logischem) Prolog. Die Studierenden erhalten ferner eine kurze Einführung in die Programmiersprache Prolog, einschließlich typischer Techniken und Anwendungen. Hier werden auch nicht "rein logische" Sprachmittel vorgestellt und eingesetzt.

In der Vorlesung "Semantik von Programmiersprachen" werden die Studierenden in die drei Hauptrichtungen der Semantik - operationale, denotationale und axiomatische - eingeführt. Im Bereich operationale Semantik wird ihnen sowohl strukturelle operationale Semantik als auch natürliche Semantik vorgestellt. Sie lernen den Begriff der komplementären Definitionen und wesentliche Eigenschaften von Semantikbeschreibungen sowie Methoden für deren Nachweis kennen. Die Semantikfestlegungen werden sowohl für imperative als auch für funktionale Sprachen vorgeführt. Es werden Anwendungen in den Bereichen Übersetzerkorrektheit, statische Programmanalyse und Nachweis von Programm- und Programmierspracheneigenschaften behandelt.

In "Ausgewählte Kapitel der Logik in der Informatik" wird jeweils ein Spezialthema dieses Gebiets behandelt. Exemplarisch seien hier als Möglichkeiten aufgezählt: Termersetzungssysteme, Lambda-Kalkül, Automatisches Beweisen.

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung (30 min) oder Notenschein.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jeweils im Wintertrimester.  
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

#### Sonstige Bemerkungen

Zum Absolvieren des Moduls ist eine der obigen Lehrveranstaltungen (Vorlesung + zugehörige Übung) zu belegen. Jeweils am Ende des Herbsttrimesters wird angekündigt, ob und mit welchen Veranstaltungen das Modul angeboten wird.



Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.
Inhalt
Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.
Leistungsnachweis
Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.
Verwendbarkeit
Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

<p>Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Algorithmische Geometrie</b>	1195

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Mark Minas	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11951	VÜ	Algorithmische Geometrie	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Für den Teil Algorithmische Geometrie werden Grundkenntnisse aus der Analytischen Geometrie sowie Kenntnisse von grundsätzlichen Datenstrukturen und Algorithmen vorausgesetzt.

Zur Vorbereitung kann die folgende Literatur dienen:

- Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars: Computational Geometry - Algorithms and Applications, 3rd edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, DOI: 10.1007/978-3-540-77974-2
- Rolf Klein: Algorithmische Geometrie - Grundlagen, Methoden, Anwendungen, 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005, DOI: 10.1007/3-540-27619-X

#### Qualifikationsziele

Im Algorithmische Geometrie lernen die Studierenden effiziente Lösungsverfahren für grundsätzliche geometrische Probleme kennen, wie sie in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten (z.B. Computergraphik und Bildverarbeitung, Robotik, CAD/CAM, geographische Informationssysteme, kombinatorische Optimierung) vorkommen. Die Studierenden werden damit in die Lage versetzt, solche Probleme in der Praxis zu identifizieren, verschiedene Lösungsverfahren abzuwägen und die effizientesten auszuwählen sowie umzusetzen.

#### Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden umfassende Kenntnisse über Problemstellungen der algorithmischen Geometrie sowie ihrer Lösung mittels effizienten Algorithmen. Behandelt werden dazu Problemstellungen der analytischen Geometrie, z.B. Schnitte geometrischer Objekte, und die Berechnung zusammenhängender Kurven und Flächen aus Punktwolken, z.B. konvexe Hüllen. Vermittelt werden darüber hinaus Verfahren zur Suche in geometrischen Räumen, die exemplarisch an der

Planung kürzester Roboterwege verdeutlicht werden. Viele Anwendungen z.B. in der Computergraphik und der Geoinformatik hat die Segmentierung von Räumen und Sortieren von Objekten, etwa Triangulierungen und die Nutzung mehrdimensionaler Bäume. Außerdem lernen die Studierenden Problemstellungen der linearen Optimierung sowie ihre Lösung z.B. mit inkrementeller linearer Programmierung aus geometrischer Sicht kennen.
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die in dieser Veranstaltung erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten können in der Computergraphik und Bildverarbeitung, Robotik, CAD/CAM, geographische Informationssysteme etc. eingesetzt werden und können u.a. in Veranstaltungen über geographische Informationssysteme und Visuelle Sprachen und Umgebungen genutzt werden.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie</b>	1196

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Hertling	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11961	VL	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Pflicht	3
11962	UE	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Komplexitätstheorie, wie sie z.B. im Modul Algorithmen und Komplexität vermittelt werden, sowie Grundkenntnisse in Mathematik und über Algorithmen.

## Qualifikationsziele

Die Fähigkeiten der Studierenden, die Schwierigkeit von Berechnungsproblemen aus der Praxis abzuschätzen, werden erheblich erweitert. Dazu lernen sie verschiedene Komplexitätsbegriffe aus unterschiedlichen Gebieten der Informatik und neue Werkzeuge zum Vergleich der Komplexität unterschiedlicher Probleme miteinander kennen. Sie beschäftigen sich mit interaktiven Protokollen, die in einer vernetzten Welt immer wichtiger werden, und mit einem bedeutenden komplexitätstheoretischen Resultat jüngerer Datums, das es ihnen erlaubt, auch die Schwierigkeit von Optimierungsproblemen besser zu beurteilen.

## Inhalt

Einerseits soll in diesem Modul die bereits im Modul Algorithmen und Komplexität entwickelte Theorie für die Komplexität von Entscheidungsproblemen vertieft und verfeinert werden. Stichworte sind Berechnungen mit Orakeln und die polynomielle Hierarchie. Diagonalisierungstechniken zur Separierung von Komplexitätsklassen werden diskutiert. Kolmogorovkomplexität als Maß für die Komprimierbarkeit von Objekten wird behandelt und der Begriff unter anderem auf K-triviale Mengen angewendet. Zuletzt werden moderne Entwicklungen in der Komplexitätstheorie behandelt: Interaktive Beweissysteme und das PCP-Theorem, ein wichtiges Ergebnis über die Schwierigkeit von Approximationslösungen von Optimierungsproblemen.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Es wird nicht in jedem Studienjahr angeboten. Die konkreten Angebotstermine können der Lehrveranstaltungsplanung der Fakultät für Informatik entnommen werden.

Modulname	Modulnummer
Berechenbarkeit	1198

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Vasco Brattka	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11981	VÜ	Berechenbarkeit	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Berechenbarkeit, wie sie z.B. im Modul "Grundlagen der Berechenbarkeit" vermittelt werden, und Grundkenntnisse über Algorithmen und Logik.

#### Qualifikationsziele

Die Berechenbarkeitstheorie beschäftigt sich mit der Frage, welche Berechnungsprobleme grundsätzlich mit Hilfe eines Computers gelöst werden können und welche nicht. Die Studierenden sollen zuerst lernen, wie man aufbauend auf den Berechenbarkeitsbegriffen für natürliche Zahlen oder endliche Wörter, die aus der Vorlesung Grundlagen der Berechenbarkeit bekannt sind, auch die Lösbarkeit von Problemen untersuchen kann, die über anderen Strukturen definiert sind. Zum Beispiel sollen sie einige berühmte Unlösbarkeitsaussagen aus der mathematischen Logik kennenlernen. Die Studierenden sollen auch befähigt werden, Berechnungsprobleme nach ihrem Schwierigkeitsgrad zu vergleichen und zu klassifizieren. Schließlich sollen sie lernen, wie man auch Probleme des numerischen Rechnens, d.h. des Rechnens mit reellen Zahlen, mit Hilfe der Berechenbarkeitstheorie analysieren kann.

#### Inhalt

In der Vorlesung Grundlagen der Berechenbarkeit wurde Berechenbarkeit über natürlichen Zahlen und endlichen Wörtern betrachtet. Diese Theorie soll einerseits ausgebaut werden, andererseits soll die Berechenbarkeitstheorie auf andere informatiknahe Disziplinen angewandt werden. So sollen einige berühmte Sätze der mathematischen Logik behandelt werden, die mit Hilfe von Berechenbarkeitstheorie hergeleitet werden. Weitere Themen sind das Rechnen mit Orakeln, i.e., mit Bitströmen, die arithmetische Hierarchie und die Berechenbarkeitstheorie für das Rechnen mit reellen Zahlen.

<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Fach Theoretische Informatik gewählt werden. Die im Modul vermittelten Kenntnisse sind wesentlich für ein Verständnis der Schwierigkeit von Berechnungs- oder Entscheidungsproblemen aus Gebieten wie der Logik, der Programmierung, der Verifikation, des numerischen Rechnens und der Computerarithmetik.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.



Modulname	Modulnummer
<b>Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)</b>	1490

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
12325	P	Praktikum Operations Research - Entscheidungsunterstützung II	Wahlpflicht	3
12326	SE	Seminar Ausgewählte Kapitel des Operations Research II	Wahlpflicht	3
14901	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie	Pflicht	3
149010	VÜ	Spieltheorie: Einführung in die mathematische Theorie strategischer Spiele	Wahlpflicht	3
149014	B	Geschichte des Operations Research	Wahlpflicht	3
14902	VÜ	Diskrete Optimierung	Wahlpflicht	3
14904	VÜ	Scheduling	Wahlpflicht	3
14905	VÜ	Schwarmbasierte Verfahren	Wahlpflicht	3
14906	VÜ	Soft Computing A: Management Science and Complex System Analysis - System Dynamics and Strategic Planning	Wahlpflicht	3
14907	VÜ	Soft Computing B: Fuzzy Systems - Network Operations	Wahlpflicht	3
14908	VÜ	Soft Computing C: Natural Computing - Evolutionary Algorithms	Wahlpflicht	3
14909	VÜ	Soft Computing D: Neural Networks and Network Analysis	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Qualifikationsziele
Studierende sollen in die Lage versetzt werden, Probleme im Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des

strategischen Managements als Operations Research zugehörige Probleme zu identifizieren und mit geeigneten Modellen und Lösungsverfahren zu behandeln.

Es ist das Ziel dieses Moduls, dass die Studierenden sicher mit den Standard Verfahren des Operations Research und der Computational Intelligence umgehen können. Im Rahmen des heutigen unterstützenden Rechnereinsatzes sollen Sie in der Lage sein, zukünftige Potentiale zu erkennen und damit verbundene Komplexitätsaspekte im Rahmen eines modernen Komplexitätsmanagements mit Methoden des Soft Computing kompetent zu behandeln.

#### Inhalt

Die Veranstaltung führt in das weite fachliche Gebiet des Operations Research ein. Der quantitativen Beschreibung und Lösung von komplexen Entscheidungsproblemen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu (Operations Research im engeren Sinne). Ferner wird auf die Entwicklung von algorithmischen Verfahren und Lösungsstrategien großen Wert gelegt (im Rahmen einer anwendungsbetonten Mathematischen Programmierung/ Computational Intelligence). Die behandelten Modelle und Verfahren werden exemplarisch aus dem Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des strategischen Managements gewählt werden.

Das Gebiet "Computational Intelligence" umfasst Methoden der sogenannten subsymbolischen Informationsverarbeitung. Auch wenn derzeit noch keine allgemeingültige genaue wissenschaftliche Definition dieses Begriffes existiert, so dient er dazu, die Gebiete "Evolutionary Computation", "Fuzzy Computation" und "Neural Computation" zusammenzufassen. "Computational Intelligence" betont zum einen den algorithmischen Aspekt und zum anderen die Fundierung im Bereich der künstlichen Intelligenz, der Entscheidungstheorie und der multikriteriellen Optimierung.

Im Zentrum dieses Moduls steht die Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen über die in diesen Bereichen angewendeten relevanten Algorithmen, Heuristiken und Methoden. Die praktischen Bezüge reichen von den Bereichen "Business Intelligence/Optimization" und "Experimental Design" (z.B. im Bereich einer vernetzten Operationsführung) bis hin zum "Algorithmic Engineering".

Eine inhaltliche Auswahl besteht aus folgenden Elementen: Einführung in die Problemstellung und Lösungsmethoden der allgemeinen Unternehmensforschung (inklusive Operations Management), Klassische Optimierungsverfahren (lineare, nichtlineare, dynamische und diskrete Optimierung, Spieltheoretische Modelle und Verfahren, Mathematische Programmierung, Theorie dynamischer und stochastischer Prozesse, Ausblick auf aktuelle Probleme der Logistik, Steuerung und Netzwerktheorie und Soft Computing).

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min oder Notenschein. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 bis 3 Trimester. Es wird nicht regelmäßig angeboten.

Sonstige Bemerkungen

Neben der Pflichtveranstaltung "Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie" müssen zwei Lehrveranstaltungen mit Übungen im Umfang von je 3 TWS besucht werden.

Modulname	Modulnummer
Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)	1517

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	120	240	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15171	VÜ	Entwurf Verteilter Systeme	Wahlpflicht	5
15172	VÜ	Methoden und Werkzeuge	Wahlpflicht	5
15173	P	Modulprojekt	Wahlpflicht	4
15174	VÜ	Spezifikation	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>10</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Fertigkeiten in diskreter Modellierung (elementare Logik und Mengenlehre), systematischer Programmentwicklung und Theoretischer Informatik. Für den "Entwurf verteilter Systeme" wird darüber hinaus Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und dem Entwurf von Rechen- und Kommunikationssystemen erwartet.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die formale Entwicklung korrekter Software, von der Spezifikation bis hin zum Entwurf verteilter Systeme. Sie erwerben die Kompetenz, diese im Entwurfsprozess gewinnbringend einzusetzen, d.h. einschlägige Verfahren und Werkzeuge auszuwählen und effizient anzuwenden.

## Inhalt

Ein Schwerpunkt der Vorlesung "Spezifikation" sind abstrakte Datentypen, bei denen sowohl die initiale Semantik, als auch lose Spezifikationen behandelt werden. Den Studierenden werden Ansätze zur Strukturierung und zum schrittweisen Aufbau von Spezifikationen vorgestellt. Sie sehen Beispiele für die schrittweise Entwicklung von programmnahe aus rein deskriptiven Spezifikationen. Sie lernen die Kernbegriffe Verfeinerung, Erweiterung und abstrakte Implementierung kennen und deren Rolle bei der Entwicklung von Spezifikationen. Beispiele sind u.a. den Bereichen Spezifikation komplexer Datenstrukturen und zustandsorientierte Spezifikation sequentieller Systeme entnommen. Den Abschluss bildet eine kurze Einführung in die temporale Spezifikation nebenläufiger Systeme.

In der Vorlesung "Entwurf verteilter Systeme" werden formale Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe die Struktur und das dynamische Verhalten von komplexen verteilten (oder allgemeiner ausgedrückt: nebenläufigen) Systemen spezifiziert werden kann. Wir behandeln insbesondere die beiden Spezifikationsformalismen Petrinetze und Prozessalgebren, und diskutieren ihre mathematischen Eigenschaften und die darauf aufbauenden Analyseverfahren.

Weiterhin behandeln wir die Frage nach der Formalisierung von Anforderungen an ein solches verteiltes System, wobei sich temporale Logiken als wertvolle Hilfsmittel erweisen. Es wird gezeigt, wie man mit der Methode des Model Checking komplexe, temporal spezifizierte Anforderungen automatisch überprüfen kann.

Neben den Verifikationsalgorithmen für die weit verbreitete Logik CTL werden Erweiterungen in Richtung von Realzeiteigenschaften angesprochen. In den Übungen erhalten die Studierenden auch Gelegenheit, entsprechende Software-Werkzeuge kennenzulernen und selbst zu erproben.

Die Vorlesung "Methoden und Werkzeuge" macht die Studierenden mit Systemen zur modellbasierten Spezifikation von Software (wie JCL, OCL und Z) bekannt. Fallstudien werden vorgestellt, von den Studierenden ergänzt und auf Konsistenz untersucht, wobei sie u.a. Methoden und Werkzeuge des Model Checking (z.B. Alloy) einzusetzen lernen.

Die Studierenden befassen sich mit der systematischen Herleitung korrekter Software, entweder durch Programmtransformation oder durch zielgerichtete Programmherleitung (z.B. mit VDM). Sie lernen, mit Hilfe von Werkzeugen (wie Spark) die Korrektheit von Software praktisch nachzuweisen. Dazu bearbeiten sie in Übungen und Hausaufgaben auch über Spielbeispiele hinausgehende Fallstudien.

Im Modulprojekt setzen sich Studierende unter Anleitung selbständig mit Texten und Aufgaben zum Modulthema auseinander und präsentieren ihre Ergebnisse geeignet in mündlicher und/oder schriftlicher Form. Zu Beginn des Modulprojekts werden die geplanten Einzelthemen angekündigt und festgelegt, in welcher Form die Ergebnisse zu präsentieren sind.

#### Leistungsnachweis

Das gesamte Modul wird per Notenschein geprüft, mit Anteilen von je 6 ECTS zu jeder der Vorlesungen (mit Übung) und im Modulprojekt. Die Studenten können (je nach Angebot) entweder zwei Vorlesungen mit Übungen oder eine Vorlesung mit Übungen und ein Modulprojekt einbringen - was insgesamt die 12 ECTS des Moduls ergibt.

#### Verwendbarkeit

Bei sicherheitskritischer Software ist Korrektheit das wichtigste Qualitätskriterium. Modellbasiertes, formales Vorgehen ist für den Entwurf moderner, komplexer Systeme (sowohl Software als auch Hardware) unerlässlich. Daher ergänzen die hier erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten die Ausbildung im Bereich der Softwaretechnik um einen Aspekt von hoher praktischer Bedeutung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

#### Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesungen und das Modulprojekt werden nicht alle jedes Jahr angeboten, aber in jedem Jahr mindestens so viele Lehrveranstaltungen, dass 12 ECTS-Punkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Masterstudiums wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.

Modulname	Modulnummer
Formale Entwicklung korrekter Software	1518

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15171	VÜ	Entwurf Verteilter Systeme	Wahlpflicht	5
15172	VÜ	Methoden und Werkzeuge	Wahlpflicht	5
15174	VÜ	Spezifikation	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Fertigkeiten in diskreter Modellierung (elementare Logik und Mengenlehre), systematischer Programmentwicklung und Theoretischer Informatik. Für den "Entwurf verteilter Systeme" wird darüber hinaus Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und dem Entwurf von Rechen- und Kommunikationssystemen erwartet.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die formale Entwicklung korrekter Software, von der Spezifikation bis hin zum Entwurf verteilter Systeme. Sie erwerben die Kompetenz, diese im Entwurfsprozess gewinnbringend einzusetzen, d.h. einschlägige Verfahren und Werkzeuge auszuwählen und effizient anzuwenden.

#### Inhalt

Ein Schwerpunkt der Vorlesung "Spezifikation" sind abstrakte Datentypen, bei denen sowohl die initiale Semantik, als auch lose Spezifikationen behandelt werden. Den Studierenden werden Ansätze zur Strukturierung und zum schrittweisen Aufbau von Spezifikationen vorgestellt. Sie sehen Beispiele für die schrittweise Entwicklung von programmnahe aus rein deskriptiven Spezifikationen. Sie lernen die Kernbegriffe Verfeinerung, Erweiterung und abstrakte Implementierung kennen und deren Rolle bei der Entwicklung von Spezifikationen. Beispiele sind u.a. den Bereichen Spezifikation komplexer Datenstrukturen und zustandsorientierte Spezifikation sequentieller Systeme entnommen. Den Abschluss bildet eine kurze Einführung in die temporale Spezifikation nebenläufiger Systeme.

In der Vorlesung "Entwurf verteilter Systeme" werden formale Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe die Struktur und das dynamische Verhalten von komplexen verteilten (oder allgemeiner ausgedrückt: nebenläufigen) Systemen spezifiziert werden kann. Wir behandeln insbesondere die beiden Spezifikationsformalismen Petrinetze und Prozessalgebren, und diskutieren ihre mathematischen Eigenschaften und die darauf aufbauenden Analyseverfahren.

Weiterhin behandeln wir die Frage nach der Formalisierung von Anforderungen an ein solches verteiltes System, wobei sich temporale Logiken als wertvolle Hilfsmittel erweisen. Es wird gezeigt, wie man mit der Methode des Model Checking komplexe, temporal spezifizierte Anforderungen automatisch überprüfen kann.

Neben den Verifikationsalgorithmen für die weit verbreitete Logik CTL werden Erweiterungen in Richtung von Realzeiteigenschaften angesprochen. In den Übungen erhalten die Studierenden auch Gelegenheit, entsprechende Software-Werkzeuge kennenzulernen und selbst zu erproben.

Die Vorlesung "Methoden und Werkzeuge" macht die Studierenden mit Systemen zur modellbasierten Spezifikation von Software (wie JCL, OCL und Z) bekannt. Fallstudien werden vorgestellt, von den Studierenden ergänzt und auf Konsistenz untersucht, wobei sie u.a. Methoden und Werkzeuge des Model Checking (z.B. Alloy) einzusetzen lernen.

Die Studierenden befassen sich mit der systematischen Herleitung korrekter Software, entweder durch Programmtransformation oder durch zielgerichtete Programmherleitung (z.B. mit VDM). Sie lernen, mit Hilfe von Werkzeugen (wie Spark) die Korrektheit von Software praktisch nachzuweisen. Dazu bearbeiten sie in Übungen und Hausaufgaben auch über Spielbeispiele hinausgehende Fallstudien.

#### Leistungsnachweis

Das Modul wird per Notenschein geprüft. Es ist eine der drei Vorlesungen (mit Übung) zu belegen.

#### Verwendbarkeit

Bei sicherheitskritischer Software ist Korrektheit das wichtigste Qualitätskriterium. Modellbasiertes, formales Vorgehen ist für den Entwurf moderner, komplexer Systeme (sowohl Software als auch Hardware) unerlässlich. Daher ergänzen die hier erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten die Ausbildung im Bereich der Softwaretechnik um einen Aspekt von hoher praktischer Bedeutung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

#### Sonstige Bemerkungen

Jedes Jahr wird mindestens eine Vorlesung (mit Übung) angeboten, so dass 6 ECTS-Punkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Masterstudiums wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.



Modulname	Modulnummer
Reelle Berechenbarkeit	1523

Konto	WPFL Vert.: THI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Vasco Brattka	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15231	VÜ	Reelle Berechenbarkeit	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Berechenbarkeit, wie sie z.B. im Modul Grundlagen der Berechenbarkeit vermittelt werden, Grundkenntnisse über Algorithmen und Logik, sowie Kenntnisse über die Analysis, wie sie etwa in den Vorlesungen Analysis 1 & 2 vermittelt werden.

#### Qualifikationsziele

Die Berechenbarkeitstheorie beschäftigt sich mit der Frage, welche Berechnungsprobleme grundsätzlich mit Hilfe eines Computers gelöst werden können und welche nicht. Die Studierenden sollen hier lernen, wie sich Methoden und Inhalte der klassischen Berechenbarkeit auch in den Bereich der reellen Zahlen erweitern lassen. Dabei kommen zu den klassischen diskreten Methoden auch topologische Stetigkeitsargumente hinzu. Dabei soll auch vermittelt werden, zu welchen praktischen Implikationen die Berechenbarkeitseinschränkungen führen und wie realistische Algorithmen mit reellen Zahlen konzipiert werden können.

#### Inhalt

In der Vorlesung Reelle Berechenbarkeit wird das Rechnen mit reellen Zahlen, Funktionen und Mengen behandelt. Im Vordergrund steht dabei die Frage, wie mit solchen Objekten überhaupt realistisch gerechnet werden kann. Dabei geht es unter anderem um folgende Themen:

- wie man mit unendlichen Objekten auf Computern rechnen kann,
- welche reellen Funktionen und Zahlen berechenbar sind,
- wie reelle Zahlen und andere Objekte auf geeignete Weise darzustellen sind,
- welche Semantik man für das Rechnen mit reellen Zahlen realistisch zugrunde legen kann,
- welche Bilder sich mit beliebiger Auflösung plotten lassen,
- was man über die Berechenbarkeit des numerischen Differenzierens sagen kann,
- wie es sich mit der Berechenbarkeit des numerischen Integrierens verhält,
- in welchen Situationen sich Nullstellen berechnen lassen.

<p>Das Thema der Vorlesung hat sowohl Berührungspunkte mit der Rechnerarithmetik als auch mit der numerischen Mathematik. Allerdings werden die Themen hier aus der Perspektive der Theoretischen Informatik behandelt und es geht darum, zu verstehen, welche Berechnungsprobleme mit reellen Zahlen grundsätzlich mit Computern gelöst werden können und welche nicht.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Fach Theoretische Informatik gewählt werden. Die im Modul vermittelten Kenntnisse sind wesentlich für ein Verständnis der Schwierigkeit von Berechnungsproblemen aus den Gebieten der numerischen Mathematik und der Computerarithmetik.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Herbsttrimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Softwareentwicklungsumgebungen	1034

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Mark Minas	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10122	VÜ	Software-Entwicklungsumgebungen	Wahlpflicht	3
10342	SE	Seminar Ausgewählte Kapitel der Software-Entwicklung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse in der Programmierung sowie des Software Engineerings, wie sie in den Bachelormodulen "Objektorientierte Programmierung" und "Einführung in die Praktische Informatik" vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über Verfahren, Hilfsmittel und Werkzeuge, die sie bei der Realisierung von Software-Projekten unmittelbar einsetzen können. Dadurch verstehen sie die Vorteile der Werkzeugnutzung in der Software-Entwicklung und werden in die Lage versetzt, sich in den Gebrauch weiterer Verfahren, Hilfsmittel und Werkzeuge selbständig einzuarbeiten.

## Inhalt

In diesem Modul ergänzen Studierende ihre Kenntnisse, die sie in den einführenden Modulen zur Programmierung und zum Software Engineering erhalten haben. Sie lernen Methoden und Werkzeuge kennen, die in der professionellen Software-Entwicklung eingesetzt werden und die den Software-Entwicklungsprozess vereinfachen sowie verbessern. Dazu gehören Werkzeuge zur Unterstützung der Versions- und Konfigurationsverwaltung sowie die Unterstützung des Build- und Testprozesses. Zur Beherrschung aufwendiger Software-Entwicklungsaufgaben werden Methoden der komponentenorientierten Softwareentwicklung (OSGi) und die Nutzung von (modellbasierten) Code- und Textgeneratoren behandelt. Als Beispiel einer Integrationsplattform dienen Eclipse und seine Erweiterungsmöglichkeiten. In der Vorlesung lernen die Studierenden die Methoden und Werkzeuge kennen, in den Übungen werden sie in praktischen Beispielen eingesetzt. Die Studierenden bearbeiten in Gruppen mehrere kleine Projekte, in denen sie Erfahrungen in der Nutzung der Methoden und Werkzeuge sammeln.

Im Seminar erarbeiten die Teilnehmer selbständig Kenntnisse zu vertieften und speziellen Themen im Themenumfeld der Software-Entwicklungsumgebungen. In der Regel arbeitet jeder Teilnehmer einen Vortrag zu vorgegebener Literatur aus, präsentiert ihn in der Gruppe und erstellt eine Seminararbeit.
<b>Leistungsnachweis</b>
Ein Notenschein für Leistungen in der Vorlesung, den Übungen mit den bearbeiteten Projekten und im Seminar.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Fertigkeiten werden von jedem Software-Entwickler erwartet. Sie lassen sich unmittelbar in der Bachelor- und der Master-Arbeit anwenden.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr normalerweise im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Knowledge Discovery in Big Data	1144

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. phil. Michaela Geierhos	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11441	VÜ	Knowledge Discovery	Wahlpflicht	3
11442	VÜ	Methoden der Data Science	Wahlpflicht	3
11443	SE	Research Topics in Data Science	Wahlpflicht	3
11444	VÜ	Big Data Management	Wahlpflicht	3
11445	SE	Datenethik und -sicherheit	Wahlpflicht	3
11446	P	Data Science Praktikum	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse in Programmierung und Software-Entwurf sowie ein Grundverständnis von Algorithmen und Datenstrukturen haben.

## Qualifikationsziele

Lernziele sind das kompetente Beherrschen grundlegender Verfahren und Methoden sowie ihrer praktischen Anwendung in den unter Inhalte dargestellten Bereichen.

## Inhalt

- In der Vorlesung „Big-Data-Management“ lernen die Studierenden Architekturen kennen, die für die Erfassung, Verarbeitung und Analyse von Big Data konzipiert sind, wofür sich herkömmliche Datenbanksysteme nicht mehr eignen. In diesem Zusammenhang wird nicht nur die verteilte Big-Data-Infrastruktur behandelt, sondern auch Themen wie Datenstrukturierung, Datensynchronisation/Parallelität und Speicherverwaltung in den Fokus gerückt. In der Übung werden erste Erfahrungen mit Big-Data-Architekturen gemacht.
- In der Vorlesung „Knowledge Discovery“ geht es um den Umgang mit heterogenen Datenquellen, deren Kategorisierung sowie deren Analyse. Hierfür werden Methoden wie u.a. Visual Analytics/Knowledge sowie Techniken des Discovery & Data Mining und die explorative Datenanalyse unter Zuhilfenahme von KI-Methoden wie z. B. Machine Learning oder Computational Intelligence vorgestellt und in den Übungen praktisch vertieft.  
In der Vorlesung „Methoden der Data Science“ werden grundlegende Konzepte und Methoden entlang eines Data Science Projektzyklus, von der Formulierung der

- Problemstellung über die Sammlung, Vorbereitung und Visualisierung der Daten bis hin zur Erkennung von Mustern und Trends in diesen mittels Verfahren des maschinellen Lernens (z. B. Regression, Klassifikation, Clustering) vermittelt. Das erlernte Methodenwissen wird kontinuierlich durch praxisnahe Übungen mit der Programmiersprache Python angewandt und vertieft.
- Im Seminar „Research Topics in Data Science“ werden ausgewählte, aktuelle Methoden aus dem Bereich Data Science, Machine Learning und Deep Learning vorgestellt. Das Seminar soll den Studierenden einen Einblick in State-of-the-Art Forschungsthemen geben. Die behandelten Themen orientieren sich am aktuellen Gartner Hyper Cycle for Artificial Intelligence (wie bspw. Decision Intelligence, Responsible AI, Knowledge Graphs) und dem Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies (wie bspw. Self-Supervised Learning, Explainable AI, Social Data).
- Im Seminar „Datenethik und -sicherheit“ werden u.a. Fragen der Datenethik diskutiert, um einen kritischen und verantwortungsvollen Umgang mit Daten und dem daraus gewonnenen Wissen zu erlernen. Behandelt werden ethische und legale Fragen in Bezug auf AI- und Data Science-Anwendungen, welche einen großen Einfluss auf die Gesellschaft haben (z. B. autonomes Fahren, Social Media Plattformen, Tools zur medizinischen und juristischen Entscheidungsfindung). Ferner lernen die Studierenden, wie man AI- und Data Science-Applikationen kontrolliert anwendet, um der Gesellschaft und individuellen Personen zu nutzen, und möglichen Schaden in Bezug auf Datensicherheit und Datenschutz zu vermeiden. In der Übung soll das Wissen zu ethischen Implikationen genutzt werden, um Strategien und Konzepte für ethische Anwendungen zu entwickeln.
- Im „Data Science Praktikum“ wird das in der Theorie gelernte Wissen in einem Projekt praktisch implementiert. Die Studierenden werden in Kleingruppen an einem größeren Projekt im Bereich Data Science arbeiten und dies am Ende des Trimesters präsentieren. Das Projekt umfasst dabei einen gesamten Projektzyklus – von der Idee und Konzeption, über die Datensammlung und deren Aufbereitung bis hin zum Trainieren eines Machine Learning-Modells und Auswertung der Ergebnisse. Das Plenum bietet dabei einen regelmäßigen Austausch und Feedback zwischen den Gruppen. Themen der Projekte beziehen sich auf die kennengelernten Forschungsbereiche aus „Research Topics in Data Science“ und „Methoden der Data Science“. Es wird dringend empfohlen einen der o.g. Kurse besucht zu haben.

<b>Leistungsnachweis</b>
Das gesamte Modul wird per Notenschein geprüft, mit Anteilen von je 3 ECTS-LP zu jeder der Vorlesungen (mit Übung), zu jedem Seminar und im Praktikum. Die Studierenden können (je nach Angebot) entweder zwei Vorlesungen mit Übungen oder zwei Seminare oder eine Vorlesung mit Übung und ein Praktikum oder eine Vorlesung mit Übung und ein Seminar einbringen – was insgesamt die 6 ECTS-LP des Moduls ergibt.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die hier erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten ergänzen die Ausbildung im Bereich der Softwaretechnik um einen Aspekt von hoher praktischer Bedeutung. Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit im Bereich Data Science.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 bis 3 Trimester und beginnt jedes Jahr im FT.

**Sonstige Bemerkungen**

Die Vorlesungen, Seminare und das Praktikum werden nicht alle jedes Jahr angeboten, aber in jedem Jahr mindestens so viele Lehrveranstaltungen, dass 6 ECTS-Leistungspunkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Moduls wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.

Modulname	Modulnummer
<b>Entwicklung von Geschäftsmodellen</b>	1156

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Ulrike Lechner	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11561	VÜ	Entwicklung von Geschäftsmodellen	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse der Wirtschaftsinformatik entsprechend B.Sc. Wirtschaftsinformatik.
Qualifikationsziele
Die Studenten lernen Theorie und realistische Komplexität der Gestaltung von Geschäftsmodellen für technologische Innovationen kennen und erwerben Methodenkompetenz in der Entwicklung und Evaluation von Geschäftsmodellen.
Inhalt
<p>Entrepreneurship (Unternehmertum) befasst sich mit der Identifizierung von Markt-Chancen und Geschäftsideen und deren Umsetzung in Geschäftsmodellen und Geschäftsplänen. Die Studierenden lernen ausgewählte Teilbereiche der wissenschaftlichen Literatur zu Entrepreneurship kennen und analysieren ausgewählte Fallbeispiele.</p> <p>Die Studierenden erwerben Methodenkompetenz in der Analyse, der Gestaltung, der Evaluation von Geschäftsmodellen und von Systemen von Geschäftsmodellen. Sie lernen Methoden der Erstellung von Geschäftsplänen kennen. Die Studierenden erwerben und vertiefen dabei Kenntnisse von Modellen und Theorien elektronischer Märkte, des Innovationsmanagements, der Diffusion von Innovationen in Märkten, der Standardisierung und Regulation.</p> <p>Anhand einer ausgewählten Industrie werden an Beispielen (Systeme von) Geschäftsmodellen entwickelt und evaluiert.</p>
Leistungsnachweis
Für den Studiengang CAE: Studienarbeit



Für alle anderen Studiengänge: Notenschein.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Wirtschaftsinformatik will Technologie wirtschaftlich sinnvoll gestalten und technologische Innovationen in einen wirtschaftlich sinnvollen Rahmen von Geschäftsprozessen, Organisation und Strategie einbetten. Die Studierenden lernen hierzu Methoden kennen.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.
Inhalt
Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.
Leistungsnachweis
Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.
Verwendbarkeit
Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

<p>Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Rechnergestützte Gruppenarbeit</b>	1164

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Michael Koch	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	84	186	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11641	VÜ	Rechnergestützte Gruppenarbeit	Wahlpflicht	3
11642	VÜ	Projekt Rechnergestützte Gruppenarbeit	Wahlpflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>7</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Rechnernetzen und Verteilten Systemen. Für das selbständige Durcharbeiten der Fachliteratur des Moduls sind grundlegende Englische Sprachkenntnisse erforderlich.

#### Qualifikationsziele

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen, Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten computergestützter, kooperativer Arbeit (CSCW). Sie kennen repräsentative CSCW-Plattformen und CSCW-Systeme. Sie können verschiedene Kommunikations- und Kooperationssituationen unterscheiden und Wirkungen und Angemessenheit unterschiedlicher Medien und Systeme einschätzen. Sie sind in der Lage CSCW-Systeme anwendungs- und benutzergerecht zu analysieren, auszuwählen, zu konzipieren, zu realisieren und zu evaluieren.

#### Inhalt

Im Modul Rechnergestützte Gruppenarbeit (engl. Computer-Supported Cooperative Work, kurz CSCW) soll einerseits verdeutlicht werden, was man unter den einschlägigen Begriffen zu verstehen hat, andererseits gezeigt werden, welche vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, aber auch Risiken, mit ihnen verbunden sind. Ziel der Vorlesung ist dabei, einen Anwendungsbereich für verteilte Systeme vorzustellen, nämlich die Unterstützung von Zusammenarbeit in Teams, Communities und Netzwerken. Rechnergestützte Gruppenarbeit ist dabei eine fachübergreifende Anwendung. Sie kann als eine Synergie zwischen den Gebieten Verteilte Systeme und (Multimedia-) Kommunikation, aber auch zwischen Informationswissenschaften, Soziologie und Organisationstheorie gesehen werden. Neben technischen Aspekten spielt deshalb vor allem die Betrachtung der Zielsysteme als soziotechnische Systeme und deren Gestaltung eine Rolle.

Konkret werden behandelt:

- Motivation für das Anwendungsgebiet CSCW; Klärung der Begriffswelt
- Klassifizierung von CSCW-Systemen
- Allgemeine Konzepte in CSCW
- Spezialitäten verschiedener CSCW-Systemklassen
- Entwurf von CSCW-Systemen
- Technische Integration von CSCW-Systemen

Die Inhalte werden in einem Praktikum vertieft, in der die Studierenden die erworbenen Kenntnisse an der Konzeption und (technischen) Umsetzung eines CSCW-Systeme erproben.

#### Leistungsnachweis

Ein Notenschein für Leistungen in der Vorlesung und im Projekt.

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist nicht als Grundlage für weitere Module gedacht. Es bietet sich aber eine Kombination mit dem Modul Mensch-Computer-Interaktion an. Die erworbenen Kenntnisse stellen einen wichtigen Anwendungsbezug für den Bereich Verteilte Systeme und Software- und Informationsmanagement dar.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester. Der Projektanteil kann im Frühjahrstrimester oder im Herbsttrimester bearbeitet werden. Das Modul wird nicht jedes Studienjahr angeboten.

Modulname	Modulnummer
Rechtsfragen der Informatik	1165

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. Manfred Mayer	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	24	66	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11651	VL	Rechtsfragen der Informatik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>2</b>

Qualifikationsziele
Das Modul Rechtsfragen der Informatik gibt allen Studierenden der Informatik und Wirtschaftsinformatik einen Überblick, die sich anhand der Rechtsgrundlagen fundiert sowie praxisnah über die Grundlagen informieren wollen, die durch die Umsetzung von Informatik und Wirtschaftsinformatik in das Wirtschaftsleben des Alltags tangiert werden.
Inhalt
Die Vorlesung führt in die wesentlichen Rechtsgebiete ein, die die Informatik, sowie die Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) berührt. Dabei werden die Grundlagen des IuK-Vertragsrechts, insbesondere der Hard- und Softwarebeschaffung, der Softwareerstellung und -pflege und des damit verbundenen Rechts der Leistungsstörungen aus diesen Verträgen behandelt. Die Erörterung der mit Entwicklungen der Hard- und Software verknüpften Fragen des Schutzes des geistigen Eigentums, insbesondere aus den Gebieten des Urheber-, Patent- und Markenrechts, sowie der Schutz der Software durch das Strafrecht schließen sich an. Erläuterungen über den Datenschutz, über die elektronischen Signaturen, über den Rechtsverkehr im Internet sowie über grundlegende Rechtsfragen, die sich aus der Nutzung des Internets (wie z.B. Domain-Recht) ergeben, schließen die Thematik ab.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 90-minütiger Dauer.
Verwendbarkeit
Grundlegende Kenntnisse des IuK-Vertragsrechts sowie des Schutzes des durch die Informatik und Wirtschaftsinformatik geschaffenen geistigen Eigentums sind für jeden Informatiker ein wichtiges Rüstzeug für die Praxis.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Mensch-Computer-Interaktion</b>	1167

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Michael Koch	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	60	210	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11671	VL	Mensch-Computer-Interaktion	Wahlpflicht	3
11672	VÜ	Projekt Mensch-Computer-Interaktion	Wahlpflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>7</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Für das selbständige Durcharbeiten der Fachliteratur des Moduls sind grundlegende englische Sprachkenntnisse erforderlich.

#### Qualifikationsziele

Lernziel ist einen umfassenden Überblick über die Ziele und Forschungsfragen der Disziplin Mensch-Computer Interaktion zu erhalten. Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis, wie man interaktive Produkte unter besonderer Berücksichtigung der Benutzer- und Aufgabenerfordernisse entwickeln kann. Ziel dieses Entwurfsprozesses ist das Design von gebrauchstauglichen Produkten, deren Benutzung auch Spass bereiten soll. Die Teilnehmer kennen die grundlegenden Gestaltungsprinzipien des Interaction Designs zur Erstellung interaktiver Produkte. Die Teilnehmer kennen die Grundlagen der menschlichen Informationsverarbeitung und deren Konsequenzen für die Gestaltung interaktiver Produkte. Die Teilnehmer kennen die gängigen Prozessmodelle, Methoden und Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Produkte. Die Teilnehmer sind in der Lage eigene Interaktionsdesigns für interaktive Produkte zu erstellen. Die Teilnehmer kennen grundlegende Evaluationsverfahren zur Bewertung interaktiver Produkte.

#### Inhalt

Die Inhalte des Kurses folgen den Empfehlungen des ACM Curriculum Human-Computer-Interaction und der GI FG 2.3.1 Software-Ergonomie:

- Ziele, Prinzipien und Gestaltungsbereiche
- Historische Entwicklung
- Wahrnehmungspsychologie und Informationsverarbeitung
- Anwendungskontexte interaktiver Produkte
- Prozessmodell, Design und Prototyping
- Ein- und Ausgabegeräte, Interaktionstechniken
- Benutzerzentrierter Entwurf
- Evaluation von Gebrauchstauglichkeit

- Kooperative Systeme (Groupware, CSCW)
- Zusammenhänge mit anderen Disziplinen (z.B. Design, Pädagogik, Psychologie)
- Integration in die Software-Entwicklung

Dabei wird eine Auswahl der Themen anhand aktueller wissenschaftlicher Veröffentlichungen genauer erarbeitet und vertieft.

Die erlernten Gestaltungsprinzipien, Methoden, Werkzeuge und Vorgehensweisen werden im Praktikum praktisch angewandt.

#### Literatur

- Preece J., Rogers Y., Sharp H.: Interaction Design, John Wiley & Sons, 2002 (www.id-book.com)
- Dahm M.: Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, Pearson Studium, 2006
- Donald A. Norman, The Design of Everyday Things, Currency Doubleday, 1990
- Shneiderman B., Plaisant C.: Designing the User Interface, Addison Wesley, 4nd Edition, 2005

#### Leistungsnachweis

Ein Notenschein für Leistungen in der Vorlesung und im Projekt.

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist nicht als Grundlage für weitere Module gedacht. Es bietet sich aber eine Kombination mit dem Modul 1164 "Rechnergestützte Gruppenarbeit" an.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Der Projektanteil wird normalerweise im folgenden Frühjahrstrimester bearbeitet.



Modulname	Modulnummer
Visuelle Sprachen und Umgebungen	1189

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Mark Minas	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11891	VÜ	Visuelle Sprachen und Umgebungen	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse formaler Sprachen sowie visueller Entwurfssprachen, wie sie in den Bachelormodulen Einführung in die Informatik 1, Objektorientierte Programmierung oder dem Wahlpflichtmodul Grundlagen der Studienrichtung Mathematical Engineering vermittelt werden.
Qualifikationsziele
Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Methoden des Sprachentwurfs für visuelle Sprachen. Damit sind sie in der Lage, bestehende visuelle Sprachen für neue Anwendungsfälle anzupassen oder neue zu entwerfen. Sie können bestehende Werkzeuge einsetzen, um solche Sprachen schnell zu realisieren und zu verbessern, um Sprache und Implementierung an das Anwendungsgebiet anzupassen.
Inhalt
<p>Im Modul lernen die Studierenden die Grundlagen des Entwurfs von visuellen Sprachen sowie von Programmen, die ihre Handhabung unterstützen. Damit erweitert diese Lehrveranstaltung die bereits im Bachelorstudium erworbenen und eingeübten Kenntnisse über die Verwendung von visuellen Sprachen z.B. in der Programmierung und dem Software Engineering. Während dort die Verwendung visueller Sprachen im Vordergrund steht, werden die Studierenden hier in die Systematik des visuellen Sprachentwurfs und die exakte Definition von Syntax und Semantik visueller Sprachen eingeführt. Zum Einsatz kommen dabei verschiedene Grammatikansätze, aber auch Ansätze aus der Logik und das heute am weitesten verbreitete Prinzip der Metamodellierung. Die Studierenden werden in Verfahren eingeführt, wie die Implementierung einer visuellen Sprachen, die mit solchen Ansätzen spezifiziert wurde, unmittelbar aus der Spezifikation abgeleitet werden kann.</p> <p>In den Übungen zur Vorlesung ergänzen die Studierenden ihre Kenntnisse des visuellen Sprachentwurfs um praktische Erfahrungen mit verschiedenen visuellen Umgebungen. An Hand praktischer Übungen setzen sie außerdem ihre erworbenen Kenntnisse</p>

um, indem sie einfache domänenspezifische visuelle Sprachen werkzeuggestützt implementieren lernen.
<b>Leistungsnachweis</b>
Der Leistungsnachweis erfolgt durch eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer oder durch einen Notenschein auf Leistungen in Vorlesung und Übungen. Am Anfang der Vorlesung wird bekannt gegeben, ob der Leistungsnachweis durch eine mündliche Prüfung, eine schriftliche Prüfung oder einen Notenschein erfolgt.
<b>Verwendbarkeit</b>
Domänenspezifische visuelle Sprachen, ihr Entwurf sowie ihre Implementierung spielen besonders bei der modellbasierten Softwareentwicklung (Stichworte MDD und MDA) eine immer größere Rolle. Die in diesem Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten können hier unmittelbar angewandt werden.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr normalerweise im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Web Technologies</b>	1190

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Michael Koch	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	36	144	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11901	VÜ	Web Technologies	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Voraussetzung für das Modul ist die Kenntniss von Grundlagen zu Rechnernetzen, wie sie z.B. in der entsprechenden Veranstaltung im Bachelor-Studium Informatik vermittelt werden.

#### Qualifikationsziele

Die Veranstaltung vermittelt die Grundlagen und praktische Kenntnisse der verschiedenen Techniken und Werkzeuge des World Wide Web (WWW).

#### Inhalt

In diesem Modul werden Techniken und Werkzeuge des World Wide Web (WWW) theoretisch und praktisch durch den Einsatz in Fallstudien und Projekten (Teil des Selbststudiums) vermittelt. Dabei werden je nach Ausrichtung sowohl aktuell verbreitete Technologien und Werkzeuge (z.B. HTML, CSS, Ajax, WordPress, ...) als auch neue Technologien und Werkzeuge wie z.B. des Semantik Web (z.B. RDF, Ontologien, ...) oder des Mobile Web (z.B. Mobile-Ajax, ...) betrachtet.

#### Leistungsnachweis

Notenschein (für vorlesungsbegleitende Leistungen) oder schriftliche Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul startet normalerweise im Frühjahrstrimester, wird aber nicht jedes Studienjahr angeboten.

Modulname	Modulnummer
Innovationsmanagement Digitaler Medien	1362

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Ulrike Lechner	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13621	VÜ	Innovationsmanagement Digitaler Medien	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse zu den Methoden und Werkzeugen der Wirtschaftsinformatik (wie z.B. im Bachelor Wirtschaftsinformatik vermittelt).
Qualifikationsziele
Die Studierenden lernen Methoden des Innovationsmanagements für IT-Technologie und Informationssysteme kennen und erwerben die Fähigkeit Innovationen und Innovationsprozesse mit den entsprechenden Informationssystemen zu gestalten.
Inhalt
Gegenstand der Veranstaltung sind Methoden des Innovationsmanagements, spezifische Aspekte des Innovationsmanagements in IT-Unternehmen und für Informations- und Kommunikationstechnologie und die Auswirkungen von Innovationen aus technologischer, inhaltlicher und organisatorischer Perspektive.
Leistungsnachweis
Übungsaufgaben mit Präsentation (Notenschein) oder mündliche Prüfung über 30 Minuten. Die Prüfungsmodalitäten werden am Anfang des Trimesters bekanntgegeben.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester

Modulname	Modulnummer
Middleware und mobile Cloud Computing	1398

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Karcher	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13981	VL	Middleware und mobile Cloud Computing	Pflicht	3
13982	UE	Middleware und mobile Cloud Computing	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus dem Bereich des Software Engineering, insbesondere der Objektorientierung (Modul Objektorientierte Programmierung) sowie der XML-Technologien.

Wünschenswert sind Grundkenntnisse in einer der objektorientierten Programmiersprache, wie z. B. Java, Scala, C++.

#### Qualifikationsziele

Das Modul Middleware und mobile Cloud Computing zielt darauf ab, den Studierenden vertiefend die Bedeutung der Integration als Kernaufgabe der Angewandten Informatik näher zu bringen. Die Teilnehmer erhalten neben einem grundlegenden Verständnis für die

Anforderungen an eine Middleware-basierte Integration tiefe theoretische Kenntnisse über Architektur, Aufbau und Anwendung aktueller Middlewarekonzepte. Zudem werden querschnittlich Aspekte von verteilten Systemen in diesem Zusammenhang betrachtet.

Im Übungsteil lernen die Teilnehmer parallel zur Vorlesung den praktischen Umgang mit Middleware-Technologien und Cloud-basierten, mobilen Anwendungen. Durch eigenständige Anwendung von unter anderem Remote Method Invocation (RMI), Common Object Request Broker Architecture (CORBA), .NET und Simple Object Access Protocol (SOAP) erhalten die Teilnehmer Methoden- und Fachkompetenz im Umgang mit diesen Technologien.

In der Kombination aus theoretischer Behandlung und praktischer Vertiefung versetzt das Modul die Teilnehmer in die Lage, verteilte Anwendungen auf der Basis von Middleware zu entwerfen und in die Praxis umzusetzen.

Inhalt
<p>Moderne Enterprise Anwendungen basieren auf Standard-Middleware-Architekturen, wo Funktionalität zunehmend über Cloud-basierte Dienste plattformübergreifend den Clients # mehr und mehr auch mobilen Endgeräten # zur Verfügung gestellt wird. Das Modul bietet einen fundierten Einstieg in die aktuellen Basistechnologien. Hierbei wird das Wissen aus dem Modul der objektorientierten Programmierung um die fachwissenschaftliche Denkweise der Entwicklung von verteilten Anwendungen erweitert.</p> <p>Nach einer grundlegenden Einführung in die Integrationsanforderungen zunehmend verteilt strukturierter, internet-basierter betrieblicher Anwendungen vermittelt das Modul zunächst einen Überblick über die Grundarchitektur Middleware-basierter Systeme und geht dann im Folgenden tiefer auf die unterschiedlichen Integrationsparadigmen und -technologien ein. Aktuelle Middledienste und Architekturkonzepte wie Verteilte Objektmodelle, Komponentenmodelle und Service Oriented Middleware (SOA) bilden den Schwerpunkt des zweiten Teils des Moduls. Hier werden jeweils zunächst die allgemeinen Prinzipien erläutert und dann anhand konkreter Beispiele Standard-Middleware-Technologien und deren zugrunde liegenden Konzepte vertieft. Der dritte Teil stellt das Cloud-Konzept in den Mittelpunkt und zeigt Schritt für Schritt an einfachen Beispielen die Entwicklung Cloud-basierter Dienste und deren Zugriff über mobile Clients (Apps).</p> <p>Die begleitende Übung bietet die Gelegenheit, aktuelle Technologien anhand einfacher Beispiele kennen zu lernen und erste praktische Erfahrung im Umgang mit Middleware und mobilen, Cloud-basierten Anwendungen zu sammeln.</p>
Lehrmethoden
<p>Das Modul unterteilt sich in eine Vorlesung und eine Übung pro Woche.</p> <p>Es werden sowohl Lehrmethoden des fremdgesteuerten als auch des selbstgesteuerten Lernens angewendet.</p> <p>Es wird auf die individuellen Voraussetzungen der Studierenden eingegangen, wobei hauptsächlich ein lehrgangsförmiger und kooperativer Unterricht mit Einzelarbeit stattfindet.</p>
Leistungsnachweis
<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
Verwendbarkeit
<p>Die im Wahlpflichtmodul erworbenen Kenntnisse sind elementar für die IT-technische Gestaltung von verteilten Informationssystemen und stellen somit eine Grundlage für</p>

Masterstudiengänge im Bereich Informatik/Wirtschaftsinformatik/Ingenieurinformatik/  
Cyber Sicherheit dar.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im  
Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)</b>	1517

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	120	240	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15171	VÜ	Entwurf Verteilter Systeme	Wahlpflicht	5
15172	VÜ	Methoden und Werkzeuge	Wahlpflicht	5
15173	P	Modulprojekt	Wahlpflicht	4
15174	VÜ	Spezifikation	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				10

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Fertigkeiten in diskreter Modellierung (elementare Logik und Mengenlehre), systematischer Programmentwicklung und Theoretischer Informatik. Für den "Entwurf verteilter Systeme" wird darüber hinaus Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und dem Entwurf von Rechen- und Kommunikationssystemen erwartet.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die formale Entwicklung korrekter Software, von der Spezifikation bis hin zum Entwurf verteilter Systeme. Sie erwerben die Kompetenz, diese im Entwurfsprozess gewinnbringend einzusetzen, d.h. einschlägige Verfahren und Werkzeuge auszuwählen und effizient anzuwenden.

## Inhalt

Ein Schwerpunkt der Vorlesung "Spezifikation" sind abstrakte Datentypen, bei denen sowohl die initiale Semantik, als auch lose Spezifikationen behandelt werden. Den Studierenden werden Ansätze zur Strukturierung und zum schrittweisen Aufbau von Spezifikationen vorgestellt. Sie sehen Beispiele für die schrittweise Entwicklung von programmnahe aus rein deskriptiven Spezifikationen. Sie lernen die Kernbegriffe Verfeinerung, Erweiterung und abstrakte Implementierung kennen und deren Rolle bei der Entwicklung von Spezifikationen. Beispiele sind u.a. den Bereichen Spezifikation komplexer Datenstrukturen und zustandsorientierte Spezifikation sequentieller Systeme entnommen. Den Abschluss bildet eine kurze Einführung in die temporale Spezifikation nebenläufiger Systeme.



In der Vorlesung "Entwurf verteilter Systeme" werden formale Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe die Struktur und das dynamische Verhalten von komplexen verteilten (oder allgemeiner ausgedrückt: nebenläufigen) Systemen spezifiziert werden kann. Wir behandeln insbesondere die beiden Spezifikationsformalismen Petrinetze und Prozessalgebren, und diskutieren ihre mathematischen Eigenschaften und die darauf aufbauenden Analyseverfahren.

Weiterhin behandeln wir die Frage nach der Formalisierung von Anforderungen an ein solches verteiltes System, wobei sich temporale Logiken als wertvolle Hilfsmittel erweisen. Es wird gezeigt, wie man mit der Methode des Model Checking komplexe, temporal spezifizierte Anforderungen automatisch überprüfen kann.

Neben den Verifikationsalgorithmen für die weit verbreitete Logik CTL werden Erweiterungen in Richtung von Realzeiteigenschaften angesprochen. In den Übungen erhalten die Studierenden auch Gelegenheit, entsprechende Software-Werkzeuge kennenzulernen und selbst zu erproben.

Die Vorlesung "Methoden und Werkzeuge" macht die Studierenden mit Systemen zur modellbasierten Spezifikation von Software (wie JCL, OCL und Z) bekannt. Fallstudien werden vorgestellt, von den Studierenden ergänzt und auf Konsistenz untersucht, wobei sie u.a. Methoden und Werkzeuge des Model Checking (z.B. Alloy) einzusetzen lernen.

Die Studierenden befassen sich mit der systematischen Herleitung korrekter Software, entweder durch Programmtransformation oder durch zielgerichtete Programmherleitung (z.B. mit VDM). Sie lernen, mit Hilfe von Werkzeugen (wie Spark) die Korrektheit von Software praktisch nachzuweisen. Dazu bearbeiten sie in Übungen und Hausaufgaben auch über Spielbeispiele hinausgehende Fallstudien.

Im Modulprojekt setzen sich Studierende unter Anleitung selbständig mit Texten und Aufgaben zum Modulthema auseinander und präsentieren ihre Ergebnisse geeignet in mündlicher und/oder schriftlicher Form. Zu Beginn des Modulprojekts werden die geplanten Einzelthemen angekündigt und festgelegt, in welcher Form die Ergebnisse zu präsentieren sind.

#### Leistungsnachweis

Das gesamte Modul wird per Notenschein geprüft, mit Anteilen von je 6 ECTS zu jeder der Vorlesungen (mit Übung) und im Modulprojekt. Die Studenten können (je nach Angebot) entweder zwei Vorlesungen mit Übungen oder eine Vorlesung mit Übungen und ein Modulprojekt einbringen - was insgesamt die 12 ECTS des Moduls ergibt.

#### Verwendbarkeit

Bei sicherheitskritischer Software ist Korrektheit das wichtigste Qualitätskriterium. Modellbasiertes, formales Vorgehen ist für den Entwurf moderner, komplexer Systeme (sowohl Software als auch Hardware) unerlässlich. Daher ergänzen die hier erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten die Ausbildung im Bereich der Softwaretechnik um einen Aspekt von hoher praktischer Bedeutung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

#### Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesungen und das Modulprojekt werden nicht alle jedes Jahr angeboten, aber in jedem Jahr mindestens so viele Lehrveranstaltungen, dass 12 ECTS-Punkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Masterstudiums wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.

Modulname	Modulnummer
Formale Entwicklung korrekter Software	1518

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15171	VÜ	Entwurf Verteilter Systeme	Wahlpflicht	5
15172	VÜ	Methoden und Werkzeuge	Wahlpflicht	5
15174	VÜ	Spezifikation	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Fertigkeiten in diskreter Modellierung (elementare Logik und Mengenlehre), systematischer Programmentwicklung und Theoretischer Informatik. Für den "Entwurf verteilter Systeme" wird darüber hinaus Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und dem Entwurf von Rechen- und Kommunikationssystemen erwartet.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die formale Entwicklung korrekter Software, von der Spezifikation bis hin zum Entwurf verteilter Systeme. Sie erwerben die Kompetenz, diese im Entwurfsprozess gewinnbringend einzusetzen, d.h. einschlägige Verfahren und Werkzeuge auszuwählen und effizient anzuwenden.

#### Inhalt

Ein Schwerpunkt der Vorlesung "Spezifikation" sind abstrakte Datentypen, bei denen sowohl die initiale Semantik, als auch lose Spezifikationen behandelt werden. Den Studierenden werden Ansätze zur Strukturierung und zum schrittweisen Aufbau von Spezifikationen vorgestellt. Sie sehen Beispiele für die schrittweise Entwicklung von programmnahe aus rein deskriptiven Spezifikationen. Sie lernen die Kernbegriffe Verfeinerung, Erweiterung und abstrakte Implementierung kennen und deren Rolle bei der Entwicklung von Spezifikationen. Beispiele sind u.a. den Bereichen Spezifikation komplexer Datenstrukturen und zustandsorientierte Spezifikation sequentieller Systeme entnommen. Den Abschluss bildet eine kurze Einführung in die temporale Spezifikation nebenläufiger Systeme.

<p>In der Vorlesung "Entwurf verteilter Systeme" werden formale Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe die Struktur und das dynamische Verhalten von komplexen verteilten (oder allgemeiner ausgedrückt: nebenläufigen) Systemen spezifiziert werden kann. Wir behandeln insbesondere die beiden Spezifikationsformalismen Petrinetze und Prozessalgebren, und diskutieren ihre mathematischen Eigenschaften und die darauf aufbauenden Analyseverfahren.</p> <p>Weiterhin behandeln wir die Frage nach der Formalisierung von Anforderungen an ein solches verteiltes System, wobei sich temporale Logiken als wertvolle Hilfsmittel erweisen. Es wird gezeigt, wie man mit der Methode des Model Checking komplexe, temporal spezifizierte Anforderungen automatisch überprüfen kann.</p> <p>Neben den Verifikationsalgorithmen für die weit verbreitete Logik CTL werden Erweiterungen in Richtung von Realzeiteigenschaften angesprochen. In den Übungen erhalten die Studierenden auch Gelegenheit, entsprechende Software-Werkzeuge kennenzulernen und selbst zu erproben.</p> <p>Die Vorlesung "Methoden und Werkzeuge" macht die Studierenden mit Systemen zur modellbasierten Spezifikation von Software (wie JCL, OCL und Z) bekannt. Fallstudien werden vorgestellt, von den Studierenden ergänzt und auf Konsistenz untersucht, wobei sie u.a. Methoden und Werkzeuge des Model Checking (z.B. Alloy) einzusetzen lernen.</p> <p>Die Studierenden befassen sich mit der systematischen Herleitung korrekter Software, entweder durch Programmtransformation oder durch zielgerichtete Programmherleitung (z.B. mit VDM). Sie lernen, mit Hilfe von Werkzeugen (wie Spark) die Korrektheit von Software praktisch nachzuweisen. Dazu bearbeiten sie in Übungen und Hausaufgaben auch über Spielbeispiele hinausgehende Fallstudien.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Das Modul wird per Notenschein geprüft. Es ist eine der drei Vorlesungen (mit Übung) zu belegen.</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>Bei sicherheitskritischer Software ist Korrektheit das wichtigste Qualitätskriterium. Modellbasiertes, formales Vorgehen ist für den Entwurf moderner, komplexer Systeme (sowohl Software als auch Hardware) unerlässlich. Daher ergänzen die hier erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten die Ausbildung im Bereich der Softwaretechnik um einen Aspekt von hoher praktischer Bedeutung.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Jedes Jahr wird mindestens eine Vorlesung (mit Übung) angeboten, so dass 6 ECTS-Punkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Masterstudiums wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.</p>

Modulname	Modulnummer
Compilerbau	3647

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Brunthaler	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
36471	VL	Compilerbau	Pflicht	2
36472	UE	Compilerbau	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden Kenntnisse in der maschinennahen Programmierung vorausgesetzt, wie sie z.B. in der gleichnamigen Bachelorveranstaltung vermittelt werden.
Qualifikationsziele
Studierende erwerben fundierte Kenntnisse sowohl über theoretische Grundlagen des Compilerbaus, als auch deren praktische Anwendung zur systematischen, Werkzeug-unterstützten Erstellung von Compilern.
Inhalt
Die Vorlesung Compilerbau orientiert sich am Buch "Essentials of Compilation" von Prof. Siek an der Indiana University, Bloomington. Es wird ein Compiler erstellt, der schrittweise eine Untermenge von Scheme bzw. Racket nach Intel x86-64 übersetzt. Dabei wird die Untermenge von Scheme didaktisch optimal ebenfalls schrittweise um zusätzliche Fähigkeiten erweitert, die dann wiederum eine Änderung der einzelnen Übersetzungsschritte nach sich zieht.
Der Fokus der Vorlesung liegt daher mehr auf dem Thema Codegenerierung, im Speziellen, Register Allokation, Instruction Selection und Peephole Optimization. Das Thema Typ-Überprüfung wird ebenfalls ausführlich behandelt.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder Notenschein.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Compilerbau (erweitert)	3648

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Brunthaler	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
36471	VL	Compilerbau	Pflicht	2
36472	UE	Compilerbau	Pflicht	4
36481	P	Praktikum Compilerbau	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Von den Studierenden werden Kenntnisse in der maschinennahen Programmierung vorausgesetzt, wie sie z.B. in der gleichnamigen Bachelorveranstaltung vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Studierende erwerben fundierte Kenntnisse sowohl über theoretische Grundlagen des Compilerbaus, als auch deren praktische Anwendung zur systematischen, Werkzeugunterstützten Erstellung von Compilern.

## Inhalt

Die Vorlesung Compilerbau orientiert sich am Buch "Essentials of Compilation" von Prof. Siek an der Indiana University, Bloomington. Es wird ein Compiler erstellt, der schrittweise eine Untermenge von Scheme bzw. Racket nach Intel x86-64 übersetzt. Dabei wird die Untermenge von Scheme didaktisch optimal ebenfalls schrittweise um zusätzliche Fähigkeiten erweitert, die dann wiederum eine Änderung der einzelnen Übersetzungsschritte nach sich zieht.

Der Fokus der Vorlesung liegt daher mehr auf dem Thema Codegenerierung, im Speziellen, Register Allokation, Instruction Selection und Peephole Optimization. Das Thema Typ-Überprüfung wird ebenfalls ausführlich behandelt.

Das Praktikum Compilerbau vertieft die Kenntnisse des Compilerbaus und bietet folgende Erweiterungen des in der VL & UE erstellten Compilers:

1. Fokus Syntax: Erstellen eines einfachen Frontends anhand des Buchs "Beautiful Racket" fuer eine einfache Untermenge von Pascal. Diese Untermenge von Pascal soll auf die vom Compiler unterstützte Untermenge von Racket abgebildet werden.

2. Fokus Optimierung: Erstellen eines einfachen, automatischen Instruction Selection Mechanismus basierend auf KURS Baumgrammatiken und Baumautomaten.
3. Fokus Sicherheit: Implementierung aufwändigerer und vollständigerer Verteidigungen aus dem Bereich sprachbasierter Sicherheit.

Die Richtungen können in Zweier-Gruppen bearbeitet werden und abschließend nach einer Präsentation vor allen Teilnehmern besprochen.

Leistungsnachweis

Notenschein.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Natural Language Processing</b>	3850

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. phil. Michaela Geierhos	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
38501	VÜ	Natural Language Processing	Pflicht	3
38502	P	Praktikum Natural Language Processing	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Die Studierenden sollten Grundkenntnisse in Informatik besitzen, insbesondere Erfahrung mit Algorithmen sowie Programmierkenntnisse in Python haben.

#### Qualifikationsziele

Ziel der Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist es, die Studierenden mit speziellen Techniken des Natural Language Processing vertraut zu machen. Insbesondere sollen die Studierenden dabei lernen, wie Qualität, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit komplexer Sprachmodelle durch Auswahl entsprechender Entwicklungs- und Evaluationsmethoden gewährleistet werden können.

#### Inhalt

Die Studierenden lernen die wichtigsten Phänomene in natürlichen Sprachen auf verschiedenen Granularitätsebenen kennen, angefangen bei der Kombination von Lauten bis hin zur Bedeutung von Wörtern, Sätzen und Texten.

Sie erhalten eine Einführung in die wichtigsten symbolischen und statistischen Ansätze des Natural Language Processing (NLP) zur Modellierung dieser Phänomene. Alle theoretischen Themen werden von Übungen begleitet, die sich mit diesen Phänomenen befassen und die ihre Anwendung in praktischen Szenarien demonstrieren, wie z. B. Rechtschreibkorrektur, automatische Vervollständigung, Schlüsselwortextraktion, Themenerkennung, Erkennung von benannten Entitäten (Eigennamen), Relationsextraktion, Synonymerkennung, etc.

Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung im Rahmen eines exemplarischen NLP-Projekts zur Anwendung gebracht.



<b>Leistungsnachweis</b>
Leistungsnachweis für das Gesamtmodul ist ein Notenschein, der sich aus den Einzelleistungen in den beiden Teilveranstaltungen zusammensetzt. Die geforderten Einzelleistungen werden in den einzelnen Veranstaltungen separat bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit im Bereich Data Science mit Fokus auf Natural Language Processing.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester und beginnt jedes Jahr im WT.

Modulname	Modulnummer
Information Retrieval	3851

Konto	WPFL Vert.: SIM - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. phil. Michaela Geierhos	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
38511	VÜ	Information Retrieval	Pflicht	6
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Die Studierenden sollen grundlegende Programmierkenntnisse sowie ein Grundverständnis von Algorithmen und Datenstrukturen haben.
Qualifikationsziele
Studierende lernen Aufgabenstellung, Modelle und Methoden des Information Retrieval kennen. Dabei soll die Fähigkeit zur Nutzung und zur Mitwirkung bei der Konzeption und Konfiguration von Suchmaschinenlösungen für Web und Enterprise Search vermittelt werden. Darüber hinaus sollen die Vor- und Nachteile der zugrundeliegenden Konzepte und Modelle sowie der verschiedenen Implementierungstechniken verstanden werden.
Inhalt
Dieses Modul gibt einen Einblick in die wichtigsten Themen des Information Retrieval. Hierfür werden die Grundlagen der wichtigsten Modelle aus dem Bereich des Information Retrieval vermittelt. Außerdem werden Techniken und Verfahren wie z. B. Term-Gewichtungen, Ähnlichkeitsmaße und Rankingmechanismen, Evaluierungsprinzipien, Benutzerinteraktion und Feedbackmechanismen sowie Indexierung und computerlinguistische Hilfsmittel für dem Bereich des Information Retrieval detailliert behandelt.
In der Übung werden theoretische und praktische Fragestellungen gleichermaßen behandelt. Der theoretische Teil dient zur Wiederholung der Vorlesungsinhalte. Im praktischen Teil sind die Studierenden aufgefordert, ausgewählte Verfahren aus dem Information Retrieval eigenständig zu implementieren. Für die Übungen sind Programmierkenntnisse erforderlich.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten.

**Verwendbarkeit**

Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit im Bereich Data Science mit Fokus auf Information Retrieval.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Jahr im WT.

Modulname	Modulnummer
<b>Cyber Defense</b>	1010

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gabi Dreo Rodosek	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	144	116	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10101	VÜ	Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit	Wahlpflicht	3
10102	VÜ	Netzsicherheit	Wahlpflicht	3
10103	P	Praktikum Netzsicherheit	Pflicht	3
10104	VÜ	IT-Forensik	Wahlpflicht	3
10106	VÜ	Sicherheitsmanagement	Wahlpflicht	3
10107	VÜ	Sichere vernetzte Anwendungen	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>12</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Für die Vorlesung und Übung System- und Software-Sicherheit werden grundlegende Kenntnisse in der Programmierung sowie des Software Engineerings vorausgesetzt, wie sie in den Bachelormodulen "Objektorientierte Programmierung" und "Einführung in die Praktische Informatik" vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Durch die Vorlesung Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit erhalten die Studierenden einen vertiefenden Einblick in verschiedene Aspekte der IT-Sicherheit mit hoher praktischer Relevanz. Durch die Kombination der ausgewählten Bereiche sind sie in der Lage, die Bedeutung und Zusammenhänge verschiedener technischer und organisatorischer Einflussfaktoren auf die IT-Sicherheit zu verstehen. Mit den erworbenen Kenntnissen können die Studierenden systematische Bewertungen des Schutzbedarfs und der IT-Sicherheit moderner Systeme und IT-Infrastrukturen vornehmen, in die auch in der Praxis noch häufig unterschätzte nicht-technische Faktoren einfließen.

Die Studierenden lernen in der Vorlesung Netzsicherheit die Gefährdungsaspekte von Netzen und deren Entwicklung detailliert kennen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, sicherheitsrelevante Aspekte in vernetzten Strukturen zu erkennen und Betrachtungen von Netzen in Bezug auf Sicherheitsaspekte durchzuführen. Sie werden in die Lage versetzt, Verfahren zum Schutz und der Absicherung jeweiliger Netzen zu identifizieren. Mittels der Vorstellung von aktuellen Geräten und neuer Verfahren werden die Studierenden zusätzlich befähigt, Abschätzungen von Sicherheitsgefährdungen durch neue Technologien zu geben.

Nach dem Praktikum Netzsicherheit sind die Studierenden in der Lage, Maßnahmen zur Abwehr von gängigen Bedrohungen und zur Absicherung von IT-Systemen zu implementieren und deren Wirksamkeit zu verifizieren. Durch die eigenständige Bearbeitung von angeleiteten, praktischen Aufgaben vertiefen und festigen die Studierenden ihre Kenntnisse im Bereich Cyber Defence.

In IT-Forensik lernen die Studierenden die typischen Schritte eines Angriffs auf ein IT-System kennen und entwickeln ein Verständnis für die Prinzipien und Vorgehensweisen bei der Untersuchung von Sicherheitsvorfällen. Sie kennen die grundlegenden Schritte eines Computerforensikers und können diese auf konkrete Angriffsszenarien anwenden. Insbesondere verstehen sie die verschiedenen Analysemethoden und sind in der Lage diese in Form einer gerichtsverwertbaren Aufarbeitung anwenden zu können. Spezieller Wert wird hierbei auf die forensische Analyse einer Festplatte mittels eines Open-Source-Tools sowie der Erarbeitung eines Konzeptes zur Sicherheitsüberprüfung eines komplexen Systems gelegt. Ferner lernen die Studenten Methoden zur Sicherung und Analyse von Festplatteninhalten und anderen Datenträgern auf sichtbaren und versteckten Bereichen sowie Grundlagen der Steganographie kennen.

Die Vorlesung Sicherheitsmanagement vermittelt die Kompetenz, den Themenkomplex Informationssicherheit in seiner Breite strukturiert und nach technischen und organisatorischen Aspekten differenziert anzugehen und je nach Einsatzszenario systematisch Schwerpunkte im operativen Sicherheitsmanagement zu setzen. Studierende werden in die Lage versetzt, in realistischen Anwendungsbeispielen den Erfüllungsgrad von Anforderungen durch internationale Normen zu beurteilen und Maßnahmen zu planen, um identifizierte Defizite zu beseitigen.

Durch die Vorlesung Entwicklung und Betrieb sicherer vernetzter Anwendungen wird die Kompetenz vermittelt, grundlegende Designfehler, weit verbreitete Sicherheitslücken und typische Implementierungsfehler auf Quelltextebene zu erkennen und zu vermeiden. Studierende lernen praxisrelevante Penetration-Testing-Ansätze, ausgewählte wichtige Software-Härtungsmaßnahmen und Bausteine sicherer vernetzter Anwendungen samt ihren betrieblichen Aspekten kennen.

#### Inhalt

Die Vorlesung Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit behandelt eine Reihe komplementärer Fragestellungen, die das Zusammenspiel technischer Angriffe und korrespondierender Abwehrmechanismen mit dem „Faktor Mensch“ in der IT-Sicherheit aufzeigen. Zunächst werden verschiedene Paradigmen der IT-Sicherheit und häufig anzutreffende Designprobleme bei heutigen Kommunikationsprotokollen und komplexen IT-Infrastrukturen betrachtet. Im weiteren Verlauf werden aktuelle technische und Social-Engineering-basierte Angriffsverfahren, die in der Praxis häufig kombiniert anzutreffen sind, und Konsequenzen für die Gewährleistung der IT-Sicherheit und die systematische Auswahl und Kombination von Sicherheitsmaßnahmen vorgestellt. Das inhärente Konfliktpotential zwischen umfassendem technischem Security-Monitoring und Datenschutz wird im Kontext von Privacy Enhancing Technologies analysiert und anhand ausgewählter Verfahren zur Datenanonymisierung und Internet-Anonymisierungsdiensten auf Basis von Mix-Netzen und Onion-Routing veranschaulicht. Anhand exemplarischer Dienste wie dem Hosting virtueller Server und kollaborativer Dateiablagen werden die Methoden abschließend auf den Themenkomplex Cloud Computing Security angewandt

und ein Ausblick auf aktuelle Weiterentwicklungen in Forschung und Entwicklung gegeben.

In der Vorlesung Netzsicherheit erhalten Studierende einen vertieften Einblick in Fragestellungen der Netzsicherheit. Hierbei werden zunächst die Sicherheitsbedrohungen im Wandel von klassischen Angriffen hin zum Cyber War mit Schadsoftware und deren Verbreitung betrachtet, sowie u.a. aktive und passive Angriffe, Blended Attacks, Web Hacking, Spam, Botnetze und Aspekte der Internet-Kriminalität behandelt.

Im weiteren Verlauf stehen sowohl Firewall-Architekturen, -konzepte, -Systeme als auch Intrusion Detection und Prevention Systeme, Honeypots (Low- und High-Interaction), Honeynets sowie Early Warning Systeme im Fokus. Eine vertiefende Auseinandersetzung mit sicherheitsrelevanten Protokollen wie IPSec und den Auswirkungen der breitbandigen Nutzung von IPv6 auf die Netzsicherheit ist ebenso Bestandteil der Vorlesung. Wesentliche Techniken und Besonderheiten neuer Verfahren und Ansätze zur Angriffserkennung im Bereich der mobilen Endgeräten wie Smartphones und Tablet-PCs sowie des Cloud Computings schließen die Thematik ab.

Schwerpunkt im Praktikum Netzsicherheit ist die selbstständige Durchführung von praktischen Aufgaben zu aktuellen Themen und Fragestellungen der Absicherung von IT-Systemen. Zu Beginn werden einfache Angriffe auf den Ebenen 2 bis 4 sowie 7 des ISO/OSI-Referenzmodells vorgestellt, bspw. durch die Manipulation von ARP

oder Subnetting oder Angriffe gegen Webseiten auf Applikationsebene (z.B. XSS) betrachtet. Entsprechende Gegenmaßnahmen werden untersucht und integriert (z.B. Einrichtung und Betrieb einer Firewall, Absicherung von Webservern, Aufbau und Betrieb von Tunneln). Darauf aufbauend werden weitere, aktuelle Angriffsverfahren behandelt, bspw. Bot-Netz-Attacken oder spezialisierte Angriffe wie z.B. zielgerichtete Angriffe. Hierzu werden ebenfalls geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt und praktisch implementiert (z.B. Intrusion Detection/Prevention Systeme, low/high interaction Honeypots/Honeynets).

IT-Forensik beschäftigt sich mit der Untersuchung von Vorfällen (Incidents) von IT-Systemen. Durch Erfassung, Analyse und Auswertung digitaler Spuren in Computersystemen werden nach Möglichkeit sowohl der Tatbestandes als auch der oder die Täter festgestellt. Im Rahmen der Veranstaltung erhalten die Studenten zunächst einen grundlegenden Überblick über die Thematik IT-Forensik (z.B. Forensik vs. Incident-Response). Im nächsten Schritt erfolgt ein vertiefender Einblick in den Aufbau von Speichermedien (Festplatten, Flashspeicher, Magnetbänder) sowie Arten, Standards, Schnittstellen (Aufbau und Analyse von Standarddateisystemen, bspw. FAT, NTFS, ext). Darauf aufbauend erfolgt eine Klassifikation von Datenträgern, Partitionierungsverfahren sowie prinzipiellen Analysemöglichkeiten (z.B. vor dem Hintergrund einer Verschlüsselung von Dateien). Als nächstes werden typische Angriffsmethodiken untersucht, bevor am praktischen Beispiel einer forensischen Post-Mortem-Analyse ein konkretes Szenario bearbeitet wird. Hierbei wird u.a. ein spezieller Fokus auf die Einbeziehung von Behörden im Sinne einer gerichtsverwertbaren Auswertung gelegt.

<p>Die Vorlesung Sicherheitsmanagement führt in die organisatorischen und technischen Aspekte des Umgangs mit dem Thema Informationssicherheit in komplexen Umgebungen ein, beispielsweise in Konzernen mit mehreren Standorten und bei organisationsübergreifenden Kooperationen wie Zulieferpyramiden oder internationalen Forschungsprojekten. Auf Basis der internationalen Normenreihe ISO/IEC 27000, das u.a. im Rahmen des IT-Sicherheitsgesetzes auch national stark an Bedeutung gewinnt, und weiterer Frameworks wie COBIT werden die Bestandteile so genannter Informationssicherheits-Managementsysteme (ISMS) analysiert und Varianten ihrer Umsetzung mit den damit verbundenen Stärken und Risiken diskutiert. Neben der Integration vorhandener technischer Sicherheitsmaßnahmen in ein ISMS werden auch die Schnittstellen zu branchenspezifischen Vorgaben, beispielsweise dem Data Security Standard der Payment Card Industry, zum professionellen IT Service Management bei IT-Dienstleistern und zu gesetzlichen Auflagen betrachtet.</p> <p>Die Vorlesung Sichere vernetzte Anwendungen betrachtet Methoden, Konzepte und Werkzeuge zur Absicherung von verteilten Systemen über deren gesamten Lebenszyklus. Anhand von Webanwendungen und anderen serverbasierten Netzdiensten werden zunächst Angreifer-, Bedrohungs- und Trustmodelle sowie typische Design-, Implementierungs- und Konfigurationsfehler und deren Zustandekommen analysiert. Auf Basis dieser Grundlagen wird ein systematisches Vorgehen bei der Entwicklung möglichst sicherer vernetzter Anwendungen erarbeitet. Nach einem Überblick über die Besonderheiten der auf IT-Sicherheitsaspekte angepassten Entwicklungsprozesse werden ausgewählte Methoden und Werkzeuge, u.a. zur statischen bzw. dynamischen Code-Analyse und für Penetration Tests, und ihr Einsatz in den einzelnen Phasen des Softwarelebenszyklus mit den Schwerpunkten Implementierung und operativer Einsatz vertieft. Am Beispiel von Authentifizierungs- und Autorisierungsverfahren u.a. auf Basis von LDAP, SAML, XACML und OAuth wird die Integration klassischer und moderner Access-Control-Modelle in neu entwickelte Systeme und Legacy-Anwendungen mit ihren betrieblichen Aspekten, u.a. Management und Skalierbarkeit, diskutiert. Nach einem Überblick über aktuelle Härtungs- und Präventionsansätzen in Compilern, Betriebssystemen und Libraries werden ausgewählte Ansätze zur Analyse von Exploits und Malware behandelt. Unter dem Stichwort Ethical Hacking werden abschließend Vorgehensweisen bei der Responsible Disclosure identifizierter Schwachstellen diskutiert, die zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitseigenschaften komplexer Anwendungen führen.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Leistungsnachweis für das Gesamtmodul ist ein Notenschein, der sich aus verschiedenen Einzelleistungen in den Teilveranstaltungen zusammensetzt. Die geforderten Einzelleistungen werden in den einzelnen Veranstaltungen separat bekannt gegeben.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>2-3 Trimester</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Neben der Pflichtveranstaltung (Praktikum Netzsicherheit) sind drei der Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.</p>

Modulname	Modulnummer
Rechnersysteme	1031

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Ph.D. M.S. (OSU) Klaus Buchenrieder	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10311	VÜ	Eingebettete Systeme	Pflicht	3
10312	VÜ	Betriebssysteme	Wahlpflicht	3
10313	VÜ	Hochleistungssysteme	Wahlpflicht	3
10314	VÜ	Virtualisierung	Wahlpflicht	3
10315	B	Computer Aided Design	Wahlpflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Voraussetzung für alle Modulbestandteile sind Kenntnisse in Rechnerarchitektur. Für Eingebettete Systeme, Hochleistungsrechner und Computer Aided Design sind zusätzlich Kenntnisse zu Rechnerorganisation, wie sie im Bachelor-Modul Rechnerorganisation vermittelt werden, notwendig. Für die Teile Betriebssysteme und Virtualisierung sind zusätzlich grundlegende Kenntnisse zu Betriebssystemen, wie sie z.B. im Bachelor-Modul Einführung in Betriebssysteme behandelt werden, erforderlich.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden vertiefen die Kompetenz, das grundlegende Verhalten und die wesentlichen Aufgaben von hardwarenahen Rechnersystemen in der Praxis zu verstehen und zu bewerten. Sie können Eigenschaften von hardwarenahen Rechnersystemen fachwissenschaftlich einordnen und haben damit die Grundlage, die Verwendbarkeit dieser Konzepte für bestimmte praktische Anwendungen zu bewerten.

In der Veranstaltung Computer Aided Design lernen die Studierenden die Funktionsweise eines komplexen Mikrorechners kennen. Die Teilnehmer realisieren und testen diesen mit programmierten Werkzeugen durch die Integration bestehender und in der Veranstaltung entworfener Systemkomponenten.

## Inhalt

*Modulbestandteil 10311 Eingebettete Systeme:*



In diesem Modulbestandteil erhalten die Studierenden einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Grundlagen und Konzepte, die zum Entwurf eingebetteter Systeme notwendig sind. Zu Beginn werden die Kenntnisse über Hardware-Konzepte aus dem Modul "Rechnerorganisation"

vertieft und darauf aufbauend Mikro- und spezielle Architekturen entwickelt. Neben den gängigen Prozessorarchitekturen werden digitale Signalprozessoren (DSP) und System-on-Chip Architekturen eingeführt. Zu Themen der maschinennahen Programmierung von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern werden Konzepte und Probleme der Verarbeitung von Events und Daten unter Echtzeitbedingungen behandelt. Nach der Einführung asynchroner Ereignisse und den dazu gehörenden Zeitbedingungen werden grundlegende Verfahren zur Ereignissynchronisation beschrieben und Prozessplanungsverfahren vorgestellt. Im dritten Abschnitt des Modulbestandteils wird auf die Entwurfsmethodik für die Konstruktion leistungsfähiger Eingebetteter Systeme eingegangen. In der Übung zur Vorlesung wird hardwarenahe Software in Kleingruppen entwickelt, in Betrieb genommen und getestet.

#### *Modulbestandteil 10312 Betriebssysteme:*

In der Vorlesung "Betriebssysteme" werden die Kenntnisse über Aufgaben und Implementierungskonzepte von Betriebssystemen in den Themenbereichen der Prozess- und Hauptspeicherverwaltung vertieft. Den Schwerpunkt bilden die Verfahren zur Prozessorvergabe, dabei werden auch Multiprozessorsysteme und Realzeitsysteme ausführlich behandelt. Weitere Themen sind die Behandlung von Verklemmungen, Seitenersetzungsstrategien für virtuellen Speicher und Techniken der Speicher-Segmentierung. Alle Themen betreffen sowohl die theoretischen und technischen Hintergründe, als auch die für die Praxis relevanten Konsequenzen.

#### *Modulbestandteil 10313 Hochleistungsrechner:*

Hochleistungssysteme kommen immer dann zum Einsatz, wenn besonders große Anforderungen an Geschwindigkeit, Umfang oder Präzision von Berechnungen gestellt werden. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die Welt des Hochleistungsrechnens und stellt die dort dort verwendeten Hardware-Architekturen und Programmiermodelle vor. In Kooperation mit dem Leibniz Rechenzentrum (LRZ) können die vermittelten Konzepte auf verschiedenen Plattformen bis hin zum Supercomputer erprobt werden.

#### *Modulbestandteil 10314 Virtualisierung:*

Die Vorlesung "Virtualisierung" behandelt die Techniken zur Virtualisierung von Rechnerkomponenten, die sowohl in Betriebssystemen als auch in virtuellen Maschinen zum Einsatz kommen. Als virtualisierbare Komponenten werden Prozessoren, Arbeitsspeicher, Hintergrundspeicher- und Ein-/Ausgabegeräte und lokale Rechnernetze betrachtet. Dabei wird jeweils untersucht, unter welchen Voraussetzungen eine effiziente Virtualisierung möglich ist und wie weit heutige Hardware-Komponenten diese Voraussetzungen erfüllen.

#### *Modulbestandteil 10315 Computer Aided Design:*

In der Vorlesung werden Systemkomponenten spezifiziert und in der Übung mit VHDL bzw. als Schematic entworfen, simuliert und auf einer Prototyping Plattform mit Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) realisiert, getestet und in Betrieb genommen.
<b>Leistungsnachweis</b>
Notenschein.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 3 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Um das Modul zu bestehen, sind neben der Pflichtveranstaltung entweder die Veranstaltung Computer Aided Design oder zwei (2) der übrigen Vorlesungen mit Übung zu belegen.

Modulname	Modulnummer
<b>Analytische Modelle</b>	1032

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10321	VÜ	Quantitative Modelle	Pflicht	5
10322	VÜ	Verlässliche Systeme	Wahlpflicht	3
10323	VÜ	Zuverlässigkeitstheorie	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Bachelor-Niveau wird vorausgesetzt. Voraussetzung ist ferner eine Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und des Entwurfs von Rechen- und Kommunikationssystemen.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, ein existierendes oder geplantes reales System auf ein Modell abzubilden und anhand des Modells Aussagen über die zu erwartende Leistungsfähigkeit und/oder Zuverlässigkeit zu machen. Sie werden in die Lage versetzt, die Zusammenhänge zwischen den diversen Parametern eines Systems und den zu erwartenden Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen zu verstehen. Die Studierenden sollten nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul in der Lage sein, (Rechner-)Systeme performanter und verlässlicher zu entwerfen, bzw. existierende Systeme bezüglich Performance und Verlässlichkeit bewerten zu können.

## Inhalt

Neben der Frage, ob ein Rechen- oder Kommunikationssystem seine funktionalen Anforderungen korrekt und vollständig erfüllt, spielt die Frage nach der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Systems eine zentrale Rolle. Modelle mit stochastischem Charakter sind ein wichtiges Hilfsmittel für die Leistungs- und Zuverlässigkeitsbewertung von Systemen.

In diesem Modul werden die Grundlagen solcher Modelle und ihrer quantitativen Analyse behandelt. Im Pflichtteil "Quantitative Modelle" werden einfache stochastische Prozesse, insbesondere Markov-Prozesse mit diskretem oder stetigem Zeitparameter eingeführt. Es werden wichtige Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen definiert und bestimmt. Wichtige Gesetzmäßigkeiten, wie das Gesetz von Little, werden erläutert. Es werden unterschiedliche Typen von Bediensystemen betrachtet, und schließlich verschiedene

Verfahren für die Analyse von Warteschlangennetzen und die numerische Analyse von Markovketten vorgestellt.

Die Wahlpflicht-Lehrveranstaltung "Verlässliche Systeme" fokussiert insbesondere auf Fehlertoleranz-Methoden und deren Bewertung zur Erhöhung der Systemzuverlässigkeit solcher Systeme. Neben zentralen Begrifflichkeiten werden Modellierungsmethoden wie Fehlerbäume, Zuverlässigkeitsblockdiagramme und Markov-Modelle für Systeme mit und ohne Reparaturen thematisiert.

In der alternativen Wahlpflicht-Lehrveranstaltung "Zuverlässigkeitstheorie" werden strukturelle Eigenschaften kohärenter Systeme betrachtet, d.h. die Funktionstüchtigkeit des Systems wird in Beziehung zur Funktionstüchtigkeit seiner Komponenten gesetzt. Die Studierenden lernen Methoden und Ansätze kennen, mit denen z.B. das Ausfall- und Überlebensverhalten von einzelnen Bauteilen oder Geräten (die als ein vernetztes System von Bauteilen aufgefasst werden können) modelliert und analysiert werden können.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Aufgaben während der Übungen und zu Hause. Der Prüfungsmodus und die Details zur Aufgabebearbeitung werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

#### Verwendbarkeit

Angesichts der hohen Leistungs- und Zuverlässigkeitsanforderungen an informationsverarbeitende Systeme in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (z.B. verteilte eingebettete Systeme, Prozesssteuerungen, sicherheitskritische Systeme, Workflow-Systeme oder paralleles wissenschaftliches Rechnen) bilden die erworbenen Kenntnisse einen wichtigen Bestandteil der Ausbildung von Informatikern.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Semester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.  
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

#### Sonstige Bemerkungen

In diesem Modul ist neben der Pflichtveranstaltung (mit Übung) eine der beiden Wahlpflichtveranstaltungen (mit Übung) zu wählen.

Modulname	Modulnummer
Simulationstechnik	1033

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Oliver Rose	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10244	P	Praktikum Modellbildung und Simulation	Wahlpflicht	4
10331	VÜ	Parallele und verteilte Simulation	Pflicht	3
10332	VÜ	Entscheidungsunterstützende Modellbildung und Simulation	Wahlpflicht	3
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
10334	VÜ	Verifikation und Validierung von Modellen	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>7</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik sowie zu Simulation, wie sie beispielsweise in den entsprechenden Modulen im Bachelor Informatik oder Master Informatik vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Ziel der Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist es, den Studierenden - auf der Basis profunder Kenntnisse der Simulation im Allgemeinen - spezielle Techniken aus den Gebieten parallele und verteilte Simulation, heuristische Optimierungsverfahren, Verifikation und Validierung sowie Entscheidungsunterstützungsverfahren zu vermitteln. Insbesondere sollen die Studierenden dabei lernen, wie sie komplexe Simulationsmodelle durch diese besonderen Techniken verbessern können, um Probleme zu lösen, die rein analytisch oder mit Standardmethoden nicht mehr beherrschbar sind.

## Inhalt

In den Lehrveranstaltungen dieses Moduls werden Kenntnisse der Computersimulation unter besonderer Berücksichtigung spezieller Modellierungsziele und Verwendungszwecke in der Praxis methodisch vertieft. Dabei handelt es sich um:

- die verteilte oder parallele Ausführung von Simulationsmodellen auf mehreren Prozessoren oder Rechnern aus Gründen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit oder auch der Zuverlässigkeit (Parallele und verteilte Simulation),

- Maßnahmen zur Sicherstellung der Glaubwürdigkeit, Gültigkeit und Qualität von Modellen und deren Ergebnissen hinsichtlich eines bestimmten Verwendungszwecks (Verifikation und Validierung von Modellen),
- Vorgehensweisen, Paradigmen und Methoden zum Einsatz von Simulation als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung, welche meist unter Annahmen über die Realsysteme zu erfolgen hat und zu Ergebnissen führen muss, die dem Anwender plausibel erscheinen (Entscheidungsunterstützende Modellbildung und Simulation),
- heuristische Verfahren, die zur Optimierung von Simulationsergebnissen und Eingabeparameter insbesondere bei komplexen Modellen unverzichtbar geworden sind (Moderne Heuristiken).

Im Praktikum sollen gegebenenfalls einzelne dieser Methoden im Rahmen eines Beispiels umgesetzt werden.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten.

#### Verwendbarkeit

Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit auf den durch die Module adressierten speziellen Feldern der Modellbildung und Simulation. Zudem sind die Inhalte des Moduls erfahrungsgemäß von besonderer Bedeutung, wenn in der beruflichen Praxis komplexe Simulationsmodelle zum Einsatz kommen.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 3 Semester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.  
Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester im 1. Studienjahr vorgesehen.

#### Sonstige Bemerkungen

Neben der Pflichtveranstaltung sind entweder zwei Wahlpflichtveranstaltungen oder das Praktikum zu wählen. Je nach Kombination der Veranstaltungen, ergibt sich die TWS-Summe 7 bzw. 9.

Modulname	Modulnummer
<b>Internet der Dinge (IoT)</b>	1093

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. rer. nat. Corinna Schmitt	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10931	VÜ	Einführung in das Internet der Dinge	Pflicht	3
10932	VÜ	Tatort Internet	Wahlpflicht	3
55131	VÜ	Sichere mobile Systeme	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundverständnis im Bereich Rechnernetze und Internet.

## Qualifikationsziele

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, fundierte Designentscheidungen für die Entwicklung von Geräten und Anwendungen für das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) zu treffen. Sie sind in der Lage, verschiedene Algorithmen und Protokolle und Systemarchitekturen für IoT-Anwendungen unter Berücksichtigung von Erfassungs-, Berechnungs-, Kommunikations- und Energieaspekten zu bewerten, zu vergleichen und anzuwenden. Des Weiteren sind die Teilnehmer auch in der Lage, Gefahren zu erkennen und zu bewerten, um etwaige Sicherheitsbedenken oder Empfehlungen aus zu sprechen.

## Inhalt

Das Modul beschäftigt sich mit der Digitalisierung und der daraus resultierenden starken Vernetzung diverser Bereiche zum Internet der Dinge (engl. Internet of Things, IoT). Es werden nicht nur Grundlagen bzgl. Architektur und verwendeten Protokolle erarbeitet, sondern auch in Kommunikationsstandards eingeführt mit besonderem Augenmerk auf Sicherheit. Um eine Sicherheitsbewertung von Anwendungen machen zu können, werden auch Grundlagen über Angriffsvektoren und Gegenmaßnahmen vorgestellt. Daher gliedert sich das Modul in 3 Veranstaltungen:

In der Pflichtveranstaltung „Einführung in das Internet der Dinge“ werden die Grundlagen gelegt. Hierbei werden verschiedene Architekturen, Protokolle und Konzepte erarbeitet, u.a. Plattformen (Hardware und Software), Netzwerkkarten, MAC, und Routing. Als Basisliteratur werden folgende Bücher genommen:

- H. Karl und A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks (English Edition), ISBN 9780470519233

- J. Kurose und R. Keith: Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition, ISBN: 1292153598

In der Wahlpflichtveranstaltung „Sichere Mobile Systeme“ werden zum Einen verschiedene Kommunikationsstandards (u.a. WLAN, Bluetooth, und IEEE 802.15.4) vorgestellt, die im Bereich IoT ihren Einsatz finden, welche Einschränkungen sie haben und welche Sicherheitsaspekte sie erfüllen. Zum Anderen werden konkrete Anwendungen wie elektronische Ausweise, Gesundheitskarte und mobiles Bezahlen näher betrachtet. Als Basisliteratur wird auf diverse Standarddokumente vom BSI und IETF verwiesen.

In der alternativen Wahlpflichtveranstaltung „Tatort Internet“ lernen die Teilnehmer Gefahren im IoT kennen. Es werden verschiedene Analysemethoden sowie ausgewählte & eingesetzte Tools von Angreifern vorgeteilt und praktisch getestet. Als Basisliteratur wird auf das Buch „Practical IoT Hacking“ von F. Chantzis et al (ISBN 1718500904) gesetzt.

Leistungsnachweis
Notenschein
Dauer und Häufigkeit
2 Trimester



Modulname	Modulnummer
Verteilte Systeme	1157

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gunnar Teege	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10261	VL	Verteilte Systeme	Pflicht	4
10262	UE	Verteilte Systeme	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Generell Kenntnisse zu Grundlagen der Informatik, wie sie in den Modulen der ersten vier Trimester des Bachelor-Studiengangs vermittelt werden. Nützlich sind Kenntnisse zu Rechnernetzen, insbesondere zu Vermittlungs- und Transportschicht.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der verteilten Systeme, die heutzutage weitgehend den Standardfall der Realisierung komplexer IT-Systeme darstellen. Sie kennen konkrete Ausprägungen und können ihre Verwendbarkeit für praktische Aufgabenstellungen einschätzen. Sie kennen ebenso die theoretischen Probleme und Grenzen und wissen, wie sie mit ihnen in der Praxis umgehen können.

#### Inhalt

Die Studierenden lernen generell Eigenschaften nachrichtenbasierter verteilter Systeme kennen und ihre Abgrenzung zu nicht verteilten oder eng gekoppelten Systemen. Einige dieser Eigenschaften werden herausgegriffen und vertieft behandelt. Am Beispiel einfacher Kommunikationsprotokolle werden detailliert Fehlersituationen und Möglichkeiten zur Fehlererkennung und Fehlerbehandlung betrachtet. Die Studierenden lernen typische einfache Maßnahmen kennen, um zuverlässige Protokolle zu realisieren (Sequenznummern, Quittungen, Timeouts). Als weitere Aspekte werden behandelt: höhere Kommunikationsformen wie entfernte Aufrufe in prozeduralen und objektorientierten Umgebungen, die Kommunikationsformen in "Peer-to-peer"-Systemen und die Möglichkeiten zur Benennung von Ressourcen in verteilten Systemen. Dabei werden die Begriffe der Namens- und Verzeichnisdienste erläutert und mit den konkreten Ausprägungen DNS und LDAP illustriert.

Der Rest der Veranstaltung behandelt intensiv die typischen Synchronisations- und Nebenläufigkeitseffekte, die die Entwicklung von verteilten Systemen und den Umgang mit ihnen erschweren. Nach einer Einführung in die Problematik der zeitlichen

Synchronisation wird die Konsensbildung behandelt, u.a. am klassischen Beispiel der "byzantinischen Generäle". Danach folgt eine allgemeinere Betrachtung von Konsistenzformen bei Nebenläufigkeit und die Anwendung auf die praktischen Beispiele des sortierten Empfangs von Nachrichten und replizierte Datenhaltung.

**Literatur:**

- A.S. Tanenbaum, M. van Steen: Verteilte Systeme, 2. Auflage, Pearson Studium, 2008
- G. Coulouris u.a.: Distributed Systems, 5th Edition, Pearson, 2012

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.

**Verwendbarkeit**

Das Modul vermittelt Grundkenntnisse, die relevant für Entwicklung und Verständnis aller Arten verteilter Systeme sind, insbesondere für Web-Anwendungen, Web-Services, verteilte Datenbanken, Transaktionssysteme und alle Arten serverbasierter Apps. Es kann mit entsprechenden Modulen kombiniert werden, bildet aber auch für sich eine abgeschlossene Inhaltsmenge. Das Modul ist geeignet zur Vertiefung in den Master-Studiengängen Informatik/Wirtschaftsinformatik oder am Ende der entsprechenden Bachelor-Studiengänge.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.  
Als Startzeitpunkt in Masterstudiengängen ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen, in Bachelorstudiengängen das Herbsttrimester im 3. Studienjahr.

Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.

#### Inhalt

Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.

#### Leistungsnachweis

Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.

#### Verwendbarkeit

Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

<p>Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.</p>

Modulname	Modulnummer
Rechnernetze	1197

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gabi Dreo Rodosek	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	132	128	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10102	VÜ	Netzsicherheit	Wahlpflicht	3
11971	VÜ	Rechnernetze	Pflicht	5
11972	VÜ	Mobile Kommunikationssysteme	Wahlpflicht	3
11975	VÜ	Praktikum Rechnernetze (II)	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>11</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Rechnernetzen, wie sie z.B. durch das Bachelor-Modul Einführung in Rechnernetze vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis von der Problematik der Sicherstellung von Dienstgüte in IP-Netzen. Anhand der Anforderungen von unterschiedlichen Multimedia-Anwendungen werden Konzepte und Mechanismen erläutert, die es den Hörern ermöglichen selbst Dienstgüte-Lösungen zu konzipieren, umzusetzen und zu bewerten.

## Inhalt

Das Modul Rechnernetze stellt eine Vertiefung des Moduls Einführung in Rechnernetze dar und behandelt weitere Fragestellungen auf dem Gebiet der Kommunikationssysteme. Durch die Konvergenz von Sprache und Daten resultieren nämlich neue Anforderungen an die Rechnernetze. Die Sicherstellung der Dienstgüte für Anwendungen wie Voice over IP (VoIP) ist dabei eine der wichtigsten Herausforderungen. Schwerpunkte des Moduls sind somit:

- Dienstgütemechanismen in IP-Netzen
- QoS-Möglichkeiten bei verschiedenen Netztechnologien
- Internet-Unterstützungsprotokolle für Multimedia-Anwendungen (Multicast, RTP, IntServ, DiffServ, MPLS, RTSP)
- Digitale Sprache und Video im Internet (H.323, SIP, MPEG, VoIP)
- Virtuelle Private Netze (Technologie, Einsatzmöglichkeiten mit IPSec und MPLS, Fallbeispiele)

<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 30 min. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Dieses Modul ist in anderen Master-Studiengängen mit informationstechnischer Ausrichtung verwendbar.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 3 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization</b>	2994

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. rer. nat. Maximilian Moll	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
29941	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Data-driven Optimization	Pflicht	3
29942	VÜ	Quantum Machine Learning & Optimization	Wahlpflicht	3
29943	SE	Seminar: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
29944	P	Praktikum: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse in Methoden des Operations Research und des Data Minings oder der Statistik werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele

Studierende sollen in die Lage versetzt werden, sich selbstständig mit neuartigen Methoden der data-driven Optimization in Theorie und Praxis auseinander zu setzen. Hierzu sollen sie im Rahmen der Vorlesung, sowie vertiefend in Seminar und Praktikum, verschiedene Methoden analysieren und anwenden.

Hierbei soll nicht nur die Fähigkeit entwickelt werden Ansätze auf ihre theoretische Richtigkeit und praktische Anwendbarkeit zu beurteilen, sondern diese auf ein Problem hin anpassen zu können.

Schließlich soll das Identifizieren geeigneter Probleme und passender Lösungsansätze geschult werden.

Inhalt

Data-driven Optimization beschäftigt sich zukunftsweisend mit der Kombination von klassischen Optimierungsmethoden und daten-basierten Ansätzen. Im Gegensatz zu der klassischen Optimierung der letzten Jahrhunderte, die ausgehend von einem zu optimierenden Modell eine Lösung sucht, bietet das Data-driven Optimization die Möglichkeit, ohne eine exakte mathematische Abstrahierung des zugrunde liegenden Modells Optimierungsmethoden anzuwenden.

<p>Das Modul bietet aufbauend auf dem vorhandenen Grundwissen einen vertiefenden Einblick in ausgewählte Themengebiete des data-driven Optimization. Neben der grundlegenden Problematik werden Themen aus dem Reinforcement Learning, Prescriptive Analytics und der konvexen Optimierung unter Unsicherheit behandelt.</p> <p>Das Reinforcement Learning ist neben Supervised und Unsupervised Learning das dritte Teilgebiet des Machine Learnings und beschäftigt sich mit daten-basierten Ansätzen zu Problemen der klassischen Kontrolltheorie. Hierbei soll im Modul auch die Anwendung auf praxis-relevante Probleme herausgestellt werden, die über die bekannten Lösungen von Spielen, wie z.B. Go, hinausgehen.</p> <p>Prescriptive Analytics stellt aufbauend auf Descriptive und Predictive Analytics die nützlichste und schwerste Stufe des Data Science dar. Hier müssen nicht nur daten-basierte Vorhersagen getroffen werden, sondern das zukünftige System auf eine gegebene Zielvorstellung hin optimiert werden. In der Vorlesung werden verschiedene grundsätzliche Herangehensweisen mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert, sowie die Abgrenzung zu Predictive Analytics konkretisiert.</p> <p>Die konvexe Optimierung stellt ein zentrales Element des Operations Research und der modernen Entscheidungsunterstützung dar. In vielen Fällen sind jedoch die Parameter der Optimierungsmodelle nicht explizit bekannt, sondern müssen zunächst aus Daten abgeleitet werden. Die Vorlesung thematisiert, wie sich dies auf die zu wählenden Optimierungsverfahren auswirken muss.</p> <p>Das Seminar greift aktuelle Publikationen zu den Themen der Vorlesung auf.</p> <p>Im Praktikum setzen sich die Studierenden mit einer konkreten, praxis-nahen Problemstellung des data-driven Optimization auseinander.</p> <p>In der Vorlesung Quantum Machine Learning and Optimization wird spezifisch auf die Verwendung von Quantum Computern für effizientere Algorithmen im Kontext der NISQ-Maschinen eingegangen.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Mündliche Prüfung von 30 min.</p> <p>Zum Absolvieren des Moduls sind drei der vier Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 2 Trimester. Es beginnt immer im Frühjahrstrimester.</p>



Modulname	Modulnummer
<b>Systemsicherheit</b>	5505

Konto	WPFL Vert.: TEI - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gunnar Teege	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10104	VÜ	IT-Forensik	Pflicht	3
55051	VÜ	Betriebssystemsicherheit	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Betriebssystemen, wie sie z.B. im Bachelor-Modul Einführung in die Technische Informatik vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen die wesentliche Rolle kennen, die das Betriebssystem für die Absicherung von Computersystemen spielt und die dabei verwendeten Vorgehensweisen und nötigen Hardware-Voraussetzungen, aber auch die Grenzen rein technischer Maßnahmen. Damit sind sie in der Lage, die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen einzuordnen und Sicherheitseigenschaften von Betriebssystemen abhängig von der Einsatzumgebung zu bewerten. Sie erhalten eine erste Orientierung zum Vorgehen bei der Absicherung von IT-Systemen durch Auswahl und Konfiguration des Betriebssystems und den Einsatz spezieller Sicherheitsmechanismen.

Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Prinzipien und Vorgehensweisen bei der Untersuchung von Sicherheitsvorfällen. Sie kennen die grundlegenden Schritte eines Computerforensikers und können diese auf konkrete Angriffsszenarien anwenden. Insbesondere verstehen sie die verschiedenen Analysemethoden und sind in der Lage, diese in Form einer gerichtsverwertbaren Aufarbeitung anwenden zu können. Ferner beherrschen sie die forensische Analyse einer Festplatte mittels Open-Source-Tools sowie die Erarbeitung von Konzepten zur Sicherheitsüberprüfung komplexer Systeme.

## Inhalt

Zu den Sicherheitsaspekten von IT-Systemen, die typischerweise durch das Betriebssystem implementiert werden, gehören klassischerweise die Zugangs- und Zugriffskontrolle und die Bildung verschiedener Schutzbereiche zur Ausführung von Anwendungen. In der Veranstaltung Betriebssystemsicherheit werden zuerst die wesentlichen Mechanismen zur Absicherung von Software, insbesondere des Betriebssystems selbst vorgestellt (secure boot, Festplattenverschlüsselung,

Hauptspeicherverschlüsselung). Anschließend werden Maßnahmen zur Herstellung von Vertraulichkeit innerhalb eines Rechners betrachtet und Angriffe darauf (Verdeckte Kanäle, Seitenkanäle). Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Autorisierungssysteme vorgestellt. Dabei wird ihre Struktur betrachtet, allgemeine Eigenschaften und Grenzen (Safety-Problem) und der Umgang mit diesen Systemen (Sicherheitsmodelle, mandatory / discretionary access control). Abschließend werden Bewertungskriterien für die Sicherheit von Rechensystemen behandelt mit Schwerpunkt auf dem Common Criteria Standard.

IT-Forensik beschäftigt sich mit der Untersuchung von Vorfällen (Incidents) von IT-Systemen. Durch Erfassung, Analyse und Auswertung digitaler Spuren in Computersystemen werden nach Möglichkeit sowohl der Tatbestand als auch der oder die Täter festgestellt. Im Rahmen der Veranstaltung erhalten die Studenten zunächst einen grundlegenden Überblick über die Thematik IT-Forensik. Im nächsten Schritt erfolgt ein vertiefender Einblick in den Aufbau von Speichermedien (Festplatten, Flashspeicher, Magnetbänder) sowie Arten, Standards, Schnittstellen (Aufbau und Analyse von Standarddateisystemen, bspw. FAT, NTFS, ext4fs). Darauf aufbauend erfolgt eine Klassifikation von Datenträgern, Partitionierungsverfahren sowie prinzipiellen Analysemöglichkeiten (z.B. vor dem Hintergrund einer Verschlüsselung von Dateien). Als nächstes werden typische Angriffsmethoden untersucht, bevor am praktischen Beispiel einer forensischen Post-Mortem-Analyse ein konkretes Szenario bearbeitet wird. Hierbei wird u.a. ein spezieller Fokus auf die Einbeziehung von Behörden im Sinne einer gerichtsverwertbaren Auswertung gelegt.

#### Literatur

Zur Vorlesung Betriebssysteme: Es gibt kein Lehrbuch, das genau den Vorlesungs-Inhalt abdeckt. In den folgenden Büchern werden Themen aus der Vorlesung behandelt, sie sind als vertiefende Literatur verwendbar:

- Andrew S. Tanenbaum: Moderne Betriebssysteme, Pearson Studium, 3. Auflage, 2009
- Claudia Eckert: IT-Sicherheit, DeGruyter, Oldenbourg, 9. Auflage, 2014
- Trent Jaeger: Operating Systems Security, Morgan & Claypool, 2008
- Joachim Biskup: Security in Computing Systems, Springer, 2009.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 60 Minuten Dauer.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Einführung in das Industrial Engineering	1008

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Oliver Rose	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10081	VL	Produktionsmanagement in der Fertigung	Pflicht	3
10082	VL	Ressourceneinsatzplanung für die Fertigung	Pflicht	3
10083	P	Praktikum Produktionsplanung und -steuerung	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse in Modellierung und Simulation sowie grundlegende Programmierkenntnisse.

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen die wichtigsten Fragestellungen und Lösungsansätze bei der Planung und dem Betrieb großer Fertigungsanlagen und können ausgewählte Probleme durch die erlernten Methoden eigenständig lösen. Sie sind mit den grundlegenden Strukturen und Abläufen der Produktion vertraut und sind in der Lage, die Probleme durch Modelle zu beschreiben und anschließend problemspezifische Werkzeuge wie z.B. Fabriksimulatoren einzusetzen oder Lösungsansätze in einer geeigneten Software zu implementieren.

Inhalt
Das Modul führt in die grundlegenden Verfahren des Industrial Engineering ein. Es werden zahlreiche Methoden zur Fabrikplanung und -steuerung behandelt, um die grundlegenden Problemstellungen beim Aufbau und Betrieb von Produktionsanlagen sowie die zugehörigen Lösungsansätze kennenzulernen. Die Fragestellungen orientieren sich an komplexen Massenfertigungsanlagen, wie z.B. in der Halbleiterindustrie, sowie komplexen personalintensiven Montageanlagen, wie z.B. im Flugzeugbau. In der Vorlesung zum Produktionsmanagement werden die wichtigsten Industrial-Engineering-Verfahren behandelt und zahlreiche Faktoren diskutiert, die bei Fertigungsanlagen zu Leistungsverlusten führen können. In den Übungen werden die Fragestellungen und die Lösungsansätze mit Hilfe von industrietypischen Simulationsmodellen untersucht.

<p>Die Vorlesung zur Ressourceneinsatzplanung behandelt die grundlegenden Verfahren zur Planung von Ressourcen (Mitarbeiter, Maschinen, Transportmittel, ...) bei einem gegebenen Produktionsumfeld und einer zu optimierenden Zielfunktion (z.B. Minimierung der Lieferterminabweichung). Es werden die für die Lösung der Probleme üblicherweise genutzten Algorithmen vorgestellt. Neben den Verfahren für optimale Lösungen werden auch zahlreiche Heuristiken dargestellt.</p> <p>Das Praktikum dient zur Vertiefung der Methodenkenntnisse aus den beiden Vorlesungen an einer aktuellen Forschungsfragestellung.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
Mündliche Prüfung von 30 min.
<b>Verwendbarkeit</b>
Da ein Großteil der Informatiker in der Industrie zum Einsatz kommt, sind grundlegende Kenntnisse über Produktionsanlagen, deren typische Problemstellungen bei Planung und Betrieb sowie die typischen Modellierungsansätze für diese Anlagen von eminenter Bedeutung.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2-3 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
IT-Management	1047

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Ulrike Lechner	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10471	VÜ	IT-Governance	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse ausgewählter Themen des IT-Managements, sowie betriebswirtschaftlicher Fragestellungen

#### Qualifikationsziele

- Die Studierenden lernen zentrale Fragestellungen und wichtige Instrumente der Organisation, Steuerung und Kontrolle der IT und der IT- Prozesse von Organisationen kennen.
- Die Studierenden lernen Fragestellungen und Methoden der Praxis im IT-Management kennen.
- Die Studierenden werden befähigt Methoden des IT-Managements zu gestalten und zu evaluieren.

#### Inhalt

Wie kann die IT-Landschaft einer Organisation gestaltet werden? Heute spielt IT in vielen Organisationen eine zentrale Rolle für den Erfolg einer Organisation. Viele Skandale oder Misserfolge lassen sich auch darauf zurückführen, dass die IT die Unternehmensstrategie nicht richtig umsetzt. Beispielsweise haben fehlende Limits für den Börsenhandel bzw. fehlende Instrumente zur Überwachung der Börsengeschäfte und Durchsetzung dieser Limits Banken und ganze Volkswirtschaften in Bedrängnis bringen können. IT-Sicherheit und Privacy sind weitere zentrale Fragestellungen im IT-Betrieb. Hier müssen Regeln genauso wie ihre Umsetzung in der Organisation und ihrer IT geklärt sein. Auch moderne Formen des Betriebs der IT, wie IT-Outsourcing oder Cloud Computing können nur dann erfolgreich sein, wenn die Regeln für den Betrieb der IT klar formuliert, in Verträgen geregelt sind und professionell umgesetzt werden können. Gesetzliche Regelungen stellen sich als schwierig dar und häufig genug „über- holt“ die Technologie die Regelungen. Man denke hier an die Diskussionen um die Panorama Dienste von Google und Microsoft genauso wie über die sozialen Netzwerke. Heute geben z.B. für die Finanzwirtschaft Basel II und Sarbanes-Oxley Regeln für den Betrieb der IT vor.

<p>IT-Governance ist ein vergleichsweise neues Gebiet der Informatik und Wirtschaftsinformatik, das der zentralen Rolle der IT für Organisationen Rechnung trägt. In diesem Themenfeld gibt es einige zentrale Aufgaben. Die IT mit ihren Prozessen ist so zu gestalten, dass Sie den gesetzlichen Vorgaben entspricht und die Geschäftsstrategie umsetzt. Weitere Aufgaben sind Schaffung von Werten durch IT und die Minimierung von IT-Risiken. IT-Governance soll den Rahmen schaffen, IT-Services effektiv und effizient zu erbringen.</p> <p>IT-Management soll den Betrieb der IT effektiv und effizient sicherstellen. Dazu müssen Strategien mittels IT umgesetzt werden. Relevant sind für das IT-Management auch Fragen des Medien- und Kommunikationsmanagements und seiner Umsetzung in der IT.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Notenschein oder mündliche Prüfung von 30min.</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>IT-Management ist eine zentrale Aufgabe in Organisationen. Die Studierenden lernen Konzepte des IT-Management in der Umsetzung betriebswirtschaftlicher Fragestellungen und Fragestellungen des Kommunikations- und Medienmanagements kennen.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Entwicklung von Geschäftsmodellen</b>	1156

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Ulrike Lechner	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11561	VÜ	Entwicklung von Geschäftsmodellen	Wahlpflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse der Wirtschaftsinformatik entsprechend B.Sc. Wirtschaftsinformatik.
Qualifikationsziele
Die Studenten lernen Theorie und realistische Komplexität der Gestaltung von Geschäftsmodellen für technologische Innovationen kennen und erwerben Methodenkompetenz in der Entwicklung und Evaluation von Geschäftsmodellen.
Inhalt
<p>Entrepreneurship (Unternehmertum) befasst sich mit der Identifizierung von Markt-Chancen und Geschäftsideen und deren Umsetzung in Geschäftsmodellen und Geschäftsplänen. Die Studierenden lernen ausgewählte Teilbereiche der wissenschaftlichen Literatur zu Entrepreneurship kennen und analysieren ausgewählte Fallbeispiele.</p> <p>Die Studierenden erwerben Methodenkompetenz in der Analyse, der Gestaltung, der Evaluation von Geschäftsmodellen und von Systemen von Geschäftsmodellen. Sie lernen Methoden der Erstellung von Geschäftsplänen kennen. Die Studierenden erwerben und vertiefen dabei Kenntnisse von Modellen und Theorien elektronischer Märkte, des Innovationsmanagements, der Diffusion von Innovationen in Märkten, der Standardisierung und Regulation.</p> <p>Anhand einer ausgewählten Industrie werden an Beispielen (Systeme von) Geschäftsmodellen entwickelt und evaluiert.</p>
Leistungsnachweis
Für den Studiengang CAE: Studienarbeit

Für alle anderen Studiengänge: Notenschein.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Wirtschaftsinformatik will Technologie wirtschaftlich sinnvoll gestalten und technologische Innovationen in einen wirtschaftlich sinnvollen Rahmen von Geschäftsprozessen, Organisation und Strategie einbetten. Die Studierenden lernen hierzu Methoden kennen.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.



Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.
Inhalt
Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.
Leistungsnachweis
Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.
Verwendbarkeit
Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

<p>Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Rechnergestützte Gruppenarbeit</b>	1164

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Michael Koch	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	84	186	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11641	VÜ	Rechnergestützte Gruppenarbeit	Wahlpflicht	3
11642	VÜ	Projekt Rechnergestützte Gruppenarbeit	Wahlpflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>7</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Rechnernetzen und Verteilten Systemen. Für das selbständige Durcharbeiten der Fachliteratur des Moduls sind grundlegende Englische Sprachkenntnisse erforderlich.

#### Qualifikationsziele

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen, Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten computergestützter, kooperativer Arbeit (CSCW). Sie kennen repräsentative CSCW-Plattformen und CSCW-Systeme. Sie können verschiedene Kommunikations- und Kooperationssituationen unterscheiden und Wirkungen und Angemessenheit unterschiedlicher Medien und Systeme einschätzen. Sie sind in der Lage CSCW-Systeme anwendungs- und benutzergerecht zu analysieren, auszuwählen, zu konzipieren, zu realisieren und zu evaluieren.

#### Inhalt

Im Modul Rechnergestützte Gruppenarbeit (engl. Computer-Supported Cooperative Work, kurz CSCW) soll einerseits verdeutlicht werden, was man unter den einschlägigen Begriffen zu verstehen hat, andererseits gezeigt werden, welche vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, aber auch Risiken, mit ihnen verbunden sind. Ziel der Vorlesung ist dabei, einen Anwendungsbereich für verteilte Systeme vorzustellen, nämlich die Unterstützung von Zusammenarbeit in Teams, Communities und Netzwerken. Rechnergestützte Gruppenarbeit ist dabei eine fachübergreifende Anwendung. Sie kann als eine Synergie zwischen den Gebieten Verteilte Systeme und (Multimedia-) Kommunikation, aber auch zwischen Informationswissenschaften, Soziologie und Organisationstheorie gesehen werden. Neben technischen Aspekten spielt deshalb vor allem die Betrachtung der Zielsysteme als soziotechnische Systeme und deren Gestaltung eine Rolle.

Konkret werden behandelt:

- Motivation für das Anwendungsgebiet CSCW; Klärung der Begriffswelt
- Klassifizierung von CSCW-Systemen
- Allgemeine Konzepte in CSCW
- Spezialitäten verschiedener CSCW-Systemklassen
- Entwurf von CSCW-Systemen
- Technische Integration von CSCW-Systemen

Die Inhalte werden in einem Praktikum vertieft, in der die Studierenden die erworbenen Kenntnisse an der Konzeption und (technischen) Umsetzung eines CSCW-Systeme erproben.

#### Leistungsnachweis

Ein Notenschein für Leistungen in der Vorlesung und im Projekt.

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist nicht als Grundlage für weitere Module gedacht. Es bietet sich aber eine Kombination mit dem Modul Mensch-Computer-Interaktion an. Die erworbenen Kenntnisse stellen einen wichtigen Anwendungsbezug für den Bereich Verteilte Systeme und Software- und Informationsmanagement dar.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester. Der Projektanteil kann im Frühjahrstrimester oder im Herbsttrimester bearbeitet werden. Das Modul wird nicht jedes Studienjahr angeboten.

Modulname	Modulnummer
Rechtsfragen der Informatik	1165

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. Manfred Mayer	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	24	66	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11651	VL	Rechtsfragen der Informatik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>2</b>

Qualifikationsziele
Das Modul Rechtsfragen der Informatik gibt allen Studierenden der Informatik und Wirtschaftsinformatik einen Überblick, die sich anhand der Rechtsgrundlagen fundiert sowie praxisnah über die Grundlagen informieren wollen, die durch die Umsetzung von Informatik und Wirtschaftsinformatik in das Wirtschaftsleben des Alltags tangiert werden.
Inhalt
Die Vorlesung führt in die wesentlichen Rechtsgebiete ein, die die Informatik, sowie die Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) berührt. Dabei werden die Grundlagen des IuK-Vertragsrechts, insbesondere der Hard- und Softwarebeschaffung, der Softwareerstellung und -pflege und des damit verbundenen Rechts der Leistungsstörungen aus diesen Verträgen behandelt. Die Erörterung der mit Entwicklungen der Hard- und Software verknüpften Fragen des Schutzes des geistigen Eigentums, insbesondere aus den Gebieten des Urheber-, Patent- und Markenrechts, sowie der Schutz der Software durch das Strafrecht schließen sich an. Erläuterungen über den Datenschutz, über die elektronischen Signaturen, über den Rechtsverkehr im Internet sowie über grundlegende Rechtsfragen, die sich aus der Nutzung des Internets (wie z.B. Domain-Recht) ergeben, schließen die Thematik ab.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 90-minütiger Dauer.
Verwendbarkeit
Grundlegende Kenntnisse des IuK-Vertragsrechts sowie des Schutzes des durch die Informatik und Wirtschaftsinformatik geschaffenen geistigen Eigentums sind für jeden Informatiker ein wichtiges Rüstzeug für die Praxis.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	1169

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Karcher	Wahlpflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11691	VL	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	Pflicht	3
11692	UE	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Wünschenswert aber nicht notwendig sind Kenntnisse im Bereich Unternehmensstrukturen, wie sie in einer der Vorlesungen für "Wirtschaftsinformatik 3", "Projektmanagement" und "Enterprise Architecture und IT Service Management" vermittelt werden.

Qualifikationsziele
Die neuen Herausforderungen im Kontext der Transformation und Digitalisierung, die mit der Vernetzten Operationsführung und der immer stärkeren Bedeutung der Informationstechnik auch im Umfeld des Einsatzes von Standard-Anwendungs-Software-Produkt-Familien (SASPF) verbunden sind, erfordern entsprechende Methoden- und Technologiekenntnisse. Das Modul Vernetzte Operationsführung und SASPF bereitet die Teilnehmer detailliert auf diese Aufgabenfelder vor und vermittelt sowohl die entsprechenden Anwendungsgrundlagen als auch die wissenschaftlichen Lösungsansätze und Methoden zur Konzeption sowie Gestaltung entsprechender Anwendungssysteme und IT-Lösungen. Dazu gehören das kritische Grundverständnis der domänenspezifischen Anforderungen sowie allgemeine Grundlagen über Aufbau und Funktion der eingesetzten Standardsysteme.

Inhalt
Informations- und Kommunikationstechnologien beeinflussen im hohen Maße alle wirtschaftlichen Bereiche so auch den militärischen Sektor. Der Faktor Information und die damit zusammenhängenden Technologien zur Gewinnung, Übertragung und Verarbeitung von Daten werden dabei immer dominanter. Um dieser Dominanz gerecht werden zu können, wird den Studierenden der Weg von der Informations- und Wissensüberlegenheit zur Führungs- und Wirkungsüberlegenheit anhand von zentralen Elementen zum NetOpFü aufgezeigt. Die dabei notwendigen administrativen und logistischen Prozesse zur Unterstützung der Führungsprozesse durch z.B. ein Enterprise

Resource Planning System, wie SASPF, werden den Modul abrunden. Dabei wird die Prozessorientierung als Voraussetzung für die funktionsübergreifende Zusammenarbeit der Elemente von NetOpFü und SASPF behandelt.

Der Modul Vernetzte Operationsführung und SASPF fokussiert somit die IT-Unterstützung und Anwendungssysteme im trägernahen Kontext der Transformation und der Einführung von Standard-Anwendungs-Software-Produkt-Familien (SASPF). Nach einer grundlegenden Einführung in die Anforderungen der sich aus der Transformation und Vernetzten Operationsführung ergebenden Wissens- und Informationsstrukturen erfolgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit den heute aktuellen und im Rahmen der NATO-Streitkräfte verfolgten unterstützenden Systeme und Integrationskonzepte. An Beispielen wie dem Effects-based Approach to Operations (EBAO) oder dem Konzept des Knowledge Developments (KD) zur wissensbasierten Entscheidungsunterstützung in komplexen, vernetzten Operationen werden Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung vermittelt. Anhand ausgewählter Fallstudien wird der zentrale Ansatz des Concept Development & Experimentation (CD&E) vorgestellt, der für die Gestaltung, Validierung und Einführung neuartiger IT-gestützter Verfahren und Methoden zentrale Bedeutung hat.

In der begleitenden Übung haben die Teilnehmer Gelegenheit, einzelne Aspekte anhand von Standards, Best Practices und Beispielen aus der aktuellen Forschung zu vertiefen und so erste Anwendungserfahrungen zu sammeln. Abgerundet wird das Modul durch Gastvorträge von ausgewiesenen Experten, die von ihren unmittelbaren Erfahrungen mit Lösungsansätzen im Kontext der Vernetzten Operationsführung berichten.

#### Lehrmethoden

Das Modul unterteilt sich in eine Vorlesung und eine Übung pro Woche.

Es werden sowohl Lehrmethoden des fremdgesteuerten als auch des selbstgesteuerten Lernens angewendet.

Es wird auf die individuellen Voraussetzungen der Studierenden eingegangen, wobei hauptsächlich ein lehrgangsförmiger und kooperativer Unterricht mit Einzelarbeit stattfindet.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer oder leistungsbezogener Notenschein.

Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

#### Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist die Grundlage für weiterführende und vertiefende Veranstaltungen sowie wissenschaftliche Arbeiten im Kontext der Vernetzten Operationsführung und SASPF. Es stellt Basiswissen für die Masterstudiengänge im Bereich Informatik/Wirtschaftsinformatik/Ingenieurinformatik/Cyber Sicherheit dar und ergänzt sich mit den Wahlpflichtmodulen für "Projekmanagement" und "Enterprise Architecture und IT Service Management".

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im WT.



Modulname	Modulnummer
Projektmanagement INF	1170

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. Harald Hagel	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11701	VL	Projektmanagement	Pflicht	3
11702	UE	Projektmanagement	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Qualifikationsziele

Das Modul „Projektmanagement“ vermittelt Planungsgrundsätze zur Projektarbeit. Das Lehrmodul stellt somit Planungsmethoden in den Mittelpunkt des Vorlesungszyklus, indem das Miteinander von Technik- und Wirtschaftswissenschaften zentrales Element der Wissensermittlung darstellt. Die Studierenden werden somit in die Lage versetzt die Wirkungen von Projektmanagementmethoden aus technischer, administrativer und kaufmännischer Sicht einer Wertung zu unterziehen. Ziele sind somit:

- Grundlegende Kenntnisse über Projekt-Management-Methoden zu erwerben.
- Klare Unterscheidung zwischen aufbauorientierter und ablauforientierter Sichtweise auf ein Unternehmen zu gewinnen, um somit projektorientierte Unternehmensformen analysieren zu können.
- Beherrschung der Aufnahme, Analyse und Bewertung der Gesamtheit der Anforderungen des Auftraggebers an die Lieferung und Leistungen des Auftragnehmers und deren Verbindung zu bzw. Einbindung in ein Projekt verstehen zu lernen.
- Kenntnisse über die Leistungserstellung mit Projektcharakter zu erhalten.

#### Inhalt

Durch die Wahrnehmung von Projekten als soziale Systeme und die Beobachtung der gestiegenen Komplexität und Dynamik des Unternehmensalltags und damit von darin ablaufenden Projekten wird in Teil 1 des Moduls das Unternehmen in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt. Dabei wird Basiswissen zur Funktionsweise eines Unternehmens vorgestellt. Teil 2 der Vorlesung stellt ausgehend vom Projektmanagementregelkreis den Planungsablauf, sowie darin zum Tragen kommende Planungsmethoden vor. Dabei folgt der Modul mit der angesprochenen Zweiteilung den nachfolgenden Schwerpunkten:

TEIL 1: Basiswissen zur Funktionsweise eines Unternehmens

- Grundbegriffe des Systemdenkens
- Organisationsformen im Unternehmen
- Leistungserstellungsgedanke im Unternehmensalltag

- Projektmanagement im unternehmerischen Umfeld
- Entwicklungsstand und Perspektiven des Projektmanagement aus Sicht des Unternehmensalltag

#### TEIL 2: Planungsablauf und Planungsmethoden auf Basis des Projektmanagementgedankens

- Bestimmung der Projektorganisation
- Von einer hierarchischen Gliederung der Projektziele zu Aufgaben und möglichen Aufgabenpaketen
- Grundlagen zu Produkt-, Projektstrukturplan und technischer Planung
- Einführung in den Projektmanagementregelkeis und branchenspezifischer Phasenpläne
- Anwenden eines Projektablaufplanes
- Identifikation und Handhabung von Projektrisiken
- Grundaufgaben der Terminplanung
- Netzplantechnik als spezielle Ausprägung der Ablaufplanung
- Einsatzmittelplanung
- Kostenplanung

Grundlagenwissen wird durch die Studenten mittels vorgegebener Kontrollfragen für jeden Modulabschnitt vertieft aufbereitet und von ihnen präsentiert. Transferwissen von Inhalten der Vorlesung sollen von den Studenten selbständig auf vorgegebene Fallbeispiele angewandt und mittels einer Lösungsskizze im Rahmen der Übung vorgestellt werden.

#### Literatur

- BURGHARDT, MANFRED: Projektmanagement. Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten; Publicis MCD Verlag (2000)
- GAREIS, ROLAND: Happy Projects; MANZ'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung (2006)
- MAYLOR, HARVEY: Project Management; Prentice Hall, Person Education Limited (2010)

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 1 Stunde Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist für jeden Masterstudiengang gleichermaßen geeignet. Das Modul behandelt querschnittliche Fragestellungen der Projektarbeit und stellt somit für jeden technikorientierten Studiengang Kenntnisse zur Projektplanung zur Verfügung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Prozessmanagement und Engineering Standards</b>	1171

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. Harald Hagel	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11711	VL	Prozessmanagement und Engineering Standards	Pflicht	3
11712	UE	Prozessmanagement und Engineering Standards	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Funktionalbereiche eines Unternehmens, sowie Basiswissen zur Modellierung betrieblicher Aufbau- und Ablaufstrukturen.

## Qualifikationsziele

Das Modul „Prozessmanagement und Engineering Standards“ vermittelt eine ganzheitliche Sichtweise auf den Industrie- und Dienstleistungsbetrieb. Das Lehrmodul stellt somit das „Soziotechnische-System“ in den Mittelpunkt des Vorlesungszyklus, indem das Miteinander von Management-, Kern- und Supportprozessen zentrales Element der Wissensvermittlung darstellt. Wissenschaftlich fundierte und praxiserprobte Engineering Standards zur Lösung komplexer Unternehmens-Herausforderungen, sowie deren Wichtigkeit und Verfügbarkeit für den Unternehmensalltag werden vorgestellt. Die Studierenden werden somit in die Lage versetzt den Veränderungsprozess als Mittelpunkt aller Überlegungen und Maßnahmen für eine langfristige erfolgreiche Problemlösung zu erkennen. Im Übungsteil lernen die Studierenden den praktischen Umgang mit einem Geschäftsprozessmanagementtool im Sinne eines Problemlösungswerkzeuges. Ziele sind somit die Bedeutsamkeit des Denkens in Prozessen im Rahmen des unternehmerischen Alltags (Managements) zu erkennen, die Beherrschung der Aufnahme, Analyse und Bewertung von Funktionalbereichen des Industriebetriebes und deren prozessorientierte Darstellung als Ausgangspunkt eines Reengineering verstehen zu lernen und Kenntnisse über die Leistungserstellung mit Projektcharakter zu erhalten.

## Inhalt

In der Vorlesung lernen die Studierenden den Industrie- und Dienstleistungsbetrieb, den Prozessgedanken im Unternehmen sowie das Prozessmanagement auf Basis

von Engineering Standards kennen. Dabei folgt der Modul mit der angesprochenen Dreiteilung den nachfolgenden Schwerpunkten:

Der Industrie- und Dienstleistungsbetrieb mit seinen jeweils unterschiedlichen Ansprüchen

- Produkte des Industriebetriebes / Leistungen des Dienstleistungsbetriebes
- Produktionsunternehmen in ihrer Umwelt
- Der rechnergestützte Industriebetrieb und der Prozessgedanke zu CIM
- Technische Prozesse im Industriebetrieb

Der Prozessgedanke im Unternehmen

- Einführung in das Geschäftsprozessmanagement
- Vom Wertkettenkonzept zum Wertschöpfungssystem
- Die Modellwelt zum Prozessmanagement
- Geschäftsprozessmanagement aus Sicht der angewandten Informatik
- Methoden zur Beschreibung von Abläufen
- Vorgehens- und Referenzmodelle
- ARIS als Modellierungswerkzeug
- Istmodellierung und Istanalyse, Sollmodellierung und Prozessoptimierung

Prozessmanagement mit Engineering Standards

- Einführung in die Engineering Standards, sowie Abgrenzung gegen IT-, Software- und Prozess-Standards
- Der Nutzen von Engineering Standards
- Implementierungsunterstützung zu Engineering Standards

Grundlagenwissen wird durch die Studenten mittels vorgegebener Kontrollfragen für jeden Modulabschnitt vertieft aufbereitet und von ihnen präsentiert. Transferwissen von Inhalten der Vorlesung sollen von den Studenten selbständig auf vorgegebene Fallbeispiele angewandt und mittels einer Lösungsskizze vorgestellt werden. Im Rahmen dieser Fallbeispiele werden exemplarisch querschnittliche Fragestellungen zum Geschäftsprozessmanagement behandelt.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 1 Stunde Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist für jeden Masterstudiengang gleichermaßen geeignet. Das Modul behandelt grundlegende Fragestellungen zum Industriebetrieb/ Dienstleistungsunternehmen und stellt somit für jeden technikorientierten Studiengang Basiswissen zum prozessorientierten Denken in Unternehmen zur Verfügung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Middleware und mobile Cloud Computing	1398

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Karcher	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13981	VL	Middleware und mobile Cloud Computing	Pflicht	3
13982	UE	Middleware und mobile Cloud Computing	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus dem Bereich des Software Engineering, insbesondere der Objektorientierung (Modul Objektorientierte Programmierung) sowie der XML-Technologien.

Wünschenswert sind Grundkenntnisse in einer der objektorientierten Programmiersprache, wie z. B. Java, Scala, C++.

#### Qualifikationsziele

Das Modul Middleware und mobile Cloud Computing zielt darauf ab, den Studierenden vertiefend die Bedeutung der Integration als Kernaufgabe der Angewandten Informatik näher zu bringen. Die Teilnehmer erhalten neben einem grundlegenden Verständnis für die

Anforderungen an eine Middleware-basierte Integration tiefe theoretische Kenntnisse über Architektur, Aufbau und Anwendung aktueller Middlewarekonzepte. Zudem werden querschnittlich Aspekte von verteilten Systemen in diesem Zusammenhang betrachtet.

Im Übungsteil lernen die Teilnehmer parallel zur Vorlesung den praktischen Umgang mit Middleware-Technologien und Cloud-basierten, mobilen Anwendungen. Durch eigenständige Anwendung von unter anderem Remote Method Invocation (RMI), Common Object Request Broker Architecture (CORBA), .NET und Simple Object Access Protocol (SOAP) erhalten die Teilnehmer Methoden- und Fachkompetenz im Umgang mit diesen Technologien.

In der Kombination aus theoretischer Behandlung und praktischer Vertiefung versetzt das Modul die Teilnehmer in die Lage, verteilte Anwendungen auf der Basis von Middleware zu entwerfen und in die Praxis umzusetzen.

<b>Inhalt</b>
<p>Moderne Enterprise Anwendungen basieren auf Standard-Middleware-Architekturen, wo Funktionalität zunehmend über Cloud-basierte Dienste plattformübergreifend den Clients # mehr und mehr auch mobilen Endgeräten # zur Verfügung gestellt wird. Das Modul bietet einen fundierten Einstieg in die aktuellen Basistechnologien. Hierbei wird das Wissen aus dem Modul der objektorientierten Programmierung um die fachwissenschaftliche Denkweise der Entwicklung von verteilten Anwendungen erweitert.</p> <p>Nach einer grundlegenden Einführung in die Integrationsanforderungen zunehmend verteilt strukturierter, internet-basierter betrieblicher Anwendungen vermittelt das Modul zunächst einen Überblick über die Grundarchitektur Middleware-basierter Systeme und geht dann im Folgenden tiefer auf die unterschiedlichen Integrationsparadigmen und -technologien ein. Aktuelle Middledienste und Architekturkonzepte wie Verteilte Objektmodelle, Komponentenmodelle und Service Oriented Middleware (SOA) bilden den Schwerpunkt des zweiten Teils des Moduls. Hier werden jeweils zunächst die allgemeinen Prinzipien erläutert und dann anhand konkreter Beispiele Standard-Middleware-Technologien und deren zugrunde liegenden Konzepte vertieft. Der dritte Teil stellt das Cloud-Konzept in den Mittelpunkt und zeigt Schritt für Schritt an einfachen Beispielen die Entwicklung Cloud-basierter Dienste und deren Zugriff über mobile Clients (Apps).</p> <p>Die begleitende Übung bietet die Gelegenheit, aktuelle Technologien anhand einfacher Beispiele kennen zu lernen und erste praktische Erfahrung im Umgang mit Middleware und mobilen, Cloud-basierten Anwendungen zu sammeln.</p>
<b>Lehrmethoden</b>
<p>Das Modul unterteilt sich in eine Vorlesung und eine Übung pro Woche.</p> <p>Es werden sowohl Lehrmethoden des fremdgesteuerten als auch des selbstgesteuerten Lernens angewendet.</p> <p>Es wird auf die individuellen Voraussetzungen der Studierenden eingegangen, wobei hauptsächlich ein lehrgangsförmiger und kooperativer Unterricht mit Einzelarbeit stattfindet.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Die im Wahlpflichtmodul erworbenen Kenntnisse sind elementar für die IT-technische Gestaltung von verteilten Informationssystemen und stellen somit eine Grundlage für</p>

Masterstudiengänge im Bereich Informatik/Wirtschaftsinformatik/Ingenieurinformatik/  
Cyber Sicherheit dar.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im  
Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Enterprise Architecture und IT Service Management</b>	1507

Konto	WPFL Vert.: ITO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Karcher	Wahlpflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15071	VL	Enterprise Architecture und IT Service Management	Pflicht	3
15072	UE	Enterprise Architecture und IT Service Management	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Empfehlenswert aber nicht zwingend erforderlich sind Grundkenntnisse der Service-orientierten Architektur (SOA), wie sie in der Vorlesung "Wirtschaftsinformatik 3" vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Die Regierbarkeit komplexer IT-Landschaften (IT Governance)" wird zunehmend zentraler, strategischer Wettbewerbsfaktor für Unternehmen, Organisationen und nicht zuletzt auch Armeen wie die Bundeswehr. Enterprise Architecture & IT Service Management bilden die beiden zentralen Säulen zur Beherrschung dieser komplexen Aufgabenstellung. Die Teilnehmer werden durch das Modul mit breiter Methodenkompetenz und Fachkenntnis in die Lage versetzt, in dem noch relativ jungen Forschungsgebiet auf dem aktuellen Stand und seiner Bedeutung an der Gestaltung komplexer IT-Landschaften mitzuwirken. In der Vertiefung werden heute dominierende Standards und Best Practices, wie TOGAF, ITIL, UAF und ArchiMate, in Aufbau, Struktur und Domänenbezug verankert und die Grundkenntnisse zu ihrer Anwendung vermittelt. Anhand konkreter Fallbeispiele und Diskussionen mit externen Fachleuten erlangen die Teilnehmer zudem die notwendigen Fähigkeiten zur eigenständigen Anwendung und Übertragung der Methoden und Ansätze in Domänenkontexte.

## Inhalt

Das Service-basierte Architekturkonzept (Service Oriented Architecture SOA) bildet seit geraumer Zeit einen wichtigen Grundpfeiler für die Gestaltung und Anpassung komplexer IT-Landschaften an die sich fortlaufend verändernden Anforderungen aus dem Geschäftsprozessumfeld einer Unternehmung oder Organisation. Es gilt, Anforderungen aus den Geschäftsprozessen strukturiert, zielgerichtet und möglichst effektiv und effizient auf Basisdienste einer unterliegenden IT Service-Schicht



abzubilden und diese zum Beispiel in Form von Cloud-basierten Diensten orts- und technologieübergreifend der Anwendungsebene zur Verfügung zu stellen. Rahmenwerke zur Beschreibung der für einen Unternehmenstyp bzw. einen Anwendungsbereich typischen Architekturbestandteile und Zusammenhänge zwischen den "Building Blocks" (Enterprise Architecture Frameworks) bilden eine immer wichtiger werdende Grundlage hierfür.

Das Modul führt die Studierenden in die Thematik der architekturbasierten Gestaltung von komplexen IT-Landschaften ein. Im ersten Teil der Veranstaltung werden zunächst die Entwicklungsgeschichte und die zentrale Grundidee von Unternehmens-rahmenwerken vorgestellt und an einführenden Beispielen diskutiert sowie ein Überblick über entsprechende Standards gegeben. Anhand einzelner ausgewählter Standards wie beispielsweise The Open Group Architecture Framework (TOGAF) werden dann einzelne Aspekte der Anwendung von Enterprise Architecture selbstständig an Fallbeispielen vertieft.

Im zweiten Teil des Moduls steht das Management komplexer IT-Landschaften auf Basis der Service-orientierten Architektur im Mittelpunkt. IT Service Management als Überbegriff aller Ansätze und Methoden zur Unterstützung bei der Abbildung von Geschäftsprozessen auf IT-Basisdienste bildet einerseits ein wichtiges Fundament heutiger IT-Governance. Andererseits stellt dieses Paradigma Unternehmen und Anwender vor die Herausforderung einer fortwährenden, systematischen und möglichst optimalen Abbildung der Unternehmensprozesse auf IT-Bausteine und Standard-Anwendungssysteme - auch als Business-IT-Alignment bezeichnet. Hierbei spielen Standards und Rahmenwerke - allen voran die IT Infrastructure Library (ITIL) - eine zentrale Rolle. Neben der Verankerung der grundlegenden Konzepte und Methoden des IT Service Managements wird den Studierenden anhand von Praxisbeispielen gespiegelte Anwendung der Rahmenwerke vermittelt. Die praktische Anwendung dieser zu erlernenden Fähigkeiten steht im Mittelpunkt des Moduls. Anwendungsexperten aus unterschiedlichen Bereichen, z. B. aus Automobilkonzernen, werden zusätzlich tiefere Einblicke in den aktuellen Stand der Handhabung geben.

#### Lehrmethoden

Das Modul unterteilt sich in eine Vorlesung und eine Übung pro Woche.

Es werden sowohl Lehrmethoden des fremdgesteuerten als auch des selbstgesteuerten Lernens angewendet.

Es wird auf die individuellen Voraussetzungen der Studierenden eingegangen, wobei hauptsächlich ein lehrgangsförmiger und kooperativer Unterricht mit Einzelarbeit stattfindet.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer oder leistungsbezogener Notenschein.

Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Wahlpflichtmodul ist die Grundlage für weiterführende und vertiefende Veranstaltungen sowie wissenschaftliche Arbeiten im Kontext der Gestaltung und Anpassung komplexer IT-Landschaften. Es stellt Basiswissen für den Masterstudiengänge Wirtschaftsinformatik, aber auch im Bereich Informatik/Ingenieurinformatik/Cyber Sicherheit dar und ergänzt sich mit den Wahlpflichtmodulen für "Middleware und mobile Cloud Computing".
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
Fernerkundung	1147

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11471	VÜ	Optische Fernerkundung	Pflicht	3
11472	VÜ	Radar- und Lasermethoden	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in linearer Algebra und Statistik
- Grundkenntnisse zu Geoinformatik und Visual Computing, wie sie im Modul "Geoinformatik und Visual Computing" vermittelt werden

#### Qualifikationsziele

In der Vorlesung mit Übungen Radar- und Lasermethoden werden Sensoren und Techniken aus den Bereichen Radar, insbesondere das Radar mit synthetischer Apertur (SAR), und abbildende Laserverfahren vorgestellt. SAR-Sensoren ermöglichen witterungs- und tageszeitunabhängige Beobachtungen, die auch von Satelliten aus mit Auflösungen unter einem Meter erfolgen kann. Wenn, wie bei der SRTM-Mission im Jahr 2000 oder der 2010 gestarteten TanDEM-X-Mission Sende- und Empfangsantenne einen Abstand von einigen zehn bzw. hundert Metern haben, dann können mittels Techniken der SAR-Interferometrie aus den gewonnen Bilddaten hoch genaue Höhendaten für die gesamte Erdoberfläche bestimmt werden.

Lasermethoden werden gegenwärtig meist von Flugzeugen aus eingesetzt und ermöglichen noch höher aufgelöste und genauere Höhendaten, allerdings beschränkt auf kleinere abzubildende Gebiete. Im Bereich der Anwendung von SAR- und Lasermessdaten wird aufgezeigt, wie sie in ein einheitliches Bezugssystem gebracht werden können und wie Karten aus diesem Datenmaterial teilweise oder automatisiert generiert werden können.

In der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung erhalten die Studierenden eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Insbesondere wissen sie, wie mittels photogrammetrischer zwei- (2D) und dreidimensionaler (3D) Erfassung, Objekte für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern generiert werden können. Sie haben einen Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten. Die Studierenden

<p>verstehen, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden und kennen praktische Anwendungen für die Sensoren und Techniken.</p>
<p><b>Inhalt</b></p> <p>Die Vorlesung Radar- und Lasermethoden beschäftigt sich zuerst mit der Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen in Vakuum und Materie sowie anschließend mit ihrer Reflexion, Beugung und Streuung an Grenzflächen von künstlichen und natürlichen Objekten. Hierauf aufbauend wird die Radartechnik und das SAR-Prinzip inkl. der Aufnahmegeometrie und der Bildgenerierung vorgestellt. Für die SAR-Interferometrie werden neben dem Prinzip vor allem auch die Weltraummissionen SRTM, TerraSAR-X und TandemX vorgestellt und diskutiert. Der Bereich Lasermethoden umfasst das Prinzip des Lasers, Messverfahren und -systeme und die Erzeugung von digitalen Höhenmodellen. Abgeschlossen wird die Vorlesung mit Koregistrierung und Georeferenzierung von SAR-Bildmaterial und mit Verfahren zur automatischen Extraktion von charakteristischen Merkmalen für digitale Karten.</p> <p>Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photogrammetrische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Mündliche Prüfung von 20 Min. oder schriftliche Prüfung von 60 Min. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen.</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <p>Wahlpflichtmodule des Vertiefungsfeldes Geoinformatik; Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Wahlpflichtfächern Geoinformatik und Visual Computing.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.</p>

Modulname	Modulnummer
Geoinformatik Seminar	1149

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	48	132	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11491	VÜ	Geoinformatik Seminar	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Erfolgreiche Teilnahme an einem der Module "Visual Computing" oder "Geoinformatik und Visual Computing"
Qualifikationsziele
Die Studierenden sollen ausgewählte Themen der Geoinformatik / des Visual Computings kennen lernen und in Form von Projekten aufarbeiten sowie die Ergebnisse präsentieren. Dabei liegt ein weiterer Schwerpunkt in der Anwendung von wissenschaftlichen Methoden im Ingenieurbereich.
Inhalt
In diesem Seminar werden Projekte zu ausgewählten aktuellen Forschungsthemen der Geoinformatik / des Visual Computings praktisch durchgeführt. Dies können sowohl kleinere Methodenumsetzungen / Softwareentwicklungen als auch Modellierungen oder Anwendungen von vorhandener Software sein. Die ausgewählten Projekte werden von den Studierenden in Kleingruppen bearbeitet. Abschließend werden die Ergebnisse und Erfahrungen präsentiert und gemeinsam diskutiert.
Leistungsnachweis
Notenschein: Mündliche Präsentation Ergebnisse und schriftliche Ausarbeitung: 1 Termin/Jahr.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Geoinformatik und Visual Computing</b>	1150

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10271	VÜ	Grundzüge der Geoinformatik	Pflicht	3
10272	VÜ	Grundzüge von Visual Computing	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse in linearer Algebra und Statistik.

Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden werden in der Vorlesung und Übung Grundzüge der Geoinformatik mit raumbezogenen Strukturen vertraut gemacht und lernen grundlegende Methoden der Geoinformatik (GI) kennen. Die Studierenden können einschätzen für welche Fragestellungen GI-Methoden sinnvoll eingesetzt werden können und welche Voraussetzungen dafür notwendig sind. Weiter sind sie in der Lage, einfache konzeptionelle Modelle zu erstellen, in einer bestimmten Umgebung zu implementieren und für ausgewählte (einfache) Anwendungen zu nutzen.</p> <p>Das Ziel der Vorlesung Grundzüge von Visual Computing besteht darin, dass Studierende grundlegende Methoden und Anwendungen von Visual Computing, insbesondere den direkten Zusammenhang zwischen der Analyse von Bildern mittels Computer Vision mit der Synthese von Bildern mittels Computer Graphik kennen und verstehen. Hierfür besitzen sie neben grundlegenden Kenntnissen in Radiometrie und Geometrie, Rendering, Bildgewinnung, dreidimensionaler (3D) Rekonstruktion sowie verschiedenen Techniken für die Objektextraktion inkl. Convolutional Neural Networks (CNNs) und Generative Adversarial Networks (GANs) vertieftes Wissen über Methoden der Bildverarbeitung.</p>
Inhalt
<p>In der Vorlesung Grundzüge der Geoinformatik wird zu Beginn an Hand von ausgewählten Beispielen erläutert, wie raumbezogene Daten und Geoinformatik-Methoden in vielen Bereichen sinnvoll eingesetzt werden können. Im Weiteren werden die grundlegenden Strukturen raumbezogener Daten erläutert, standardisierte,</p>

vektorbasierte Datentypen vorgestellt und Ihre Verwendung in Geoinformationssystemen sowie in geodatenbasierten Diensten skizziert. Die konzeptionelle Modellierung solcher Systeme wird auf Basis von Standardtechniken wie UML erläutert. Wichtige räumliche Operatoren werden eingeführt und deren Bedeutung für raumbezogene Abfragen und Analysen erläutert. Im Übungsteil wird für ein Anwendungsbeispiel ein konzeptionelles Modell erstellt, implementiert und für vorgegebene Fragestellungen genutzt.

Die Vorlesung Grundzüge von Visual Computing thematisiert die Bildaufnahme, die Bearbeitung von und die Informationsgewinnung aus Bildern sowie die Visualisierung, d.h., die synthetische Erzeugung von Bildern. Dazu werden Methoden aus den Bereichen Bildverarbeitung, Computer Vision und Computer Graphik dargestellt. Es werden radiometrische, photometrische und geometrische Grundlagen eingeführt. Darauf aufbauend werden aktuelle Ansätze für 3D-Rekonstruktion und Objektextraktion vorgestellt. In den Übungen werden einige wichtige Algorithmen implementiert und diskutiert.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 20 min. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.  
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Visual Computing (erweitert)	1152

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11521	VÜ	Computer Vision	Pflicht	3
11522	VÜ	Computer Vision und Graphik	Wahlpflicht	3
11523	VÜ	Bildverarbeitung für Computer Vision	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

- Kenntnisse der Mathematik und Physik.
- Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

## Qualifikationsziele

In der Vorlesung und den Übungen zu Bildverarbeitung für Computer Vision erwerben Studierende vertiefte Kenntnisse über Techniken der Bildverarbeitung, die in Computer Vision verwendet werden, auch in Form der praktischen Auswertung von Bildern. Sie kennen grundlegende Methoden wie Bildtransformationen, Segmentierung, Binärbildverarbeitung sowie Merkmalsextraktion und können diese sinnvoll kombinieren. Damit können sie abschätzen, welche Methoden sich in Abhängigkeit von Faktoren wie Genauigkeit, Robustheit und Geschwindigkeit besonders gut für welches Einsatzgebiet eignen.

Mittels der Vorlesung und Übungen zu Computer Vision erwerben Studierende vertieftes Wissen über die Rekonstruktion von 3D Geometrie aus perspektiven Bildern. Sie kennen verschiedene Techniken, die eine Poseschätzung mit und ohne Wissen über den Aufbau der Kamera (Kalibrierung) ermöglichen. Sie können diese zusammen mit Wissen über Bildzuordnung und robusten statistischen Verfahren anwenden, um die relative Pose für Bildpaare auch bei groben Fehlern in der Zuordnung zu schätzen. Damit sind die Studierenden grundsätzlich in der Lage, die Posen für weit auseinander liegende Aufnahmen (wide-baseline) zu bestimmen.

Das Ziel der Vorlesung und Seminarübung zu Computer Vision und Graphik besteht darin, den Studierenden vertieftes Wissen zu Techniken der automatischen Extraktion von Objekten aus Bildern zu vermitteln. Weiterhin bekommen die Studierenden die Fähigkeit, dichte Tiefendaten durch Bildzuordnung zu generieren, mittels derer realistische 3D Visualisierungen erzeugt werden können. Die Studierenden erhalten



neben breitem Wissen zur aussehensbasierten Extraktion auf Grundlage von ähnlichem Aussehen und ähnlicher Anordnung von kleinen Bildausschnitten insbesondere ein Verständnis der Möglichkeiten, die sich durch eine Kopplung von Computer Vision und Graphik in Form von generativen Modellen ergeben. Mittels eines Vortrags lernen die Studierenden die Einordnung eines spezifischen Themas in den Rahmen der Techniken von Computer Vision und Graphik.

### Inhalt

Die Vorlesung Bildverarbeitung für Computer Vision geht von der Bildgewinnung aus. Es wird gezeigt, wie Bilder und Bildausschnitte mittels statistischer Maße, wie z.B. Varianz und Korrelationskoeffizient, charakterisiert werden können. Bildtransformationen verändern entweder die Radiometrie oder die Geometrie der Bilder. Mittels lokaler Transformationen werden Kanten hervorgehoben oder Störungen beseitigt. Die Bildsegmentierung, die z.B. auf Grundlage einzelner Pixel oder Regionen-orientiert erfolgen kann, führt zu homogenen Bildbereichen. Für die Verarbeitung binärer Bilder, d.h. Bilder mit nur zwei Grauwerten, werden Verfahren vorgestellt, die spezielle Formen herausarbeiten (mathematische Morphologie). Auf Grundlage aller bis dahin vorgestellter Techniken wird es möglich, Merkmale, d.h. nulldimensionale (0D)-Punkte, 1D-Kanten / Linien und 2D Flächen zu extrahieren. Für Flächen wird deren Umsetzung in Vektoren inkl. Graphbildung und Polygonapproximation aufgezeigt.

Die Vorlesung Computer Vision legt zuerst Grundlagen der projektiven Geometrie. Für das Einzelbild wird die Modellierung mittels Projektionsmatrix und Kollinearitätsgleichung dargestellt und daraus die Rekonstruktion der Orientierung auf Grundlage der Direkten Linearen Transformation und die hoch genaue Bündellösung abgeleitet. Die relative Orientierung des Bildpaars kann mittels Fundamentalmatrix, essentieller Matrix und Homographie direkt bestimmt werden, daneben wird aber auch die hoch genaue Bündellösung dargestellt. Für drei und mehr Bilder wird der Trifokaltensor vorgestellt. Da reale Kameras nicht der idealen Zentralperspektive entsprechen, wird auf Objektivfehler eingegangen. Um Bilder orientieren zu können, sind korrespondierende Punkte oder Linien in den Bildern notwendig. Hierfür werden Grundlagen der Bildzuordnung dargestellt. Darauf aufbauend wird dargestellt, wie Bildpaare, -tripel und -sequenzen automatisch orientiert werden können und welche Probleme hierbei auftreten. Die bei der Orientierung der Bilder entstehenden 3D Punkte füllen den Raum nur unzureichend. Um eine realistische 3D Darstellung zu ermöglichen, werden Verfahren zur dichten Tiefenschätzung vorgestellt. Zuletzt werden an Hand der 3D Rekonstruktion aus Bildern von Unmanned Aircraft Systems (UAS) und der (Echtzeit) Navigation Möglichkeiten aber auch Probleme dargestellt.

Die Vorlesung Computer Vision und Graphik führt zuerst in die Modellbildung für die Objektextraktion mit Objekten (Geometrie und Radiometrie), Relationen, Kontext und Ebenen der Extraktion ein. Für die aussehensbasierte Objektextraktion werden Verfahren zur Detektion und Beschreibung von kleinen Bildausschnitten, z.B. SIFT, und zum Vergleich der Anordnung, wie z.B. Schätzung der Homographie mit RANSAC oder Hough-Transformation vorgestellt. Generative Modelle beruhen auf einer möglichst realistischen Visualisierung. Hierfür werden verschiedene Techniken der (Computer) Graphik vorgestellt und es wird aufgezeigt, wie diese in Graphik-Hardware realisiert werden. Die Extraktion der Objekte beruht auf a priori Annahmen (Priors) über die Geometrie und Radiometrie der Objekte. Der Vergleich von Visualisierung und realem Bild führt zu Likelihoods. Die Modelle werden auf Grundlage der Priors statistisch

<p>modifiziert und die Lösung als MAP (Maximum a posteriori) Schätzung bestimmt. Hierfür werden Techniken wie (Reversible Jump) Markov Chain Monte Carlo (MCMC) verwendet. Es wird die Extraktion topographischer Objekte, vor allem Gebäudefassaden und Vegetation aus terrestrischen Daten, aber auch von Straßen aus Luft- und Satellitenbildern dargestellt. Weitere Anwendungen werden in Seminarvorträgen vorgestellt und diskutiert.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min (normalerweise am Ende des HT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen und Seminarübungen.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Das Modul gibt Grundlagen für praktische Anwendungen im Bereich von Visual Computing.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
<p>Die Vorlesungen und Übungen Bildverarbeitung für Computer Vision und Computer Vision liegen im Frühjahrstrimester im 1. und die Seminarübung Computer Vision und Graphik im Herbsttrimester des 2. Studienjahres.</p>

Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.
Inhalt
Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.
Leistungsnachweis
Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.
Verwendbarkeit
Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

<p>Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Visual Computing</b>	1489

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11521	VÜ	Computer Vision	Pflicht	3
11523	VÜ	Bildverarbeitung für Computer Vision	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

- Kenntnisse der Mathematik und Physik.
- Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

#### Qualifikationsziele

In der Vorlesung und den Übungen zu Bildverarbeitung für Computer Vision erwerben Studierende vertiefte Kenntnisse über Techniken der Bildverarbeitung, die in Computer Vision verwendet werden, auch in Form der praktischen Auswertung von Bildern. Sie kennen grundlegende Methoden wie Bildtransformationen, Segmentierung, Binärbildverarbeitung sowie Merkmalsextraktion und können diese sinnvoll kombinieren. Damit können sie abschätzen, welche Methoden sich in Abhängigkeit von Faktoren wie Genauigkeit, Robustheit und Geschwindigkeit besonders gut für welches Einsatzgebiet eignet.

Mittels der Vorlesung und Übungen zu Computer Vision erwerben Studierende vertieftes Wissen über die Rekonstruktion von 3D Geometrie aus perspektiven Bildern. Sie kennen verschiedene Techniken, die eine Poseschätzung mit und ohne Wissen über den Aufbau der Kamera (Kalibrierung) ermöglichen. Sie können diese zusammen mit Wissen über Bildzuordnung und robusten statistischen Verfahren anwenden, um die relative Pose für Bildpaare auch bei groben Fehlern in der Zuordnung zu schätzen. Damit sind die Studierenden grundsätzlich in der Lage, die Posen für weit auseinander liegende Aufnahmen (wide-baseline) zu bestimmen.

#### Inhalt

Die Vorlesung Bildverarbeitung für Computer Vision geht von der Bildgewinnung aus. Es wird gezeigt, wie Bilder und Bildausschnitte mittels statistischer Maße, wie z.B. Varianz und Korrelationskoeffizient, charakterisiert werden können. Bildtransformationen verändern entweder die Radiometrie oder die Geometrie der Bilder. Mittels lokaler Transformationen werden Kanten hervorgehoben oder Störungen beseitigt. Die

<p>Bildsegmentierung, die z.B. auf Grundlage einzelner Pixel oder Regionen-orientiert erfolgen kann, führt zu homogenen Bildbereichen. Für die Verarbeitung binärer Bilder, d.h. Bilder mit nur zwei Grauwerten, werden Verfahren vorgestellt, die spezielle Formen herausarbeiten (mathematische Morphologie). Auf Grundlage aller bis dahin vorgestellter Techniken wird es möglich, Merkmale, d.h. nulldimensionale (0D)-Punkte, 1D-Kanten / Linien und 2D Flächen zu extrahieren. Für Flächen wird deren Umsetzung in Vektoren inkl. Graphbildung und Polygonapproximation aufgezeigt.</p> <p>Die Vorlesung Computer Vision legt zuerst Grundlagen der projektiven Geometrie. Für das Einzelbild wird die Modellierung mittels Projektionsmatrix und Kollinearitätsgleichung dargestellt und daraus die Rekonstruktion der Orientierung auf Grundlage der Direkten Linearen Transformation und die hoch genaue Bündellösung abgeleitet. Die relative Orientierung des Bildpaars kann mittels Fundamentalmatrix, essentieller Matrix und Homographie direkt bestimmt werden, daneben wird aber auch die hoch genaue Bündellösung dargestellt. Für drei und mehr Bilder wird der Trifokaltensor vorgestellt. Da reale Kameras nicht der idealen Zentralperspektive entsprechen, wird auf Objektivfehler eingegangen. Um Bilder orientieren zu können, sind korrespondierende Punkte oder Linien in den Bildern notwendig. Hierfür werden Grundlagen der Bildzuordnung dargestellt. Darauf aufbauend wird dargestellt, wie Bildpaare, -tripel und -sequenzen automatisch orientiert werden können und welche Probleme hierbei auftreten. Die bei der Orientierung der Bilder entstehenden 3D Punkte füllen den Raum nur unzureichend. Um eine realistische 3D Darstellung zu ermöglichen, werden Verfahren zur dichten Tiefenschätzung vorgestellt. Zuletzt werden an Hand der 3D Rekonstruktion aus Bildern von Unmanned Aircraft Systems (UAS) und der (Echtzeit) Navigation Möglichkeiten aber auch Probleme dargestellt.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 20 min (normalerweise am Ende des FT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen.
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul gibt Grundlagen für praktische Anwendungen im Bereich von Visual Computing.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Das Modul ist für das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Die Vorlesungen und Übungen Bildverarbeitung für Computer Vision und Computer Vision liegen im Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr.

Modulname	Modulnummer
<b>Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)</b>	1490

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
12325	P	Praktikum Operations Research - Entscheidungsunterstützung II	Wahlpflicht	3
12326	SE	Seminar Ausgewählte Kapitel des Operations Research II	Wahlpflicht	3
14901	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie	Pflicht	3
149010	VÜ	Spieltheorie: Einführung in die mathematische Theorie strategischer Spiele	Wahlpflicht	3
149014	B	Geschichte des Operations Research	Wahlpflicht	3
14902	VÜ	Diskrete Optimierung	Wahlpflicht	3
14904	VÜ	Scheduling	Wahlpflicht	3
14905	VÜ	Schwarmbasierte Verfahren	Wahlpflicht	3
14906	VÜ	Soft Computing A: Management Science and Complex System Analysis - System Dynamics and Strategic Planning	Wahlpflicht	3
14907	VÜ	Soft Computing B: Fuzzy Systems - Network Operations	Wahlpflicht	3
14908	VÜ	Soft Computing C: Natural Computing - Evolutionary Algorithms	Wahlpflicht	3
14909	VÜ	Soft Computing D: Neural Networks and Network Analysis	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Qualifikationsziele
Studierende sollen in die Lage versetzt werden, Probleme im Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des

strategischen Managements als Operations Research zugehörige Probleme zu identifizieren und mit geeigneten Modellen und Lösungsverfahren zu behandeln.

Es ist das Ziel dieses Moduls, dass die Studierenden sicher mit den Standard Verfahren des Operations Research und der Computational Intelligence umgehen können. Im Rahmen des heutigen unterstützenden Rechnereinsatzes sollen Sie in der Lage sein, zukünftige Potentiale zu erkennen und damit verbundene Komplexitätsaspekte im Rahmen eines modernen Komplexitätsmanagements mit Methoden des Soft Computing kompetent zu behandeln.

#### Inhalt

Die Veranstaltung führt in das weite fachliche Gebiet des Operations Research ein. Der quantitativen Beschreibung und Lösung von komplexen Entscheidungsproblemen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu (Operations Research im engeren Sinne). Ferner wird auf die Entwicklung von algorithmischen Verfahren und Lösungsstrategien großen Wert gelegt (im Rahmen einer anwendungsbetonten Mathematischen Programmierung/ Computational Intelligence). Die behandelten Modelle und Verfahren werden exemplarisch aus dem Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des strategischen Managements gewählt werden.

Das Gebiet "Computational Intelligence" umfasst Methoden der sogenannten subsymbolischen Informationsverarbeitung. Auch wenn derzeit noch keine allgemeingültige genaue wissenschaftliche Definition dieses Begriffes existiert, so dient er dazu, die Gebiete "Evolutionary Computation", "Fuzzy Computation" und "Neural Computation" zusammenzufassen. "Computational Intelligence" betont zum einen den algorithmischen Aspekt und zum anderen die Fundierung im Bereich der künstlichen Intelligenz, der Entscheidungstheorie und der multikriteriellen Optimierung.

Im Zentrum dieses Moduls steht die Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen über die in diesen Bereichen angewendeten relevanten Algorithmen, Heuristiken und Methoden. Die praktischen Bezüge reichen von den Bereichen "Business Intelligence/Optimization" und "Experimental Design" (z.B. im Bereich einer vernetzten Operationsführung) bis hin zum "Algorithmic Engineering".

Eine inhaltliche Auswahl besteht aus folgenden Elementen: Einführung in die Problemstellung und Lösungsmethoden der allgemeinen Unternehmensforschung (inklusive Operations Management), Klassische Optimierungsverfahren (lineare, nichtlineare, dynamische und diskrete Optimierung, Spieltheoretische Modelle und Verfahren, Mathematische Programmierung, Theorie dynamischer und stochastischer Prozesse, Ausblick auf aktuelle Probleme der Logistik, Steuerung und Netzwerktheorie und Soft Computing).

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min oder Notenschein. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 bis 3 Semester. Es wird nicht regelmäßig angeboten.



**Sonstige Bemerkungen**

Neben der Pflichtveranstaltung "Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie" müssen zwei Lehrveranstaltungen mit Übungen im Umfang von je 3 TWS besucht werden.

Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization</b>	2994

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. rer. nat. Maximilian Moll	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
29941	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Data-driven Optimization	Pflicht	3
29942	VÜ	Quantum Machine Learning & Optimization	Wahlpflicht	3
29943	SE	Seminar: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
29944	P	Praktikum: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse in Methoden des Operations Research und des Data Minings oder der Statistik werden vorausgesetzt.

## Qualifikationsziele

Studierende sollen in die Lage versetzt werden, sich selbstständig mit neuartigen Methoden der data-driven Optimization in Theorie und Praxis auseinander zu setzen. Hierzu sollen sie im Rahmen der Vorlesung, sowie vertiefend in Seminar und Praktikum, verschiedene Methoden analysieren und anwenden.

Hierbei soll nicht nur die Fähigkeit entwickelt werden Ansätze auf ihre theoretische Richtigkeit und praktische Anwendbarkeit zu beurteilen, sondern diese auf ein Problem hin anpassen zu können.

Schließlich soll das Identifizieren geeigneter Probleme und passender Lösungsansätze geschult werden.

## Inhalt

Data-driven Optimization beschäftigt sich zukunftsweisend mit der Kombination von klassischen Optimierungsmethoden und daten-basierten Ansätzen. Im Gegensatz zu der klassischen Optimierung der letzten Jahrhunderte, die ausgehend von einem zu optimierenden Modell eine Lösung sucht, bietet das Data-driven Optimization die Möglichkeit, ohne eine exakte mathematische Abstrahierung des zugrunde liegenden Modells Optimierungsmethoden anzuwenden.

Das Modul bietet aufbauend auf dem vorhandenen Grundwissen einen vertiefenden Einblick in ausgewählte Themengebiete des data-driven Optimization. Neben der grundlegenden Problematik werden Themen aus dem Reinforcement Learning, Prescriptive Analytics und der konvexen Optimierung unter Unsicherheit behandelt.

Das Reinforcement Learning ist neben Supervised und Unsupervised Learning das dritte Teilgebiet des Machine Learnings und beschäftigt sich mit daten-basierten Ansätzen zu Problemen der klassischen Kontrolltheorie. Hierbei soll im Modul auch die Anwendung auf praxis-relevante Probleme herausgestellt werden, die über die bekannten Lösungen von Spielen, wie z.B. Go, hinausgehen.

Prescriptive Analytics stellt aufbauend auf Descriptive und Predictive Analytics die nützlichste und schwerste Stufe des Data Science dar. Hier müssen nicht nur daten-basierte Vorhersagen getroffen werden, sondern das zukünftige System auf eine gegebene Zielvorstellung hin optimiert werden. In der Vorlesung werden verschiedene grundsätzliche Herangehensweisen mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert, sowie die Abgrenzung zu Predictive Analytics konkretisiert.

Die konvexe Optimierung stellt ein zentrales Element des Operations Research und der modernen Entscheidungsunterstützung dar. In vielen Fällen sind jedoch die Parameter der Optimierungsmodelle nicht explizit bekannt, sondern müssen zunächst aus Daten abgeleitet werden. Die Vorlesung thematisiert, wie sich dies auf die zu wählenden Optimierungsverfahren auswirken muss.

Das Seminar greift aktuelle Publikationen zu den Themen der Vorlesung auf.

Im Praktikum setzen sich die Studierenden mit einer konkreten, praxis-nahen Problemstellung des data-driven Optimization auseinander.

In der Vorlesung Quantum Machine Learning and Optimization wird spezifisch auf die Verwendung von Quantum Computern für effizientere Algorithmen im Kontext der NISQ-Maschinen eingegangen.

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min.

Zum Absolvieren des Moduls sind drei der vier Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Es beginnt immer im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Fernerkundung (erweitert)</b>	3446

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11471	VÜ	Optische Fernerkundung	Pflicht	3
11472	VÜ	Radar- und Lasermethoden	Pflicht	3
34461	VÜ	Statistische Computer Vision	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in linearer Algebra und Statistik
- Grundkenntnisse zu Geoinformatik und Visual Computing, wie sie im Modul "Geoinformatik und Visual Computing" vermittelt werden

## Qualifikationsziele

In der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung erhalten die Studierenden eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Insbesondere wissen sie, wie mittels photogrammetrischer zwei- (2D) und dreidimensionaler (3D) Erfassung, Objekte für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern generiert werden können. Sie haben einen Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten. Die Studierenden verstehen, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden und kennen praktische Anwendungen für die Sensoren und Techniken.

In der Vorlesung mit Übungen Radar- und Lasermethoden werden Sensoren und Techniken aus den Bereichen Radar, insbesondere das Radar mit synthetischer Apertur (SAR), und abbildende Laserverfahren vorgestellt. SAR-Sensoren ermöglichen witterungs- und tageszeitunabhängige Beobachtungen, die auch von Satelliten aus mit Auflösungen unter einem Meter erfolgen kann. Wenn, wie bei der SRTM-Mission im Jahr 2000 oder der 2010 gestarteten TanDEM-X-Mission Send- und Empfangsantenne einen Abstand von einigen zehn bzw. hundert Metern haben, dann können mittels Techniken der SAR-Interferometrie aus den gewonnen Bilddaten hoch genaue Höhendaten für die gesamte Erdoberfläche bestimmt werden. Lasermethoden werden gegenwärtig meist von Flugzeugen aus eingesetzt und ermöglichen noch höher aufgelöste und genauere Höhendaten, allerdings beschränkt auf kleinere abzubildende Gebiete. Im Bereich der Anwendung von SAR- und Lasermessdaten wird aufgezeigt, wie sie in ein einheitliches

Bezugssystem gebracht werden können und wie Karten aus diesem Datenmaterial teilweise oder automatisiert generiert werden können.

In der Vorlesung mit Übungen Statistische Computer Vision erhalten die Studierenden vertieftes Wissen über statistische Modelle und ihre Anwendung in der geometrischen Dateninterpretation und Modellbildung. Erweiterte Kenntnisse in Bayes'scher Statistik sowie Markoff Modellen führen zu einem tieferen Verständnis der abgeleiteten Modellbildungs- und Optimierungstechniken. Die Studierenden kennen für Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Quelldaten die Vorteile hinsichtlich Plausibilität und Effizienz, die statistische Ansätze für die Verarbeitung komplizierter Objekte/ Geometrien besitzen.

#### Inhalt

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Ersteres sind die Grundlage für die photogrammetrische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Die Vorlesung Radar- und Lasermethoden beschäftigt sich zuerst mit der Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen in Vakuum und Materie sowie anschließend mit ihrer Reflexion, Beugung und Streuung an Grenzflächen von künstlichen und natürlichen Objekten. Hierauf aufbauend wird die Radartechnik und das SAR-Prinzip inkl. der Aufnahmegeometrie und der Bildgenerierung vorgestellt. Für die SAR-Interferometrie werden neben dem Prinzip vor allem auch die Weltraummissionen SRTM, TerraSAR-X und TandemX vorgestellt und diskutiert. Der Bereich Lasermethoden umfasst das Prinzip des Lasers, Messverfahren und -systeme und die Erzeugung von digitalen Höhenmodellen. Abgeschlossen wird die Vorlesung mit Koregistrierung und Georeferenzierung von SAR-Bildmaterial und mit Verfahren zur automatischen Extraktion von charakteristischen Merkmalen für digitale Karten.

Die Vorlesung Statistische Computer Vision beschäftigt sich mit der Verarbeitung von geometrischen Messdaten auf Grundlage von statistischen Modellen. Die Schwerpunkte liegen auf dreidimensionaler (3D) Objektdetektion und Szeneninterpretation. Zuerst werden Grundlagen von Bayesscher Statistik und Markoff Modellen gelegt. Bei der generativen Modellierung werden die geometrischen Primitive statistisch parametrisiert. Die verbesserte Flexibilität und Leistungsfähigkeit in Objektdetektion und -rekonstruktion werden dargestellt. Modellselektion, die auf Informationsentropie und Bayesscher Inferenz aufbaut, ermöglicht die Auswertung von Modellen unterschiedlicher Komplexität. Als Anwendungsbeispiele werden Baumextraktion, Gebäuderekonstruktion, Fensterdetektion, und Indoor Segmentierung präsentiert. Dabei werden verschiedene Messdaten — LIDAR, Bilder, und RGB-D Daten — verwendet und damit die Vorteile von statistischen Modellen demonstriert.

<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min (normalerweise am Ende des WT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen.
<b>Verwendbarkeit</b>
Wahlpflichtmodule des Vertiefungsfeldes Geoinformatik; Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Wahlpflichtfächern Geoinformatik und Visual Computing.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Advanced Visual Computing	3447

Konto	WPFL Vert.: GEO - INF 2022
-------	----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11522	VÜ	Computer Vision und Graphik	Wahlpflicht	3
34461	VÜ	Statistische Computer Vision	Wahlpflicht	3
34471	VÜ	Angewandtes Deep Learning für Computer Vision	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in Bildverarbeitung und Computer Vision, wie sie im Modul "Visual Computing" vermittelt werden.

Qualifikationsziele
<p>Das Ziel der Vorlesung und Seminarübung zu Computer Vision und Graphik besteht darin, den Studierenden vertieftes Wissen zu Techniken der automatischen Extraktion von Objekten aus Bildern zu vermitteln. Weiterhin bekommen die Studierenden die Fähigkeit, dichte Tiefendaten durch Bildzuordnung zu generieren, mittels derer realistische 3D Visualisierungen erzeugt werden können. Die Studierenden erhalten neben breitem Wissen zur aussehensbasierten Extraktion auf Grundlage von ähnlichem Aussehen und ähnlicher Anordnung von kleinen Bildausschnitten insbesondere ein Verständnis der Möglichkeiten, die sich durch eine Kopplung von Computer Vision und Graphik in Form von generativen Modellen ergeben. Mittels eines Vortrags lernen die Studierenden die Einordnung eines spezifischen Themas in den Rahmen der Techniken von Computer Vision und Graphik.</p> <p>In der Vorlesung mit Übungen Statistische Computer Vision erhalten die Studierenden vertieftes Wissen über statistische Modelle und ihre Anwendung in der geometrischen Dateninterpretation und Modellbildung. Erweiterte Kenntnisse in Bayes'scher Statistik sowie Markoff Modellen führen zu einem tieferen Verständnis der abgeleiteten Modellbildungs- und Optimierungstechniken. Die Studierenden kennen für Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Quelldaten die Vorteile hinsichtlich Plausibilität und Effizienz, die statistische Ansätze für die Verarbeitung komplizierter Objekte/ Geometrien besitzen.</p>

In der Vorlesung mit Übungen „Angewandtes Deep Learning für Computer Vision“ werden state-of-the-art Deep Learning Methoden und typische praktische Anwendungen in Computer Vision vorgestellt. Die Studenten lernen die Grundlagen von tiefen neuronalen Netzen sowie Entwicklungsumgebungen und Tools kennen. Durch Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Aufgaben und Quelldaten machen die Studenten eigene Erfahrungen mit der Entwicklung sowie dem Einsatz von Deep Learning Modellen und beherrschen praktische Techniken z.B. für Datenvorbereitung und Modellanpassung.

#### Inhalt

Die Vorlesung Computer Vision und Graphik führt zuerst in die Modellbildung für die Objektextraktion mit Objekten (Geometrie und Radiometrie), Relationen, Kontext und Ebenen der Extraktion ein. Für die aussehensbasierte Objektextraktion werden Verfahren zur Detektion und Beschreibung von kleinen Bildausschnitten, z.B. SIFT, und zum Vergleich der Anordnung, wie z.B. Schätzung der Homographie mit RANSAC oder Hough-Transformation vorgestellt. Generative Modelle beruhen auf einer möglichst realistischen Visualisierung. Hierfür werden verschiedene Techniken der (Computer) Graphik vorgestellt und es wird aufgezeigt, wie diese in Graphik-Hardware realisiert werden. Die Extraktion der Objekte beruht auf a priori Annahmen (Priors) über die Geometrie und Radiometrie der Objekte. Der Vergleich von Visualisierung und realem Bild führt zu Likelihoods. Die Modelle werden auf Grundlage der Priors statistisch modifiziert und die Lösung als MAP (Maximum a posteriori) Schätzung bestimmt. Hierfür werden Techniken wie (Reversible Jump) Markov Chain Monte Carlo (MCMC) verwendet. Es wird die Extraktion topographischer Objekte, vor allem Gebäudefassaden und Vegetation aus terrestrischen Daten, aber auch von Straßen aus Luft- und Satellitenbildern dargestellt. Weitere Anwendungen werden in Seminarvorträgen vorgestellt und diskutiert.

Die Vorlesung Statistische Computer Vision beschäftigt sich mit der Verarbeitung von geometrischen Messdaten auf Grundlage von statistischen Modellen. Die Schwerpunkte liegen auf dreidimensionaler (3D) Objektdetektion und Szeneninterpretation. Zuerst werden Grundlagen von Bayesscher Statistik und Markoff Modellen gelegt. Bei der generativen Modellierung werden die geometrischen Primitive statistisch parametrisiert. Die verbesserte Flexibilität und Leistungsfähigkeit in Objektdetektion und -rekonstruktion werden dargestellt. Modellselektion, die auf Informationsentropie und Bayesscher Inferenz aufbaut, ermöglicht die Auswertung von Modellen unterschiedlicher Komplexität. Als Anwendungsbeispiele werden Baumextraktion, Gebäuderekonstruktion, Fensterdetektion, und Indoor Segmentierung präsentiert. Dabei werden verschiedene Messdaten — LIDAR, Bilder, und RGB-D Daten — verwendet und damit die Vorteile von statistischen Modellen demonstriert.

Die Vorlesung „Angewandtes Deep Learning für Computer Vision“ stellt den Einsatz von Deep Learning Methoden im Bereich Computer Vision mit einem Schwerpunkt auf Anwendungen vor. Diese fokussieren auf Bildinterpretation, -klassifikation und Objektdetektion. Die Lehrveranstaltung ist in Form von „Learning-by-doing“ gestaltet und wird von praktischen Programmierbeispielen begleitet. Zuerst werden Grundlagen von tiefen neuronalen Netzen gelegt sowie die Entwicklungsumgebung und Tools auf Grundlage einfacher Aufgaben vorgestellt. Mittels des Einsatzes der Ergebnismodelle auf einer Hardware-Plattform, wie z.B. Amazon Deeplens oder NVIDIA Jetson, wird der komplette Entwicklungsprozess demonstriert. Fortgeschrittene Methoden z.B.



zur Modellanpassung und Erhöhung der Performanz werden mittels anspruchsvoller Aufgaben z.T. aus realen Projekten demonstriert.
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 20 min (normalerweise am Ende des WT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen und Seminarübungen.  Zum Absolvieren des Moduls sind zwei der drei Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.
<b>Verwendbarkeit</b>
Wahlpflichtmodule des Vertiefungsfeldes Geoinformatik; Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Wahlpflichtfächern Visual Computing und Fernerkundung.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Analytische Modelle</b>	1032

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10321	VÜ	Quantitative Modelle	Pflicht	5
10322	VÜ	Verlässliche Systeme	Wahlpflicht	3
10323	VÜ	Zuverlässigkeitstheorie	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Bachelor-Niveau wird vorausgesetzt. Voraussetzung ist ferner eine Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und des Entwurfs von Rechen- und Kommunikationssystemen.

## Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, ein existierendes oder geplantes reales System auf ein Modell abzubilden und anhand des Modells Aussagen über die zu erwartende Leistungsfähigkeit und/oder Zuverlässigkeit zu machen. Sie werden in die Lage versetzt, die Zusammenhänge zwischen den diversen Parametern eines Systems und den zu erwartenden Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen zu verstehen. Die Studierenden sollten nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul in der Lage sein, (Rechner-)Systeme performanter und verlässlicher zu entwerfen, bzw. existierende Systeme bezüglich Performance und Verlässlichkeit bewerten zu können.

## Inhalt

Neben der Frage, ob ein Rechen- oder Kommunikationssystem seine funktionalen Anforderungen korrekt und vollständig erfüllt, spielt die Frage nach der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Systems eine zentrale Rolle. Modelle mit stochastischem Charakter sind ein wichtiges Hilfsmittel für die Leistungs- und Zuverlässigkeitsbewertung von Systemen.

In diesem Modul werden die Grundlagen solcher Modelle und ihrer quantitativen Analyse behandelt. Im Pflichtteil "Quantitative Modelle" werden einfache stochastische Prozesse, insbesondere Markov-Prozesse mit diskretem oder stetigem Zeitparameter eingeführt. Es werden wichtige Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen definiert und bestimmt. Wichtige Gesetzmäßigkeiten, wie das Gesetz von Little, werden erläutert. Es werden unterschiedliche Typen von Bediensystemen betrachtet, und schließlich verschiedene

<p>Verfahren für die Analyse von Warteschlangennetzen und die numerische Analyse von Markovketten vorgestellt.</p> <p>Die Wahlpflicht-Lehrveranstaltung "Verlässliche Systeme" fokussiert insbesondere auf Fehlertoleranz-Methoden und deren Bewertung zur Erhöhung der Systemzuverlässigkeit solcher Systeme. Neben zentralen Begrifflichkeiten werden Modellierungsmethoden wie Fehlerbäume, Zuverlässigkeitsblockdiagramme und Markov-Modelle für Systeme mit und ohne Reparaturen thematisiert.</p> <p>In der alternativen Wahlpflicht-Lehrveranstaltung "Zuverlässigkeitstheorie" werden strukturelle Eigenschaften kohärenter Systeme betrachtet, d.h. die Funktionstüchtigkeit des Systems wird in Beziehung zur Funktionstüchtigkeit seiner Komponenten gesetzt. Die Studierenden lernen Methoden und Ansätze kennen, mit denen z.B. das Ausfall- und Überlebensverhalten von einzelnen Bauteilen oder Geräten (die als ein vernetztes System von Bauteilen aufgefasst werden können) modelliert und analysiert werden können.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Aufgaben während der Übungen und zu Hause. Der Prüfungsmodus und die Details zur Aufgabebearbeitung werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Angesichts der hohen Leistungs- und Zuverlässigkeitsanforderungen an informationsverarbeitende Systeme in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (z.B. verteilte eingebettete Systeme, Prozesssteuerungen, sicherheitskritische Systeme, Workflow-Systeme oder paralleles wissenschaftliches Rechnen) bilden die erworbenen Kenntnisse einen wichtigen Bestandteil der Ausbildung von Informatikern.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 2 Semester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
<p>In diesem Modul ist neben der Pflichtveranstaltung (mit Übung) eine der beiden Wahlpflichtveranstaltungen (mit Übung) zu wählen.</p>

Modulname	Modulnummer
Simulationstechnik	1033

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Oliver Rose	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10244	P	Praktikum Modellbildung und Simulation	Wahlpflicht	4
10331	VÜ	Parallele und verteilte Simulation	Pflicht	3
10332	VÜ	Entscheidungsunterstützende Modellbildung und Simulation	Wahlpflicht	3
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
10334	VÜ	Verifikation und Validierung von Modellen	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>7</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik sowie zu Simulation, wie sie beispielsweise in den entsprechenden Modulen im Bachelor Informatik oder Master Informatik vermittelt werden.

## Qualifikationsziele

Ziel der Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist es, den Studierenden - auf der Basis profunder Kenntnisse der Simulation im Allgemeinen - spezielle Techniken aus den Gebieten parallele und verteilte Simulation, heuristische Optimierungsverfahren, Verifikation und Validierung sowie Entscheidungsunterstützungsverfahren zu vermitteln. Insbesondere sollen die Studierenden dabei lernen, wie sie komplexe Simulationsmodelle durch diese besonderen Techniken verbessern können, um Probleme zu lösen, die rein analytisch oder mit Standardmethoden nicht mehr beherrschbar sind.

## Inhalt

In den Lehrveranstaltungen dieses Moduls werden Kenntnisse der Computersimulation unter besonderer Berücksichtigung spezieller Modellierungsziele und Verwendungszwecke in der Praxis methodisch vertieft. Dabei handelt es sich um:

- die verteilte oder parallele Ausführung von Simulationsmodellen auf mehreren Prozessoren oder Rechnern aus Gründen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit oder auch der Zuverlässigkeit (Parallele und verteilte Simulation),

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßnahmen zur Sicherstellung der Glaubwürdigkeit, Gültigkeit und Qualität von Modellen und deren Ergebnissen hinsichtlich eines bestimmten Verwendungszwecks (Verifikation und Validierung von Modellen),</li> <li>• Vorgehensweisen, Paradigmen und Methoden zum Einsatz von Simulation als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung, welche meist unter Annahmen über die Realsysteme zu erfolgen hat und zu Ergebnissen führen muss, die dem Anwender plausibel erscheinen (Entscheidungsunterstützende Modellbildung und Simulation),</li> <li>• heuristische Verfahren, die zur Optimierung von Simulationsergebnissen und Eingabeparameter insbesondere bei komplexen Modellen unverzichtbar geworden sind (Moderne Heuristiken).</li> </ul> <p>Im Praktikum sollen gegebenenfalls einzelne dieser Methoden im Rahmen eines Beispiels umgesetzt werden.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten.
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit auf den durch die Module adressierten speziellen Feldern der Modellbildung und Simulation. Zudem sind die Inhalte des Moduls erfahrungsgemäß von besonderer Bedeutung, wenn in der beruflichen Praxis komplexe Simulationsmodelle zum Einsatz kommen.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 3 Semester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester. Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Neben der Pflichtveranstaltung sind entweder zwei Wahlpflichtveranstaltungen oder das Praktikum zu wählen. Je nach Kombination der Veranstaltungen, ergibt sich die TWS-Summe 7 bzw. 9.

Modulname	Modulnummer
Praxisprojekt	1163

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11631	P	Praxisprojekt	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>1</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Von den Studierenden werden erste Vorkenntnisse im Vertiefungsfeld, in dem das Praktikum angesiedelt ist, erwartet. Diese werden z.B. in den Veranstaltungen des Vertiefungsfeldes im WT und FT des ersten Studienjahres vermittelt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden gewinnen Erfahrung in realen industriellen oder organisatorischen Projekten. Sie bekommen Einblick in die Durchführung und das Management realer Projekte im Umfeld dem gewählten Vertiefungsfeld.
Inhalt
Das Praktikum besteht aus der aktiven Mitarbeit in realen Projekten, in denen es um aktuelle Fragestellungen oder Anwendungen aus dem gewählten Vertiefungsfeld geht. Der Teilnehmer bearbeitet eigenständig eines oder mehrere Teilprobleme. Das Praktikum kann in einem Industriebetrieb, bei einer Behörde oder einer Dienststelle durchgeführt werden. Das Praxisprojekt kann nicht an der Universität der Bundeswehr durchgeführt werden.
Leistungsnachweis
Die Praktikums-Tätigkeit wird in einem ausführlichen Praktikumsbericht beschrieben und in einem etwa halbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion / Befragung vorgestellt. Falls mehrere Studierende Praktika innerhalb desselben Betriebs / Projekts ablegen, sind getrennte Ausarbeitungen und Vorträge erforderlich. Praktikumsbericht und Vortrag ergeben zusammen die Noten für den Notenschein des Moduls.
Verwendbarkeit
Die praktische Erfahrung ist eine wichtige Grundlage für die berufliche Tätigkeit nach dem Studium. Auch für den weiteren Verlauf des Master-Studiums, insbesondere die Master-Arbeit, ist diese Erfahrung von großem Vorteil.

Das Praxisprojekt ist Pflicht für das Master-Vertiefungsfeld MORSE, es kann aber auch in andere Vertiefungsfelder eingebracht werden, wenn der Aufgabensteller / Betreuer Dozent in dem jeweiligen Vertiefungsfeld ist.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der vorlesungsfreien Zeit. Als Startzeitpunkt ist die vorlesungsfreie Zeit im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Es wird eine mindestens 6-wöchige Vollzeittätigkeit bei einem Unternehmen oder einer Dienststelle erwartet. Die Workload ergibt sich aus der 6-wöchigen Tätigkeit plus Vor- und Nachbereitung. Das eigentliche Praktikum bedarf einer gründlichen Vorbereitung, während dessen der/die Studierende sich in die Thematik einarbeitet. Die Nachbereitung umfasst die Erstellung eines ausführlichen Berichts und die Vorbereitung und Durchführung eines Vortrags.

Modulname	Modulnummer
<b>Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)</b>	1490

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
12325	P	Praktikum Operations Research - Entscheidungsunterstützung II	Wahlpflicht	3
12326	SE	Seminar Ausgewählte Kapitel des Operations Research II	Wahlpflicht	3
14901	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie	Pflicht	3
149010	VÜ	Spieltheorie: Einführung in die mathematische Theorie strategischer Spiele	Wahlpflicht	3
149014	B	Geschichte des Operations Research	Wahlpflicht	3
14902	VÜ	Diskrete Optimierung	Wahlpflicht	3
14904	VÜ	Scheduling	Wahlpflicht	3
14905	VÜ	Schwarmbasierte Verfahren	Wahlpflicht	3
14906	VÜ	Soft Computing A: Management Science and Complex System Analysis - System Dynamics and Strategic Planning	Wahlpflicht	3
14907	VÜ	Soft Computing B: Fuzzy Systems - Network Operations	Wahlpflicht	3
14908	VÜ	Soft Computing C: Natural Computing - Evolutionary Algorithms	Wahlpflicht	3
14909	VÜ	Soft Computing D: Neural Networks and Network Analysis	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Qualifikationsziele
Studierende sollen in die Lage versetzt werden, Probleme im Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des



strategischen Managements als Operations Research zugehörige Probleme zu identifizieren und mit geeigneten Modellen und Lösungsverfahren zu behandeln.

Es ist das Ziel dieses Moduls, dass die Studierenden sicher mit den Standard Verfahren des Operations Research und der Computational Intelligence umgehen können. Im Rahmen des heutigen unterstützenden Rechnereinsatzes sollen Sie in der Lage sein, zukünftige Potentiale zu erkennen und damit verbundene Komplexitätsaspekte im Rahmen eines modernen Komplexitätsmanagements mit Methoden des Soft Computing kompetent zu behandeln.

#### Inhalt

Die Veranstaltung führt in das weite fachliche Gebiet des Operations Research ein. Der quantitativen Beschreibung und Lösung von komplexen Entscheidungsproblemen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu (Operations Research im engeren Sinne). Ferner wird auf die Entwicklung von algorithmischen Verfahren und Lösungsstrategien großen Wert gelegt (im Rahmen einer anwendungsbetonten Mathematischen Programmierung/ Computational Intelligence). Die behandelten Modelle und Verfahren werden exemplarisch aus dem Bereich der industriellen Anwendung, der öffentlichen Verwaltung, der internationalen Konflikte und des strategischen Managements gewählt werden.

Das Gebiet "Computational Intelligence" umfasst Methoden der sogenannten subsymbolischen Informationsverarbeitung. Auch wenn derzeit noch keine allgemeingültige genaue wissenschaftliche Definition dieses Begriffes existiert, so dient er dazu, die Gebiete "Evolutionary Computation", "Fuzzy Computation" und "Neural Computation" zusammenzufassen. "Computational Intelligence" betont zum einen den algorithmischen Aspekt und zum anderen die Fundierung im Bereich der künstlichen Intelligenz, der Entscheidungstheorie und der multikriteriellen Optimierung.

Im Zentrum dieses Moduls steht die Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen über die in diesen Bereichen angewendeten relevanten Algorithmen, Heuristiken und Methoden. Die praktischen Bezüge reichen von den Bereichen "Business Intelligence/Optimization" und "Experimental Design" (z.B. im Bereich einer vernetzten Operationsführung) bis hin zum "Algorithmic Engineering".

Eine inhaltliche Auswahl besteht aus folgenden Elementen: Einführung in die Problemstellung und Lösungsmethoden der allgemeinen Unternehmensforschung (inklusive Operations Management), Klassische Optimierungsverfahren (lineare, nichtlineare, dynamische und diskrete Optimierung, Spieltheoretische Modelle und Verfahren, Mathematische Programmierung, Theorie dynamischer und stochastischer Prozesse, Ausblick auf aktuelle Probleme der Logistik, Steuerung und Netzwerktheorie und Soft Computing).

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min oder Notenschein. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 bis 3 Trimester. Es wird nicht regelmäßig angeboten.

**Sonstige Bemerkungen**

Neben der Pflichtveranstaltung "Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie" müssen zwei Lehrveranstaltungen mit Übungen im Umfang von je 3 TWS besucht werden.

Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization</b>	2994

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. rer. nat. Maximilian Moll	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
29941	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Data-driven Optimization	Pflicht	3
29942	VÜ	Quantum Machine Learning & Optimization	Wahlpflicht	3
29943	SE	Seminar: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
29944	P	Praktikum: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse in Methoden des Operations Research und des Data Minings oder der Statistik werden vorausgesetzt.

## Qualifikationsziele

Studierende sollen in die Lage versetzt werden, sich selbstständig mit neuartigen Methoden der data-driven Optimization in Theorie und Praxis auseinander zu setzen. Hierzu sollen sie im Rahmen der Vorlesung, sowie vertiefend in Seminar und Praktikum, verschiedene Methoden analysieren und anwenden.

Hierbei soll nicht nur die Fähigkeit entwickelt werden Ansätze auf ihre theoretische Richtigkeit und praktische Anwendbarkeit zu beurteilen, sondern diese auf ein Problem hin anpassen zu können.

Schließlich soll das Identifizieren geeigneter Probleme und passender Lösungsansätze geschult werden.

## Inhalt

Data-driven Optimization beschäftigt sich zukunftsweisend mit der Kombination von klassischen Optimierungsmethoden und daten-basierten Ansätzen. Im Gegensatz zu der klassischen Optimierung der letzten Jahrhunderte, die ausgehend von einem zu optimierenden Modell eine Lösung sucht, bietet das Data-driven Optimization die Möglichkeit, ohne eine exakte mathematische Abstrahierung des zugrunde liegenden Modells Optimierungsmethoden anzuwenden.

Das Modul bietet aufbauend auf dem vorhandenen Grundwissen einen vertiefenden Einblick in ausgewählte Themengebiete des data-driven Optimization. Neben der grundlegenden Problematik werden Themen aus dem Reinforcement Learning, Prescriptive Analytics und der konvexen Optimierung unter Unsicherheit behandelt.

Das Reinforcement Learning ist neben Supervised und Unsupervised Learning das dritte Teilgebiet des Machine Learnings und beschäftigt sich mit daten-basierten Ansätzen zu Problemen der klassischen Kontrolltheorie. Hierbei soll im Modul auch die Anwendung auf praxis-relevante Probleme herausgestellt werden, die über die bekannten Lösungen von Spielen, wie z.B. Go, hinausgehen.

Prescriptive Analytics stellt aufbauend auf Descriptive und Predictive Analytics die nützlichste und schwerste Stufe des Data Science dar. Hier müssen nicht nur daten-basierte Vorhersagen getroffen werden, sondern das zukünftige System auf eine gegebene Zielvorstellung hin optimiert werden. In der Vorlesung werden verschiedene grundsätzliche Herangehensweisen mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert, sowie die Abgrenzung zu Predictive Analytics konkretisiert.

Die konvexe Optimierung stellt ein zentrales Element des Operations Research und der modernen Entscheidungsunterstützung dar. In vielen Fällen sind jedoch die Parameter der Optimierungsmodelle nicht explizit bekannt, sondern müssen zunächst aus Daten abgeleitet werden. Die Vorlesung thematisiert, wie sich dies auf die zu wählenden Optimierungsverfahren auswirken muss.

Das Seminar greift aktuelle Publikationen zu den Themen der Vorlesung auf.

Im Praktikum setzen sich die Studierenden mit einer konkreten, praxis-nahen Problemstellung des data-driven Optimization auseinander.

In der Vorlesung Quantum Machine Learning and Optimization wird spezifisch auf die Verwendung von Quantum Computern für effizientere Algorithmen im Kontext der NISQ-Maschinen eingegangen.

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min.

Zum Absolvieren des Moduls sind drei der vier Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Es beginnt immer im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Digital und Serious Games</b>	3579

Konto	WPFL Vert. MORSE - INF 2022
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
apl. Prof. Dr. Marko Hofmann	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10333	VÜ	Moderne Heuristiken	Wahlpflicht	3
3579-V1	VÜ	Digital und Serious Games (I)	Pflicht	3
3579-V2	VÜ	Artificial Intelligence in Games	Wahlpflicht	3
3579-V3	VÜ	Computational Intelligence in Games	Wahlpflicht	3
3579-V4	P	Praktikum Digital und Serious Games	Wahlpflicht	3
3579-V5	VÜ	Digital und Serious Games (II)	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				9

## Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

Das Modul setzt grundlegende Programmierkenntnisse sowie grundlegende Kenntnisse in den Themengebieten Algorithmen und Mathematik/Wahrscheinlichkeitsrechnung voraus, wie sie im Bachelorstudium Informatik vermittelt werden.

## Lernziele

Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis der Digital und Serious Games und sind in der Lage, die Basiskonzepte und die wesentlichen Schritte des Entwicklungszyklus zu erläutern. Sie können die betroffenen Fachgebiete und ihre Rolle im Bereich Digital/Serious Games beschreiben. Weiterhin können sie ausgewählte Algorithmen, die im Bereich der digitalen Spielen eingesetzt werden, anwenden und implementieren. Insbesondere sind die Studierenden vertraut mit den aktuellen Anwendungen von Serious Games sowie den Problemen, Bedenken und Grenzen.

## Inhalt

Digital und Serious Games:

Die Veranstaltung „Digital und Serious Games“ führt mit der dazugehörigen Übung, welche die Inhalte aufgreift und Anwendungen aufzeigt, in den Bereich der Serious Games ein. Serious Games bilden eine stetig an Bedeutung gewinnende Untergruppe der digitalen Spiele, bei der neben dem Aspekt der Unterhaltung ein weiteres Ziel wie z.B. eine Wissensvermittlung verfolgt wird. Die Veranstaltung behandelt Serious und Digital Games und grenzt sie gegeneinander ab. Wichtige Teilgebiete sind u.a.: Spielentwurf

und -entwicklung, Funktionsweisen und aktuelle Beispiele von Authoring Tools und Game Engines, die Erzeugung von Spielinhalten, die Personalisierung und Anpassung sowie das Performance Assessment. Weiterhin werden auch ethische und juristische Gesichtspunkte behandelt und diskutiert.

#### Moderne Heuristiken:

Die Vorlesung und Übung behandelt grundlegende Algorithmen und Heuristiken der allgemeinen Suche und Optimierung. Beide Bereiche finden sich u.a. in den Gebieten der Artificial und Computational Intelligence und im Performance Assessment und Adaptation der Digital und Serious Games wieder. Viele Probleme in diesem Bereich sind aus Gründen der Performance nicht mehr mit exakt-lösenden Verfahren bearbeitbar. Daher muss auf Heuristiken und Metaheuristiken zurückgegriffen werden. Die Veranstaltung führt in diese Thematik ein, verdeutlicht Vor- und Nachteile der Verfahrensklassen und stellt eine Auswahl dieser Verfahren und Anwendungsbeispiele vor.

#### Artificial Intelligence in Games:

Digitale Spiele stellen ein wichtiges Teilgebiet der künstlichen Intelligenz dar. Hier werden Algorithmen für die Steuerung des gesamten Spiels als auch für die Non Player Character verwendet. Die Verfahren umfassen u.a. Methoden für das Pattern Movement, Flocking, Chasing and Evasion, Pfadplanung, regelbasierte und Fuzzy Systeme, Bayessche Ansätze und neuronale Netze. Die Veranstaltung behandelt eine Auswahl der wichtigsten Verfahren und zeigt ihre Anwendung und ihre aktuellen Grenzen im Bereich der digitalen Spiele -insbesondere der Serious Games auf. Die Übung vertieft die Inhalte der Vorlesung.

#### Computational Intelligence in Games:

Die Computational Intelligence im Spielbereich bildet seit einigen Jahren ein stetig wachsendes Gebiet der Forschung und Anwendung. Die Begriffe Artificial und Computational Intelligence sind mitunter schwer gegeneinander abzugrenzen. Hier werden die Bereiche „Neuronale Netze“ und „Fussy-System“ ausgenommen, da sie bereits in der Veranstaltung „Artificial Intelligence in Games“ behandelt werden. Daher umfasst die Veranstaltung „Computational Intelligence in Games“ im Schwerpunkt evolutionäre Algorithmen und verwandte Verfahren, wie sie im Bereich der digitalen Spiele u.a. zur Spieladaptation, Non Player Character Steuerung und Content Generation genutzt werden. Grundlegende Verfahren werden vorgestellt, ihre Anwendung sowie Vorteile und Probleme erläutert und in der dazugehörigen Übung vertieft.

#### Praktikum:

Das Praktikum vertieft die Kenntnisse der Methoden der Vorlesungen anhand einer aktuellen Fragestellung im Bereich der digitalen Spiele.

<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung über 60 Minuten oder mündliche Prüfung über 30 Min. oder Notenschein. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls festgelegt und bekannt gegeben.</p> <p>Zum Absolvieren des Moduls sind die Pflichtveranstaltung VÜ Digital und Serious Games sowie zwei der Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Das Modul kann für eine Vertiefung im Master Informatik in den Richtungen Modellierung, Operations Research, Simulation und Experimentation genutzt werden. Es bereitet weiterhin auf eine Masterarbeit im Bereich Serious and Digital Games vor und zeigt Anwendungen der Artificial und Computational Intelligence in einem aktuellen Teilgebiet der Informatik. Da Digital und Serious Games ein wichtiges Tätigkeitsfeld bzw. Berufsfeld der Informatik darstellen, sind Kenntnisse in diesem Bereich von großer Bedeutung.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 2-3 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik</b>	1282

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. techn. Christian Kargel	Wahlpflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12821	SE	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik	Pflicht	
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse im jeweils zu bearbeitenden Themengebiet.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden lernen die grundlegende Arbeitsweise zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellungen durch die konkrete Bearbeitung einer Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Aufgabenstellungen kennen.
- Die Studierenden sind in der Lage, (mess-)technische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zielgerichtet zu lösen.
- Die Studierenden haben vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse im jeweils bearbeiteten Aufgabengebiet und besitzen verbesserte Fertigkeiten im Umgang mit problemorientierten Bearbeitungstools (eingesetzte Geräte, Software, etc.).

Inhalt

Das Oberseminar vertieft praxisnah das Verständnis für verschiedene Themengebiete der Sensorik und Messtechnik aus allen Anwendungsbereichen von beispielsweise der Automobil- und Luftfahrttechnik über klimarelevante Fragestellungen bis hin zur Medizintechnik. Die Behandlung von vorgegebenen oder durch die Studierenden selbst vorgeschlagenen Themen ist auf theoretischer oder simulationstechnischer Basis ebenso möglich wie der Bau von Prototypen. Die Ergebnisse und Lösungen werden im Rahmen des Oberseminars vorgetragen und zur Diskussion gestellt. Die auf diese Weise erworbenen Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten (Masterarbeit) nutzbringend eingesetzt werden.



<b>Literatur</b>
Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.
<b>Leistungsnachweis</b>
Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der studentischen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.
<b>Verwendbarkeit</b>
Wahlpflichtmodul in den Studiengängen EIT, ME und INF.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem Trimester

Modulname	Modulnummer
<b>Spezielle messtechnische Probleme</b>	1286

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. techn. Christian Kargel	Wahlpflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12861	OS	Spezielle messtechnische Probleme	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse im jeweils zu bearbeitenden Themengebiet.
Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen die grundlegende Arbeitsweise zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellungen durch die konkrete Bearbeitung einer Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Aufgabenstellungen kennen.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, (mess-)technische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zielgerichtet zu lösen.</li> <li>Die Studierenden haben vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse im jeweils bearbeiteten Aufgabengebiet und besitzen verbesserte Fertigkeiten im Umgang mit problemorientierten Bearbeitungstools (eingesetzte Geräte, Software, etc.).</li> </ul>
Inhalt
Das Oberseminar vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Probleme aus allen Anwendungsbereichen von beispielsweise der Automobil- und Luftfahrttechnik über klimarelevanten Fragestellungen bis hin zur Medizintechnik. Die Behandlung von vorgegebenen oder durch die Studierenden selbst vorgeschlagenen Themen ist möglich. Je nach Aufgabenumfang erfolgt die Bearbeitung als Einzelperson oder als Kleingruppe mit Arbeitsteilung. Die Ergebnisse und Lösungen werden im Rahmen des Oberseminars vorgetragen und zur Diskussion gestellt. Die auf diese Weise erworbenen Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten (Masterarbeit) nutzbringend eingesetzt werden.
Literatur
Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

<b>Leistungsnachweis</b>
Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der studentischen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.
<b>Verwendbarkeit</b>
Wahlpflichtmodul in den Studiengängen EIT, ME und INF.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem Trimester

Modulname	Modulnummer
<b>Globale Optimierung</b>	1295

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12951	VÜ	Globale Optimierung	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Bachelor-Abschluss
Qualifikationsziele
Lösung von globalen Optimierungsproblemen
Inhalt
Lokale Optimierung, Optimalitätsbedingungen, Kurve des steilsten Abstieges, Globale Optimierung und randomisierte Kurve des steilsten Abstieges, Vektoroptimierung, Projektion von Gradienten und Penalty-Verfahren
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Alt: Nichtlineare Optimierung, Vieweg-Verlag.</li> <li>• F. Jarre, J. Stoer: Optimierung, Springer-Verlag.</li> <li>• M. Ulbrich, S. Ulbrich: Nichtlineare Optimierung, Springer-Verlag.</li> <li>• Eigenes Skriptum</li> </ul>
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung von 30 min. Dauer (mP-30).
Verwendbarkeit
Wahlpflicht für alle Studienrichtungen
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem FT

Modulname	Modulnummer
Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik	1326

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch	Wahlpflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13261	SE	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik	Pflicht	
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
Qualifikationsziele
Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
Inhalt
Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
Literatur
Handout der Vortragenden
Leistungsnachweis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahmezeichens.</li> <li>• Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein</li> </ul>
Verwendbarkeit
Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
Dauer und Häufigkeit
3 Trimester, in jedem Jahr

Modulname	Modulnummer
<b>Explorative Statistik</b>	1366

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. Robert Schmied	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13661	VÜ	Explorative Statistik	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in den Modulen „Mathematik I“, „Mathematik II“ und „Mathematik III“ oder</li> <li>• im Modul „Mathematische Statistik“</li> <li>• in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)</li> </ul>
Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.</li> <li>• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngrößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.</li> <li>• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.</li> <li>• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.</li> <li>• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.</li> <li>• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.</li> <li>• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.</li> <li>• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngrößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.</li> <li>• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngrößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.</li> <li>• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.</li> </ul>

Inhalt
<p>Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren.</p> <p>Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allen Dingen um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allen Dingen um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt.</p> <p>Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven Kenngrößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt.</p> <p>Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.</p>
Leistungsnachweis
<p>Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
Verwendbarkeit
<p>Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.</p>
Dauer und Häufigkeit
<p>1 Trimester, in jedem WT</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Biomedizinische Informationstechnik 1</b>	1846

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. (Privatdozent) Gerhard Staude	-	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
18461	VP	Biosignal-Messtechnik	Pflicht	3
18464	VL	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt wird die Bereitschaft zur aktiven Mitarbeit in kleinen Teams.
Qualifikationsziele
Die Studierenden besitzen grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen und sicheren Registrierung und Darstellung von Körpersignalen und verstehen die mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften. Sie kennen wesentliche Eigenschaften und Besonderheiten ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG und differenzieren ein breites Spektrum von Anwendungsaspekten. Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte und aktuelle Technologien von Fahrerassistenzsystemen und reflektieren kritisch die spezifischen Herausforderungen des Autonomen Fahrens. Die Studierenden sind in der Lage, Ingenieurwissen im interdisziplinären Umfeld der Bereiche Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion umzusetzen und sind sicher im eigenständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team.
Inhalt
Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 und Biomedizinische Informationstechnik 2 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt. In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert.



Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltungen Biosignal-Messtechnik und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen.

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr.-Ing. Gerhard Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab ([www.biopac.com](http://www.biopac.com)) und der PhysioNet-Datenbank demonstriert. Teams von jeweils drei Studierenden führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen erörtern die Studierenden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale und erarbeiten Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung. Dabei erhalten sie einen Einblick in die physiologischen Grundlagen biologischer Signalquellen und in die für die Messung erforderliche Sensor- und Digitalisierungstechnik. Sie machen sich mit den sicherheitstechnischen Aspekten der Signalerfassung am menschlichen Körper vertraut und erlernen die Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich. Anhand typischer Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living werden die Inhalte schließlich konkretisiert und vertieft.

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Die Studierenden erörtern Techniken zur Umwelterfassung und die dazu erforderliche Sensortechnologie. Sie erlernen Methoden zur Modellierung des Fahrerhaltens und erhalten Einblick in den Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken. Die Studierenden diskutieren die sinnvolle Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle und setzen sich mit technischen wie ethischen Aspekten des autonomen Fahrens auseinander.

#### Literatur

- Husar P: Biosignalverarbeitung. Springer Berlin Heidelberg, 2010. ISBN: 9783642126574; 364212657X; 3642126561; 9783642126567
- Rangayyan RM: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002
- Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001
- Bengler K, Drüke J, Hoffmann S, Manstetten D, Neukum A (Eds.) (2017): UR:BAN Human Factors in Traffic - Approaches for Safe, Efficient and Stress-free Urban Traffic. ATZ/MTZ Fachbuch, Springer-Vieweg, 2017

- Winner H, Hakuli S, Wolf G: Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. Verlag Vieweg&Teubner, 2009.

#### Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 75 Minuten Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25 Minuten Dauer (mP-25) am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben
- Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen im Verhältnis der Semesterwochenstunden (3 zu 2 Gewichtung) in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn beide Lehrveranstaltungen jeweils mit mindestens „ausreichend“ (4.0) bewertet wurden
- Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik-Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie die Bearbeitung einer Hausaufgabe zur Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen mit abschließender Ergebnispräsentation.

#### Verwendbarkeit

- Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Connected Life"
- Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Micro & Nano Electronics"
- Wahlpflichtmodul INF (M. Sc.), Anwendungsfach Elektrotechnik
- Wahlpflichtmodul MINT
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik.

#### Dauer und Häufigkeit

1 Trimester, in jedem WT

Modulname	Modulnummer
<b>MATLAB essentials</b>	3684

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. (Privatdozent) Gerhard Staude	Wahlpflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
36841	SE	MATLAB essentials	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
--------------------------------------

keine

Empfohlene Voraussetzungen
----------------------------

Vorausgesetzt wird die Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams

Qualifikationsziele
---------------------

Die Studierenden verstehen und beherrschen die wesentlichen Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung. Sie sind vertraut mit speziellen und weiterführenden Konzepten zur strukturierten und modularen Programmierung in MATLAB und können auch komplexere interaktive Benutzerschnittstellen realisieren. Neben der generellen Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen besitzen die Studierenden Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team.

Inhalt
--------

MATLAB® ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Die Vorlesung MATLAB essentials bietet einen umfassenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weitverbreitete Werkzeug. Die Vorlesung wird als Blended-Learning Kurs angeboten und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts und ausgewählter Übungsaufgaben bereiten die Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung zunächst selbständig in kleinen Teams am eigenen Rechner vor. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft. Nach einer grundlegenden Einführung in die matrixorientierte Programmierung werden verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung und graphischen Darstellung vorgestellt. Die Studierenden lernen

die von MATLAB unterstützten Datentypen und –strukturen kennen und realisieren einfache Benutzerschnittstellen und –dialoge. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung werden die erlernten Techniken dann weiter vertieft und verfeinert. Die Studierenden beschäftigen sich ausführlich mit der modularen und rekursiven Programmierung unter Nutzung eingebetteter und verschachtelter Funktionen. Sie erlernen die flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen, werden mit den vielfältigen Möglichkeiten zum Datenimport und –export vertraut gemacht und erstellen komplexe interaktive Benutzeroberflächen mittels Callbacks.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Rabe M, Staude G: Skript zur Vorlesung MATLAB essentials</li><li>• Schweizer W: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) am Ende des Frühjahrstrimesters
<b>Verwendbarkeit</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlpflichtmodul INF (M.Sc.), Anwendungsfach Elektrotechnik</li><li>• Wahlpflichtmodul MINT, nicht für EIT (M.Sc.)</li></ul> <p>Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn die Lehrveranstaltung MATLAB essentials nicht bereits im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wurde!</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem FT

Modulname	Modulnummer
Signalverarbeitung	6050

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	-	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60501	VÜ	Signalverarbeitung	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse und der höheren Mathematik.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften. Sie wenden diese Signaleigenschaften eigenständig auf praktische Probleme an. Hierzu verfügen sie über einen sicheren Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich. Die Studierenden differenzieren ferner die Prinzipien der statistischen Signalklassifikation.

Inhalt

Die Studierenden werden in dieser Lehrveranstaltung spezifisch mit digitalen Signalen deterministischer und stochastischer Natur (Zufallssignalen) vertraut gemacht. Sie setzen sich im ersten Schritt mit der Darstellung von zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Signalen im Zeit- und Frequenzbereich als Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation, Z-Transformation und zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) auseinander. Dazu verdeutlichen sich die Studierenden erneut das Verfahren der Signalabtastung und dessen Effekte. Als wichtigstes Ergebnis dieses Abschnitts zu den Signaltransformationen erlernen die Studierenden das Werkzeug der diskreten Fourier-Transformation (DFT) und grenzen dieses zu anderen Verfahren ab. Dabei machen sie sich mit allen Effekten der DFT vertraut, insbesondere der Zusammenhänge von Zeit- und Frequenzauflösung, Aliasing und Leakage-Effekt. Spezifische Größen für Zufallssignale und Zufallsvariablen sowie allgemeine stochastische Prozesse, insbesondere die Autokorrelation, Kreuzkorrelation und das Leistungsdichtespektrum, vervollständigen das Bild basierend auf den Wiener'schen Theorien. Darauf aufbauend wird die Spektralschätzung und Spektralanalyse eingeführt. So erwerben die

<p>Studierenden fundierte Kenntnis über die Spektralanalyse und Spektralschätzung von deterministischen Signalen und Zufallssignalen, wobei traditionelle, nicht-parametrische sowie parametrische Spektralschätzverfahren vermittelt werden. Zur Abrundung erlernen die Studierenden die Grundlagen der Parameterschätzung mithilfe von Statistiken höherer Ordnung (Higher-Order Statistics, HOS) und bestimmen die Schätzgüte anhand der wesentlichen Parameter Erwartungstreue und Schätzvarianz. Mithilfe der Cramer-Rao-Bound erlernen sie ferner, die Schätzgüte absolut sowie im Vergleich mit anderen Schätzverfahren zu beurteilen.</p>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kammeyer KD, Kroschel K: Digitale Signalverarbeitung. Springer Vieweg, 2012</li> <li>• Oppenheim A, Schaffer R: Discrete-Time Signal Processing: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited, 2013</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC</li> <li>• Pflichtmodul ME (M. Sc.), Vertiefungsrichtung ITSK</li> <li>• Wahlpflichtmodul INF (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik</li> <li>• Wahlpflichtmodul MINT</li> </ul>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>1 Trimester, in jedem WT</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Digitale Bildverarbeitung</b>	6054

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. techn. Christian Kargel	-	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12521	VL	Digitale Bildverarbeitung	Pflicht	4
12522	UE	Digitale Bildverarbeitung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik, Mathematik. Grundkenntnisse in MATLAB.
Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen und haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.). Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und kennen die erforderlichen mathematischen Grundlagen. Die Studierenden können in der Praxis vorkommende praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig analysieren und zielgerichtete Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden erarbeiten.
Inhalt
Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von Anwendungen beispielsweise in Wissenschaft, Industrie und Medizin unverzichtbar, wobei die Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren stetig voranschreitet. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz bildgebender Verfahren sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. In der Lehrveranstaltung werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Signalen in erster Linie zweidimensionale (2D) Signale (=Bilder) betrachtet. Aufbauend auf einer kurzen Behandlung des menschlichen

Sehsystems sowie verschiedener bildgebender Modalitäten (z.B. Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Ultraschallbildgebung, PET, SPECT, Bodyscanner, Kameras) werden herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung in Theorie und Praxis betrachtet.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 4th edition, Pearson, 2017.</li><li>• R.C. Gonzalez, R.E. Woods, S.L. Eddins: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2010.</li><li>• B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung, 7. Auflage, Springer-Verlag, 2013.</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (mp-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters.
<b>Verwendbarkeit</b>
Pflichtmodul im Studiengang EIT und ME. Wahlpflichtmodul für alle anderen Studiengänge.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
2 Trimester, in jedem Studienjahr



Modulname	Modulnummer
<b>Integrierte Schaltungen</b>	6059

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. techn. Linus Maurer	-	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12461	VÜ	Integrierte Schaltungen	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt sind Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente und digitalen Schaltungen, wie sie im Modul 3403 und 3420 vermittelt wird (Skripte unter <a href="https://www.unibw.de/ims/vorlesungen">https://www.unibw.de/ims/vorlesungen</a> ).
Qualifikationsziele
Die Studierenden haben ein Verständnis der Grundlagen des Entwurfs integrierter Schaltungen und von CMOS Technologien. Die Studierenden haben eine Befähigung zur Simulation und zur Verifikation integrierter Schaltungen. Die Studierenden haben einen Einblick in die analoge und digitale Schaltungstechnik.
Inhalt
Die Studierenden werden mit den Grundlagen der CMOS Technologien bekannt gemacht. Sie erhalten eine Einführung in die elektrischen Entwurfsregeln. Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Simulation integrierter Schaltungen bekannt gemacht. Die Studierenden lernen statistische Methoden für den Entwurf integrierter Schaltungen und das Layout integrierter Schaltungen. Parameter Extraktion und „pre-silicon“ Verifikation werden eingeführt.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>Behzad Razavi, Microelectronics, 2nd Edition International Student Version, ISBN: 978-1-118-16506-5</li> <li>Skript zur Vorlesung „Integrierte Schaltungen“, Institut für Mikroelektronik und Schaltungstechnik, <a href="http://www.unibw.de/ims/vorlesungen">www.unibw.de/ims/vorlesungen</a></li> <li>P.R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley &amp; Sons, 4. Aufl., 2001</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Kurt Hoffmann, „Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung“, ISBN 3-486-57894-4, Oldenbourg-Verlag München, München/Wien 2006 (2. Auflage)</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Mündliche (25min) oder schriftliche Modulprüfung (75min) am Ende des WTs. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des FTs. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
<b>Verwendbarkeit</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pflichtmodul EIT M.Sc., Vertiefung MSC, Spezialisierung „Micro &amp; Nano Electronics“</li><li>• Pflichtmodul EIT M.Sc., Vertiefung MSC, Spezialisierung „Transmission Security“</li><li>• Wahlpflichtmodul EIT</li></ul>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem WT

Modulname	Modulnummer
<b>Digitale Filter und Array Processing</b>	6060

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	-	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60601	VÜ	Digitale Filter	Pflicht	3
60602	VÜ	Array Processing	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt sind Grundkenntnisse in der Digitalen Signalverarbeitung wie sie z.B. im Modul 6050 Signalverarbeitung vermittelt werden
Qualifikationsziele
Die Studierenden besitzen vertieftes und fundiertes Wissen in der Analyse des Ein-/Ausgangsverhaltens linearer zeitdiskreter Systeme im Zeit- und Frequenzbereich. Sie sind sicher im Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich sowie zum Entwurf digitaler Filter. Sie sind fähig, diese Werkzeuge situationsbezogen auf neue Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden können digitale Filterkomponenten in Abhängigkeit von der gegebenen Fragestellung auswählen, parametrieren und kritisch hinsichtlich sicherheitsrelevanter Aspekte wie Stabilität und Robustheit bewerten. Sie erhalten die Kompetenz das erworbene Wissen in voller Anwendungsbreite von Schätzverfahren im Zeit- und Frequenzbereich hinaus auf neue Fragestellungen anzuwenden. Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit, selbständig Fragestellungen zu den wesentlichen Algorithmen der räumlichen Signalanalyse und Parameterschätzung zu bearbeiten. Sie erkennen die breiten Potenziale von Mehrantennensystemen für die gerichtete räumliche Kommunikation und für die Nutzung der räumlichen Dimension als zur Zeit- und Frequenzdimension orthogonale Ausbreitungskomponente und können diese benennen. Die Studierenden können Methoden zur Apertursynthese und modellbasierten Strahlformung wiedergeben und selbstständig auf neue Problemstellungen anwenden.
Inhalt
a) Lehrveranstaltung Digitale Filter (PD Dr.-Ing. Gerhard Staude)

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden mit den wesentlichen Prinzipien zur Analyse und dem Entwurf digitaler Filter bekannt gemacht und damit das Wissen aus den grundlegenden Signalverarbeitungsvorlesungen weiter vertieft. Nach einer Einführung in das Gebiet der Schnellen Algorithmen (Fast Fourier Transform (FFT), Schnelle Faltung) befassen sich die Studierenden umfassend mit der Analyse von linearen verschiebungsinvarianten Systemen (LVI-Systeme). Sie werden mit den verschiedenen Beschreibungsformen (IA, DG, ÜF, FG) vertraut gemacht und lernen die verschiedenen Systemarten (MA, AR, ARMA) und ihre speziellen Eigenschaften (linearphasige Filter, minimalphasige Filter, Allpässe) zu differenzieren. Die Studierenden lernen unterschiedliche Realisierungsstrukturen kennen und befassen sich mit Techniken zum Entwurf digitaler Filter. Dabei erlernen sie sowohl Verfahren zum Entwurf von FIR-Filtern (Windowing, Frequency-Sampling, Tschebyscheff-Approximation) als auch zum Entwurf von IIR-Filtern (direkte, impulsinvariante und bilineare Transformation). In einem weiteren Kapitel werden die Studierenden mit dem Konzept der adaptiven Filter bekannt gemacht. Dabei werden zunächst exemplarisch das Least-Mean-Squares Verfahren und der Recursive-Least-Squares Algorithmus vorgestellt bevor die Studierenden an das allgemeine Prinzip der Zustandsmodellierung und des Kalman-Filters herangeführt werden. Ein Kapitel zu aktuell verfügbaren Hardware-Architekturen wie Digitalen Signal Prozessoren (DSP) und FPGA-Bausteinen, Implementierungsaspekten und möglichen Fehlerquellen (Quantisierungseffekte, Stabilität, Grenzyklen) schließt die Lehrveranstaltung ab.

#### b) Lehrveranstaltung Array Processing (Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp)

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden grundlegend in die Anwendungsgebiete und Applikationen von Antennenarrays, Beamforming und räumlichen Filtern eingeführt. Hierbei erwerben sie ein Verständnis über uniforme lineare Arrays, zirkulare Arrays, Array Performance Metriken und Antennenelemente sowie deren Eigenschaften. Die Studierenden werden in das Thema Antennenarrays eingeführt und verstehen die unterschiedlichen Syntheseformen. Sie erlernen Array-Polynome und z-Transformation, das räumliche Abtasttheorem, Binomialarrays, Dolph-Chebyshev Arrays und Villeneuve n-Verteilung und setzen sich mit der Least-Squares Fehlermustersynthese, dem Minimax Design, dem Null-Steering, dem Beam-space-Processing und den räumlich non-uniforme lineare Arrays auseinander. Die Studierenden machen sich mit den Grundlagen der planaren Arrays und Aperturen vertraut. Sie diskutieren parametrische und Wavenumber Modelle, Raum-Zeit-Zufallsprozesse und Snapshot Modelle (Frequenz und Zeit) zur Charakterisierung von Space-Time Prozessen. Die Studierenden erlernen die Themengebiete Beamforming, MMSE Estimators, Maximum SNR Estimators, Multiple Plane Wave Signals (MMSE und MVDR Beamformer), Eigenvektor Beamformer und adaptive Beamformer als Grundlagen der Waveform Estimation. Außerdem erlernen sie das Subspace Verfahren (MUSIC, ESPRIT), die Capon Methode und die Minimum-Norm Methode systematisch auf Fragestellungen zu modell- und leistungsbasierter Parameterschätzung anzuwenden. Die Studierenden vergleichen vertieft die MISO-Systeme, Alamouti-Übertragung, MIMO Systeme, Pre-coding und MIMO Entzerrung und beherrschen somit die wesentlichen Themengebiete im Bereich Beamforming als Variante der Mehrantennenkommunikation.

#### Literatur

- Kammeyer KD, Kroschel K: Digitale Signalverarbeitung. Springer Vieweg, 2012

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppenheim A, Schafer R: Discrete-Time Signal Processing: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited, 2013</li> <li>• Stoica P, Moses R: Spectral Analysis of Signals. Pearson Prentice Hall, 2005</li> <li>• van Trees HL: Detection, Estimation and Modulation Theory – Part IV. Wiley Interscience, 2001</li> <li>• Vucetic B and Yuan J: Space-Time Coding. Wiley, 2003</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</li> <li>• Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn beide Lehrveranstaltungen jeweils mit mindestens „ausreichend“ (4.0) bewertet wurden.</li> </ul>
<b>Verwendbarkeit</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflichtmodul ME (M.Sc.), Vertiefungsrichtung ITSK</li> <li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Connected Life"</li> <li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Mobile and Space Communications"</li> <li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Transmission Security"</li> <li>• Wahlpflichtmodul INF (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik</li> <li>• Wahlpflichtmodul MINT</li> </ul>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Semester, in jedem FT

Modulname	Modulnummer
<b>Methoden der Künstlichen Intelligenz</b>	6061

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. (Privatdozent) Gerhard Staude	-	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60611	VÜ	Wissensbasierte Systeme	Pflicht	3
60612	VL	Künstliche Intelligenz - Theorie und Praxis	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt sind Grundkenntnisse in Mathematik (Lineare Algebra, Analysis, Stochastik)
Qualifikationsziele
Die Studierenden besitzen grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) und Deep Learning und sind in der Lage, ihr Wissen aus der klassischen Informationsverarbeitung mit den Erkenntnissen aus dem KI-Bereich kritisch und differenziert zu vernetzen. Die Studierenden sind mit den wesentlichen Grundsätzen logikbasierter Wissensrepräsentation und Inferenzmechanismen vertraut. Sie kennen die Besonderheiten menschlichen Schlussfolgerns und die verschiedenen Ansätze, menschliches Schließen mathematisch zu modellieren und technisch abzubilden. Die Studierenden kennen die Eigenschaften und speziellen Anforderungen an die KI-Systemen zugrundeliegenden Hardware-Architekturen und verfügen über solide Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy-Inference Systemen. Sie sind vertraut mit den elementaren Methoden des maschinellen Lernens und können deren spezifischen Eigenschaften und Grenzen fundiert einordnen. Dies schließt auch deren Beurteilung im Sinne der Technikfolgenabschätzung mit ein. Die Studierenden sind sicher im selbständigen problemorientierten Arbeiten und verfügen über die Fähigkeit zur fundierten Bewertung und Auswahl verschiedener Konzepte der Wissensverarbeitung.
Inhalt
a) Lehrveranstaltung Wissensbasierte Systeme (PD Dr.-Ing. Gerhard Staude)

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden mit den wesentlichen Prinzipien wissensbasierter und lernfähiger informationstechnischer Systeme bekannt gemacht und damit das Wissen aus den grundlegenden Informationsverarbeitungsvorlesungen weiter vertieft. Nach einer ersten Definition des Begriffes „Künstliche Intelligenz“ und einer Übersicht über die betroffenen wissenschaftlichen Disziplinen werden die verschiedenen Ausrichtungen der KI-Forschung vorgestellt und in einem ersten exemplarischen Ansatz anhand des Gebiets der Expertensysteme und des Gebiets der Neuronalen Netze illustriert. Im Anschluss an einen kurzen Exkurs in die Grundlagen der Logik, befassen sich die Studierenden ausführlich mit den Prinzipien der logikbasierten Wissensrepräsentation und den zugehörigen Inferenzmechanismen. Neben Methoden des deduktiven und des unsicheren Schließens werden Techniken zum effizienten Durchsuchen der Wissensbasis vorgestellt. Die Studierenden erlernen das Konzept der Regelbasierten Systeme, welches anhand des Beispiels der Fuzzy-Inferenz-Systeme weiter vertieft wird. Sie werden mit verschiedenen Techniken des maschinellen Lernens zur Klassifikation und Mustererkennung vertraut gemacht und lernen deren spezifischen Stärken und Schwächen in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung gegeneinander abzuwägen. Ein Kapitel zu aktuell verfügbaren Hardware-Architekturen wie massiv parallelen Systemen, FPGA-Architekturen und dedizierten Rechenkernen auf Grafikkarten rundet die Lehrveranstaltung ab.

#### b) Lehrveranstaltung Künstliche Intelligenz – Theorie und Praxis (Prof. Werner Wolf)

Die Lehrveranstaltung beginnt mit einem Seminaranteil, in dem die Studierenden vorgegebene populärwissenschaftliche Publikationen zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) analysieren und in eigenen Beiträgen deren Grundaussagen und auch ihre persönliche Beurteilung darstellen. Diese Lehrkomponente zielt darauf ab, dass die Studierenden sich aktiv mit der aktuell sehr regen Diskussion über gesellschaftspolitische und ethische Fragen zur Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz auseinandersetzen und damit sich der Perspektive der Technikfolgenabschätzung öffnen. Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich mit dem Lernen und Schließen in neuronalen Netzen, wobei im Sinne der Bionik das biologische Neurosystem dem technisch abstrakten Konstrukt gegenüber gestellt wird. Dies schließt die Diskussion von technikphilosophischen Aspekten wie „Was ist Information?“, „Ist Objektivität in der Wissensverarbeitung durch technische Systeme möglich?“ und „Hat ein neuronales System einen freien Willen“ mit ein. Auch in diesem Teil der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden wieder aktiv durch Beiträge mit einbezogen werden. Nachfolgend werden die wesentlichen Kriterien zur praktischen Anwendung von KI-Systemen, nämlich Kosten, Nutzen und prinzipielle Anwendungsmöglichkeiten, beleuchtet. Beispiele mit realen Anwendungen werden die Lehrveranstaltung abschließen.

#### Literatur

- Beierle C., Kern-Isberner G.: Methoden wissensbasierter Systeme - Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen. Springer Vieweg, 2014
- Russell S.J., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2010
- Nielsen M.A.; Neural Networks and Deep Learning, Determination Press, 2015

<b>Leistungsnachweis</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schriftliche Prüfung von 75 Minuten Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25 Minuten Dauer (mP-25) am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</li><li>• Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen im Verhältnis der Trimesterwochenstunden (3 zu 2 Gewichtung) in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn beide Lehrveranstaltungen jeweils mit mindestens „ausreichend“ (4.0) bewertet wurden.</li></ul>
<b>Verwendbarkeit</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung „Connected Life“</li><li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung „Transmission Security“</li><li>• Wahlpflichtmodul INF (M.Sc.), Anwendungsfach Elektrotechnik</li><li>• Wahlpflichtmodul MINT</li></ul>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem HT



Modulname	Modulnummer
<b>Biomedizinische Informationstechnik 2</b>	6067

Konto	Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. (Privatdozent) Gerhard Staude	-	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
18462	VÜ	Biosignalverarbeitung	Pflicht	3
18463	VL	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung, wie sie im Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1 vermittelt werden</li> <li>MATLAB-Grundkenntnisse sind wünschenswert</li> </ul>
Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden besitzen grundlegendes methodisches Wissen zur sicheren Modellierung, Verarbeitung und Interpretation biologischer Signale. Sie sind mit möglichen Störquellen vertraut und besitzen die Fähigkeit, registrierte Signale kritisch auf Artefakte zu hinterfragen und die Gefahr möglicher Fehlinterpretationen fundiert einzuschätzen. Sie sind sicher im Umgang mit ausgewählten Werkzeugen der Biosignalverarbeitungskette, reflektieren deren Stärken und Schwächen und sind in der Lage, diese Werkzeuge auch bei neuen Fragestellungen gezielt einzusetzen. Die Studierenden können menschliche Verhaltensaspekte in der Interaktion mit IT-Systemen fundiert beurteilen und sind fähig, diese zu modellieren und beim Entwurf von IT-Systemen gezielt zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage, Ingenieurwissen im interdisziplinären Umfeld der Bereiche Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion umzusetzen und sind sicher im eigenständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team</p>
Inhalt
<p>Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 und Biomedizinische Informationstechnik 2 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion</p>

einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt. In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltungen Biosignalverarbeitung und Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen.

a) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr.-Ing. Gerhard Staude):

In der Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung werden, nach einer kurzen Einführung in die Basiswerkzeuge der digitalen Signalverarbeitung, die klassischen Stufen der Biosignalverarbeitungskette von der optimalen Signalaufbereitung bis hin zur Klassifikation und Entscheidungsfindung erörtert. Dabei werden ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann selbst in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf synthetische und reale Biosignale anwenden. Dabei konzentriert sich die Lehrveranstaltung neben der Modellierung biomedizinischer Signalquellen auf lineare und nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion, Überwachungs- und Algorithmen sowie Methoden zur Mustererkennung und Diagnoseunterstützung. Abschließend werden Strategien für die ambulante Erfassung von Langzeitdaten vorgestellt.

b) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen(n.n.):

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Beschreibung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen detailliert erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte (human factors) erweitert. Die Studierenden analysieren die „Funktionsweise“ des Menschen und erörtern wichtige Konzepte zur Modellierung des Menschen als Regelelement.

#### Literatur

- Husar P: Biosignalverarbeitung. Springer Berlin Heidelberg, 2010. ISBN: 9783642126574; 364212657X; 3642126561; 9783642126567
- Bruce EN: Biosignal Processing and Signal Modelling. Wiley, New York, 2001
- Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001
- Rabe M, Staude G: Skript zur Vorlesung MATLAB essentials
- Bungartz HJ, Zimmer S, Buchholz M, Pflüger D: Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung. Verlag Springer, 2009
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

<b>Leistungsnachweis</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schriftliche Prüfung von 75 Minuten Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25 Minuten Dauer (mP-25) am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</li><li>• Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen im Verhältnis der Trimesterwochenstunden (3 zu 2 Gewichtung) in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn beide Lehrveranstaltungen jeweils mit mindestens „ausreichend“ (4.0) bewertet wurden.</li></ul>
<b>Verwendbarkeit</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Connected Life"</li><li>• Pflichtmodul EIT (M.Sc.), Vertiefung MSC, Spezialisierung "Micro &amp; Nano Electronics"</li><li>• Wahlpflichtmodul INF (M. Sc.), Anwendungsfach Elektrotechnik</li><li>• Wahlpflichtmodul MINT</li><li>• Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik.</li></ul>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
1 Trimester, in jedem HT

Modulname	Modulnummer
Visual Computing (erweitert)	1152

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11521	VÜ	Computer Vision	Pflicht	3
11522	VÜ	Computer Vision und Graphik	Wahlpflicht	3
11523	VÜ	Bildverarbeitung für Computer Vision	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

- Kenntnisse der Mathematik und Physik.
- Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

#### Qualifikationsziele

In der Vorlesung und den Übungen zu Bildverarbeitung für Computer Vision erwerben Studierende vertiefte Kenntnisse über Techniken der Bildverarbeitung, die in Computer Vision verwendet werden, auch in Form der praktischen Auswertung von Bildern. Sie kennen grundlegende Methoden wie Bildtransformationen, Segmentierung, Binärbildverarbeitung sowie Merkmalsextraktion und können diese sinnvoll kombinieren. Damit können sie abschätzen, welche Methoden sich in Abhängigkeit von Faktoren wie Genauigkeit, Robustheit und Geschwindigkeit besonders gut für welches Einsatzgebiet eignet.

Mittels der Vorlesung und Übungen zu Computer Vision erwerben Studierende vertieftes Wissen über die Rekonstruktion von 3D Geometrie aus perspektiven Bildern. Sie kennen verschiedene Techniken, die eine Poseschätzung mit und ohne Wissen über den Aufbau der Kamera (Kalibrierung) ermöglichen. Sie können diese zusammen mit Wissen über Bildzuordnung und robusten statistischen Verfahren anwenden, um die relative Pose für Bildpaare auch bei groben Fehlern in der Zuordnung zu schätzen. Damit sind die Studierenden grundsätzlich in der Lage, die Posen für weit auseinander liegende Aufnahmen (wide-baseline) zu bestimmen.

Das Ziel der Vorlesung und Seminarübung zu Computer Vision und Graphik besteht darin, den Studierenden vertieftes Wissen zu Techniken der automatischen Extraktion von Objekten aus Bildern zu vermitteln. Weiterhin bekommen die Studierenden die Fähigkeit, dichte Tiefendaten durch Bildzuordnung zu generieren, mittels derer

realistische 3D Visualisierungen erzeugt werden können. Die Studierenden erhalten neben breitem Wissen zur aussehensbasierten Extraktion auf Grundlage von ähnlichem Aussehen und ähnlicher Anordnung von kleinen Bildausschnitten insbesondere ein Verständnis der Möglichkeiten, die sich durch eine Kopplung von Computer Vision und Graphik in Form von generativen Modellen ergeben. Mittels eines Vortrags lernen die Studierenden die Einordnung eines spezifischen Themas in den Rahmen der Techniken von Computer Vision und Graphik.

#### Inhalt

Die Vorlesung Bildverarbeitung für Computer Vision geht von der Bildgewinnung aus. Es wird gezeigt, wie Bilder und Bildausschnitte mittels statistischer Maße, wie z.B. Varianz und Korrelationskoeffizient, charakterisiert werden können. Bildtransformationen verändern entweder die Radiometrie oder die Geometrie der Bilder. Mittels lokaler Transformationen werden Kanten hervorgehoben oder Störungen beseitigt. Die Bildsegmentierung, die z.B. auf Grundlage einzelner Pixel oder Regionen-orientiert erfolgen kann, führt zu homogenen Bildbereichen. Für die Verarbeitung binärer Bilder, d.h. Bilder mit nur zwei Grauwerten, werden Verfahren vorgestellt, die spezielle Formen herausarbeiten (mathematische Morphologie). Auf Grundlage aller bis dahin vorgestellter Techniken wird es möglich, Merkmale, d.h. nulldimensionale (0D)-Punkte, 1D-Kanten / Linien und 2D Flächen zu extrahieren. Für Flächen wird deren Umsetzung in Vektoren inkl. Graphbildung und Polygonapproximation aufgezeigt.

Die Vorlesung Computer Vision legt zuerst Grundlagen der projektiven Geometrie. Für das Einzelbild wird die Modellierung mittels Projektionsmatrix und Kollinearitätsgleichung dargestellt und daraus die Rekonstruktion der Orientierung auf Grundlage der Direkten Linearen Transformation und die hoch genaue Bündellösung abgeleitet. Die relative Orientierung des Bildpaars kann mittels Fundamentalmatrix, essentieller Matrix und Homographie direkt bestimmt werden, daneben wird aber auch die hoch genaue Bündellösung dargestellt. Für drei und mehr Bilder wird der Trifokaltensor vorgestellt. Da reale Kameras nicht der idealen Zentralperspektive entsprechen, wird auf Objektivfehler eingegangen. Um Bilder orientieren zu können, sind korrespondierende Punkte oder Linien in den Bildern notwendig. Hierfür werden Grundlagen der Bildzuordnung dargestellt. Darauf aufbauend wird dargestellt, wie Bildpaare, -tripel und -sequenzen automatisch orientiert werden können und welche Probleme hierbei auftreten. Die bei der Orientierung der Bilder entstehenden 3D Punkte füllen den Raum nur unzureichend. Um eine realistische 3D Darstellung zu ermöglichen, werden Verfahren zur dichten Tiefenschätzung vorgestellt. Zuletzt werden an Hand der 3D Rekonstruktion aus Bildern von Unmanned Aircraft Systems (UAS) und der (Echtzeit) Navigation Möglichkeiten aber auch Probleme dargestellt.

Die Vorlesung Computer Vision und Graphik führt zuerst in die Modellbildung für die Objektextraktion mit Objekten (Geometrie und Radiometrie), Relationen, Kontext und Ebenen der Extraktion ein. Für die aussehensbasierte Objektextraktion werden Verfahren zur Detektion und Beschreibung von kleinen Bildausschnitten, z.B. SIFT, und zum Vergleich der Anordnung, wie z.B. Schätzung der Homographie mit RANSAC oder Hough-Transformation vorgestellt. Generative Modelle beruhen auf einer möglichst realistischen Visualisierung. Hierfür werden verschiedene Techniken der (Computer) Graphik vorgestellt und es wird aufgezeigt, wie diese in Graphik-Hardware realisiert werden. Die Extraktion der Objekte beruht auf a priori Annahmen (Priors) über die Geometrie und Radiometrie der Objekte. Der Vergleich von Visualisierung und realem

<p>Bild führt zu Likelihoods. Die Modelle werden auf Grundlage der Priors statistisch modifiziert und die Lösung als MAP (Maximum a posteriori) Schätzung bestimmt. Hierfür werden Techniken wie (Reversible Jump) Markov Chain Monte Carlo (MCMC) verwendet. Es wird die Extraktion topographischer Objekte, vor allem Gebäudefassaden und Vegetation aus terrestrischen Daten, aber auch von Straßen aus Luft- und Satellitenbildern dargestellt. Weitere Anwendungen werden in Seminarvorträgen vorgestellt und diskutiert.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min (normalerweise am Ende des HT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen und Seminarübungen.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Das Modul gibt Grundlagen für praktische Anwendungen im Bereich von Visual Computing.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
<p>Die Vorlesungen und Übungen Bildverarbeitung für Computer Vision und Computer Vision liegen im Frühjahrstrimester im 1. und die Seminarübung Computer Vision und Graphik im Herbsttrimester des 2. Studienjahres.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Algorithmen in der Mathematik</b>	1211

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Cornelius Greither	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12111	VÜ	Algorithmische Zahlentheorie	Pflicht	5
12112	VÜ	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie	Wahlpflicht	3
12113	VÜ	Quantencomputer	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.
Qualifikationsziele
Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren.
Inhalt
Die Veranstaltung "Algorithmische Zahlentheorie" behandelt Grundbegriffe und wichtige Algorithmen aus der algebraischen Zahlentheorie, unter anderem Primzahlen und ihre Verallgemeinerungen, Primalitätstest, Faktorisierungsmethoden, und den Umgang mit elliptischen Kurven. Kryptographische Anwendungen werden im Blick behalten, sie sind aber nicht alleiniger Ausgangspunkt.
Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codierungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

<p>In der Veranstaltung "Quantencomputer" wird das Modell des Quantencomputers vorgestellt. Seit Jahrzehnten gibt es nämlich die Hoffnung, dass man durch effizientes Ausnutzen von quantenmechanischen Vorgängen Computer bauen kann, die bestimmte Berechnungsprobleme schneller lösen können als herkömmliche Computer. Zuerst werden einige mathematische Grundlagen gelegt, und es wird eine kurze Einführung in die notwendigen Begriffe der Quantenmechanik gegeben. Dann wird das Modell des Quantencomputers eingeführt, und es werden verschiedene Algorithmen für Quantencomputer behandelt, unter anderem der Algorithmus von Grover und der berühmte Faktorisierungsalgorithmus von Shor. Auch Komplexitätstheoretische Aspekte werden besprochen.</p>
<b>Leistungsnachweis</b>
Die Prüfungsform ist Notenschein.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 bis 2 Semester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbstsemester. Als Startzeitpunkt ist das Herbstsemester im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Neben der Pflichtveranstaltung "Algorithmische Zahlentheorie" ist eine der beiden anderen Vorlesungen mit Übungen im Umfang von 3 TWS zu belegen.



Modulname	Modulnummer
<b>Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung</b>	1231

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12311	VÜ	Data Mining und IT-basierte Entscheidungsunterstützung	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse zu mathematischen Methoden des Operations Research und der Statistik wie sie z.B. im Bachelor Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik vermittelt werden.
Qualifikationsziele
Lernziele sind das kompetente Beherrschen grundlegender Verfahren und Methoden sowie ihrer praktischen Anwendung in den unter Inhalte dargestellten Bereichen.
Inhalt
Die Studierenden sollen in dieser Veranstaltung mit den IT-basierten und entscheidungstheoretischen Grundlagen im Bereich der modernen Datenanalyse vertraut gemacht werden; insbesondere im Hinblick auf die Strukturierung von Entscheidungsproblemen, die Entwicklung von geeigneten Analyseverfahren zur Erforschung von komplexen datenbasierten Zusammenhängen ("Exploratory Analysis"). Data Mining bedeutet dabei das Extrahieren von impliziten, noch unbekanntem Informationen aus Rohdaten. Dazu sollten IT-Systeme in die Lage versetzt werden, Datenbanken und Datenansammlungen (z.B. im Bereich der Geoinformatik) automatisch nach Gesetzmäßigkeiten und Mustern zu durchsuchen und einen Abstraktionsprozess durchzuführen, der als Ergebnis aussagekräftige Informationen liefert. Insbesondere das heutige maschinelle Lernen und das Verfahren des "Datafarming" stellen dafür die Werkzeuge und Techniken zur Verfügung, die in den Bereich des modernen Wissensmanagements (bis zur Begriffsanalyse) und "Datamining" hineinführen.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>Decision Support Systems Developing Web-Enabled Decision Support Systems, Abhijit A. Pol and Ravindra K. Ahuja. Dynamic Ideas 2007.</li> <li>Exploratory Data Analysis Making Sense of Data: A Practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining, Glenn J. Myatt. John Wiley, 2006.</li> </ul>

- Spatial Data Analysis Spatial Data Analysis - Theory and Practice, Robert Haining, Cambridge University Press 2003.
- Data Mining Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Second Edition) Ian H. Witten, Eibe Frank. Morgan Kaufmann 2005.
- Data Mining: A Knowledge Discovery, K. Cios, W. Pedrycz, R. Swiniarski Springer, 2007.
- Data Mining Introductory and Advanced Topics, Margaret Dunham, Prentice Hall, 2003.
- Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, editors , MIT Press, 1996.
- Data Mining: Concepts and Techniques, Jiawei Han, Micheline Kamber. Morgan Kaufmann, 2006.
- Principles of Data Mining, David J. Hand, Heikki Mannila and Padhraic Smyth. MIT Press, 2000. Daniel T. Larose,
- Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining, John Wiley 2004. Robert Nisbet, John Elder, IV and Gary Miner.
- Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications. Elsevier 2009.
- Statistical Learning - Machine Learning Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman,
- The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer Verlag, 2001. Mehmed Kantardzic, Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms, Wiley-IEEE Press, 2002.

Weiterführende Literatur:

- Zeitreihenanalyse Time Series Analysis. Hamilton 1994.
- Reinforcement Lernen und Spieltheorie Reinforcement Learning: An Introduction. Sutton and Barto: MIT Press 1998.
- Fun and Games: A Text on Game Theory. Binmore, Linster, Houghton Mifflin 2000.
- Statistik Bayesian Data Analysis. Gelman, Carlin, Stern, Rubin: Chapman 1995. Introduction to Mathematical Statistics. Hogg, Craig: Prentice Hall 2004.
- Principles of Statistics. Bulmer: Dover 1979.
- Probability, Random Variables and Stochastic Proc., Papoulis, McGraw, Hill 2002.

**Leistungsnachweis**

Mündliche (20min) oder schriftliche (60min) Modulprüfung.

**Verwendbarkeit**

Die Vorlesung kann durch weiterführende Veranstaltungen im Bereich der Datenanalyse fortgeführt werden, z.B. im Bereich der modernen Begriffsanalyse, des Algorithmic Engineering, im Rahmen von Spezialvorlesungen der Numerik und Statistik sowie der Geoinformatik. Ebenfalls bestehen enge Bezüge zu wissenschaftlichen Forschungsgebieten im Bereich der Künstlichen Intelligenz.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modulname	Modulnummer
<b>System Analysis and Concept Development und Experimentation (ORMS III)</b>	1232

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12322	VÜ	Aviation Management: Safety und Security	Wahlpflicht	3
12324	VÜ	System Dynamics	Wahlpflicht	3
12325	P	Praktikum Operations Research - Entscheidungsunterstützung II	Wahlpflicht	3
12326	SE	Seminar Ausgewählte Kapitel des Operations Research II	Wahlpflicht	3
149014	B	Geschichte des Operations Research	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundkenntnisse zu Statistik wie sie beispielsweise im Bachelor-Modul Statistik vermittelt werden.
Qualifikationsziele
Lernziele sind das kompetente Beherrschen grundlegender Verfahren und Methoden sowie ihrer praktischen Anwendung in den oben dargestellten Bereichen.
Inhalt
Die Studierenden sollen in diesem Modul mit den system- und entscheidungstheoretischen Grundlagen der Planung und Steuerung komplexer soziotechnischer Systeme vertraut gemacht werden; insbesondere im Hinblick auf die Strukturierung von Entscheidungsproblemen, die Entwicklung von Prozessmodellen zur Erforschung des Systemverhaltens sowie die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen auf der Grundlage von Systembewertungen. Ein weiterer ergänzender Schwerpunkt dieses Moduls liegt im Bereich der Netzwerktheorie und Netzwerkplanung. Eine exemplarische Auswahl der Inhalte besteht aus:  - Theoretische Einführung in die System- und Entscheidungstheorie (Systemklassifikation, Eigenschaften von Systemen, Stabilität und Entropie, sowie das Grundmodell rationaler Entscheidungsfindung bei von Neumann)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multikriterielle Optimierung - Systemanalytische Bewertungsansätze</li> <li>• Der systemanalytische Planungsprozess (Beispiel: Nutzer-Modell Interaktionen)</li> <li>• Modelle, Dynamische Systeme und Simulationen (Beispiel: Stabilität in globalen komplexen Systemen)</li> <li>• Hochauflösende Datenanalyse - Einführung in die allgemeine Netzwerktheorie und Netzwerkplanung</li> <li>• (Beispiel: Vernetzte Operationsführung-Aviation Security)</li> <li>• Optimierung auf Netzen (Graphen)</li> <li>• Besondere Aspekte der Spiel- und Entscheidungstheorie (Beispiel: Experimente-CD&amp;E)</li> <li>• Ausblick: Bestimmungsgrößen internationaler Sicherheit</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung von 30 min oder Notenschein.
<b>Verwendbarkeit</b>
Weiterführende Veranstaltungen im Bereich der Entscheidungstheorie und des Operations Research
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Es sind drei Wahlpflichtveranstaltungen mit jeweiliger Übung zu wählen.

Modulname	Modulnummer
Visual Computing	1489

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11521	VÜ	Computer Vision	Pflicht	3
11523	VÜ	Bildverarbeitung für Computer Vision	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

- Kenntnisse der Mathematik und Physik.
- Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

#### Qualifikationsziele

In der Vorlesung und den Übungen zu Bildverarbeitung für Computer Vision erwerben Studierende vertiefte Kenntnisse über Techniken der Bildverarbeitung, die in Computer Vision verwendet werden, auch in Form der praktischen Auswertung von Bildern. Sie kennen grundlegende Methoden wie Bildtransformationen, Segmentierung, Binärbildverarbeitung sowie Merkmalsextraktion und können diese sinnvoll kombinieren. Damit können sie abschätzen, welche Methoden sich in Abhängigkeit von Faktoren wie Genauigkeit, Robustheit und Geschwindigkeit besonders gut für welches Einsatzgebiet eignet.

Mittels der Vorlesung und Übungen zu Computer Vision erwerben Studierende vertieftes Wissen über die Rekonstruktion von 3D Geometrie aus perspektiven Bildern. Sie kennen verschiedene Techniken, die eine Poseschätzung mit und ohne Wissen über den Aufbau der Kamera (Kalibrierung) ermöglichen. Sie können diese zusammen mit Wissen über Bildzuordnung und robusten statistischen Verfahren anwenden, um die relative Pose für Bildpaare auch bei groben Fehlern in der Zuordnung zu schätzen. Damit sind die Studierenden grundsätzlich in der Lage, die Posen für weit auseinander liegende Aufnahmen (wide-baseline) zu bestimmen.

#### Inhalt

Die Vorlesung Bildverarbeitung für Computer Vision geht von der Bildgewinnung aus. Es wird gezeigt, wie Bilder und Bildausschnitte mittels statistischer Maße, wie z.B. Varianz und Korrelationskoeffizient, charakterisiert werden können. Bildtransformationen verändern entweder die Radiometrie oder die Geometrie der Bilder. Mittels lokaler

<p>Transformationen werden Kanten hervorgehoben oder Störungen beseitigt. Die Bildsegmentierung, die z.B. auf Grundlage einzelner Pixel oder Regionen-orientiert erfolgen kann, führt zu homogenen Bildbereichen. Für die Verarbeitung binärer Bilder, d.h. Bilder mit nur zwei Grauwerten, werden Verfahren vorgestellt, die spezielle Formen herausarbeiten (mathematische Morphologie). Auf Grundlage aller bis dahin vorgestellter Techniken wird es möglich, Merkmale, d.h. nulldimensionale (0D)-Punkte, 1D-Kanten / Linien und 2D Flächen zu extrahieren. Für Flächen wird deren Umsetzung in Vektoren inkl. Graphbildung und Polygonapproximation aufgezeigt.</p> <p>Die Vorlesung Computer Vision legt zuerst Grundlagen der projektiven Geometrie. Für das Einzelbild wird die Modellierung mittels Projektionsmatrix und Kollinearitätsgleichung dargestellt und daraus die Rekonstruktion der Orientierung auf Grundlage der Direkten Linearen Transformation und die hoch genaue Bündellösung abgeleitet. Die relative Orientierung des Bildpaars kann mittels Fundamentalmatrix, essentieller Matrix und Homographie direkt bestimmt werden, daneben wird aber auch die hoch genaue Bündellösung dargestellt. Für drei und mehr Bilder wird der Trifokaltensor vorgestellt. Da reale Kameras nicht der idealen Zentralperspektive entsprechen, wird auf Objektivfehler eingegangen. Um Bilder orientieren zu können, sind korrespondierende Punkte oder Linien in den Bildern notwendig. Hierfür werden Grundlagen der Bildzuordnung dargestellt. Darauf aufbauend wird dargestellt, wie Bildpaare, -tripel und -sequenzen automatisch orientiert werden können und welche Probleme hierbei auftreten. Die bei der Orientierung der Bilder entstehenden 3D Punkte füllen den Raum nur unzureichend. Um eine realistische 3D Darstellung zu ermöglichen, werden Verfahren zur dichten Tiefenschätzung vorgestellt. Zuletzt werden an Hand der 3D Rekonstruktion aus Bildern von Unmanned Aircraft Systems (UAS) und der (Echtzeit) Navigation Möglichkeiten aber auch Probleme dargestellt.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 20 min (normalerweise am Ende des FT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen.</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>Das Modul gibt Grundlagen für praktische Anwendungen im Bereich von Visual Computing.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Das Modul ist für das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.</p>
<p><b>Sonstige Bemerkungen</b></p>
<p>Die Vorlesungen und Übungen Bildverarbeitung für Computer Vision und Computer Vision liegen im Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Numerische Mathematik</b>	1513

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Markus Klein	Wahlpflicht	9

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	48	132	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10781	VL	Numerische Mathematik	Pflicht	3
10782	UE	Numerische Mathematik	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung. Insbesondere werden Grundkenntnisse zur numerischen Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen vorausgesetzt. Diese sind auch prüfungsrelevant. Wenn sie nicht vorhanden sind, müssen sie im Selbststudium erworben werden.

#### Qualifikationsziele

Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.

Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.

#### Inhalt

- Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung
- Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzen Verfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumen Verfahren.
- Diskussion verschiedener Typen numerischer Fehler
- Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren
- Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung

• Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008</li><li>• G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000</li><li>• J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007</li><li>• C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005</li><li>• P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000</li><li>• W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press</li><li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 &amp; 2, Springer Verlag, 2000</li><li>• H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991</li><li>• Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.



Modulname	Modulnummer
<b>Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization</b>	2994

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. rer. nat. Maximilian Moll	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
29941	VÜ	Ausgewählte Kapitel des Data-driven Optimization	Pflicht	3
29942	VÜ	Quantum Machine Learning & Optimization	Wahlpflicht	3
29943	SE	Seminar: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
29944	P	Praktikum: Ausgewählte Kapitel des OR	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>9</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse in Methoden des Operations Research und des Data Minings oder der Statistik werden vorausgesetzt.

## Qualifikationsziele

Studierende sollen in die Lage versetzt werden, sich selbstständig mit neuartigen Methoden der data-driven Optimization in Theorie und Praxis auseinander zu setzen. Hierzu sollen sie im Rahmen der Vorlesung, sowie vertiefend in Seminar und Praktikum, verschiedene Methoden analysieren und anwenden.

Hierbei soll nicht nur die Fähigkeit entwickelt werden Ansätze auf ihre theoretische Richtigkeit und praktische Anwendbarkeit zu beurteilen, sondern diese auf ein Problem hin anpassen zu können.

Schließlich soll das Identifizieren geeigneter Probleme und passender Lösungsansätze geschult werden.

## Inhalt

Data-driven Optimization beschäftigt sich zukunftsweisend mit der Kombination von klassischen Optimierungsmethoden und daten-basierten Ansätzen. Im Gegensatz zu der klassischen Optimierung der letzten Jahrhunderte, die ausgehend von einem zu optimierenden Modell eine Lösung sucht, bietet das Data-driven Optimization die Möglichkeit, ohne eine exakte mathematische Abstrahierung des zugrunde liegenden Modells Optimierungsmethoden anzuwenden.

Das Modul bietet aufbauend auf dem vorhandenen Grundwissen einen vertiefenden Einblick in ausgewählte Themengebiete des data-driven Optimization. Neben der grundlegenden Problematik werden Themen aus dem Reinforcement Learning, Prescriptive Analytics und der konvexen Optimierung unter Unsicherheit behandelt.

Das Reinforcement Learning ist neben Supervised und Unsupervised Learning das dritte Teilgebiet des Machine Learnings und beschäftigt sich mit daten-basierten Ansätzen zu Problemen der klassischen Kontrolltheorie. Hierbei soll im Modul auch die Anwendung auf praxis-relevante Probleme herausgestellt werden, die über die bekannten Lösungen von Spielen, wie z.B. Go, hinausgehen.

Prescriptive Analytics stellt aufbauend auf Descriptive und Predictive Analytics die nützlichste und schwerste Stufe des Data Science dar. Hier müssen nicht nur daten-basierte Vorhersagen getroffen werden, sondern das zukünftige System auf eine gegebene Zielvorstellung hin optimiert werden. In der Vorlesung werden verschiedene grundsätzliche Herangehensweisen mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert, sowie die Abgrenzung zu Predictive Analytics konkretisiert.

Die konvexe Optimierung stellt ein zentrales Element des Operations Research und der modernen Entscheidungsunterstützung dar. In vielen Fällen sind jedoch die Parameter der Optimierungsmodelle nicht explizit bekannt, sondern müssen zunächst aus Daten abgeleitet werden. Die Vorlesung thematisiert, wie sich dies auf die zu wählenden Optimierungsverfahren auswirken muss.

Das Seminar greift aktuelle Publikationen zu den Themen der Vorlesung auf.

Im Praktikum setzen sich die Studierenden mit einer konkreten, praxis-nahen Problemstellung des data-driven Optimization auseinander.

In der Vorlesung Quantum Machine Learning and Optimization wird spezifisch auf die Verwendung von Quantum Computern für effizientere Algorithmen im Kontext der NISQ-Maschinen eingegangen.

#### Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 30 min.

Zum Absolvieren des Moduls sind drei der vier Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Es beginnt immer im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
<b>Advanced Visual Computing</b>	3447

Konto	Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022
-------	--

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11522	VÜ	Computer Vision und Graphik	Wahlpflicht	3
34461	VÜ	Statistische Computer Vision	Wahlpflicht	3
34471	VÜ	Angewandtes Deep Learning für Computer Vision	Wahlpflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in Bildverarbeitung und Computer Vision, wie sie im Modul "Visual Computing" vermittelt werden.

Qualifikationsziele
<p>Das Ziel der Vorlesung und Seminarübung zu Computer Vision und Graphik besteht darin, den Studierenden vertieftes Wissen zu Techniken der automatischen Extraktion von Objekten aus Bildern zu vermitteln. Weiterhin bekommen die Studierenden die Fähigkeit, dichte Tiefendaten durch Bildzuordnung zu generieren, mittels derer realistische 3D Visualisierungen erzeugt werden können. Die Studierenden erhalten neben breitem Wissen zur aussehensbasierten Extraktion auf Grundlage von ähnlichem Aussehen und ähnlicher Anordnung von kleinen Bildausschnitten insbesondere ein Verständnis der Möglichkeiten, die sich durch eine Kopplung von Computer Vision und Graphik in Form von generativen Modellen ergeben. Mittels eines Vortrags lernen die Studierenden die Einordnung eines spezifischen Themas in den Rahmen der Techniken von Computer Vision und Graphik.</p> <p>In der Vorlesung mit Übungen Statistische Computer Vision erhalten die Studierenden vertieftes Wissen über statistische Modelle und ihre Anwendung in der geometrischen Dateninterpretation und Modellbildung. Erweiterte Kenntnisse in Bayes'scher Statistik sowie Markoff Modellen führen zu einem tieferen Verständnis der abgeleiteten Modellbildungs- und Optimierungstechniken. Die Studierenden kennen für Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Quelldaten die Vorteile hinsichtlich Plausibilität und Effizienz, die statistische Ansätze für die Verarbeitung komplizierter Objekte/ Geometrien besitzen.</p>

In der Vorlesung mit Übungen „Angewandtes Deep Learning für Computer Vision“ werden state-of-the-art Deep Learning Methoden und typische praktische Anwendungen in Computer Vision vorgestellt. Die Studenten lernen die Grundlagen von tiefen neuronalen Netzen sowie Entwicklungsumgebungen und Tools kennen. Durch Anwendungsbeispiele mit verschiedenen Aufgaben und Quelldaten machen die Studenten eigene Erfahrungen mit der Entwicklung sowie dem Einsatz von Deep Learning Modellen und beherrschen praktische Techniken z.B. für Datenvorbereitung und Modellanpassung.

#### Inhalt

Die Vorlesung Computer Vision und Graphik führt zuerst in die Modellbildung für die Objektextraktion mit Objekten (Geometrie und Radiometrie), Relationen, Kontext und Ebenen der Extraktion ein. Für die aussehensbasierte Objektextraktion werden Verfahren zur Detektion und Beschreibung von kleinen Bildausschnitten, z.B. SIFT, und zum Vergleich der Anordnung, wie z.B. Schätzung der Homographie mit RANSAC oder Hough-Transformation vorgestellt. Generative Modelle beruhen auf einer möglichst realistischen Visualisierung. Hierfür werden verschiedene Techniken der (Computer) Graphik vorgestellt und es wird aufgezeigt, wie diese in Graphik-Hardware realisiert werden. Die Extraktion der Objekte beruht auf a priori Annahmen (Priors) über die Geometrie und Radiometrie der Objekte. Der Vergleich von Visualisierung und realem Bild führt zu Likelihoods. Die Modelle werden auf Grundlage der Priors statistisch modifiziert und die Lösung als MAP (Maximum a posteriori) Schätzung bestimmt. Hierfür werden Techniken wie (Reversible Jump) Markov Chain Monte Carlo (MCMC) verwendet. Es wird die Extraktion topographischer Objekte, vor allem Gebäudefassaden und Vegetation aus terrestrischen Daten, aber auch von Straßen aus Luft- und Satellitenbildern dargestellt. Weitere Anwendungen werden in Seminarvorträgen vorgestellt und diskutiert.

Die Vorlesung Statistische Computer Vision beschäftigt sich mit der Verarbeitung von geometrischen Messdaten auf Grundlage von statistischen Modellen. Die Schwerpunkte liegen auf dreidimensionaler (3D) Objektdetektion und Szeneninterpretation. Zuerst werden Grundlagen von Bayesscher Statistik und Markoff Modellen gelegt. Bei der generativen Modellierung werden die geometrischen Primitive statistisch parametrisiert. Die verbesserte Flexibilität und Leistungsfähigkeit in Objektdetektion und -rekonstruktion werden dargestellt. Modellselektion, die auf Informationsentropie und Bayesscher Inferenz aufbaut, ermöglicht die Auswertung von Modellen unterschiedlicher Komplexität. Als Anwendungsbeispiele werden Baumextraktion, Gebäuderekonstruktion, Fensterdetektion, und Indoor Segmentierung präsentiert. Dabei werden verschiedene Messdaten — LIDAR, Bilder, und RGB-D Daten — verwendet und damit die Vorteile von statistischen Modellen demonstriert.

Die Vorlesung „Angewandtes Deep Learning für Computer Vision“ stellt den Einsatz von Deep Learning Methoden im Bereich Computer Vision mit einem Schwerpunkt auf Anwendungen vor. Diese fokussieren auf Bildinterpretation, -klassifikation und Objektdetektion. Die Lehrveranstaltung ist in Form von „Learning-by-doing“ gestaltet und wird von praktischen Programmierbeispielen begleitet. Zuerst werden Grundlagen von tiefen neuronalen Netzen gelegt sowie die Entwicklungsumgebung und Tools auf Grundlage einfacher Aufgaben vorgestellt. Mittels des Einsatzes der Ergebnismodelle auf einer Hardware-Plattform, wie z.B. Amazon Deeplens oder NVIDIA Jetson, wird der komplette Entwicklungsprozess demonstriert. Fortgeschrittene Methoden z.B.

zur Modellanpassung und Erhöhung der Performanz werden mittels anspruchsvoller Aufgaben z.T. aus realen Projekten demonstriert.
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung von 60 min oder mündliche Prüfung von 20 min (normalerweise am Ende des WT). Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Übungen und Seminarübungen.  Zum Absolvieren des Moduls sind zwei der drei Wahlpflichtveranstaltungen zu belegen.
<b>Verwendbarkeit</b>
Wahlpflichtmodule des Vertiefungsfeldes Geoinformatik; Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Wahlpflichtfächern Visual Computing und Fernerkundung.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Seminarmodul	1009

Konto	Seminar - INF 2022
-------	--------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Hommel	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	24	126	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10091	SE	Seminar MINF	Wahlpflicht	2
10092	SE	Seminar MINF+MWIN	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>2</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

keine formalen Voraussetzungen, aber je nach Themengebiet sind Kenntnisse aus Modulen bestimmter Fächer wesentliche Grundlage. Wenn ein Vertiefungsfeld gewählt wird, dann ist es empfehlenswert, das Seminar zu einem Thema dieses Vertiefungsfeldes zu belegen.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden haben Kenntnisse zu vertieften und speziellen fachlichen Themen des jeweiligen Themengebiets. Zusätzlich erwerben sie folgende Schlüsselqualifikationen:

- die Fähigkeit, anspruchsvolle englische Originalliteratur zu lesen und zu verstehen
- die Fähigkeit, vor einem Fachpublikum einen Vortrag zu einem nichttrivialen wissenschaftlichen Thema zu entwerfen (also auch didaktisch richtig zu gestalten) und ihn unter Einsatz üblicher Medien abzuhalten
- die Fähigkeit, zu Diskussionen über wissenschaftlichen Themen beizutragen
- die Fähigkeit, Texte von ca. 15 - 30 Seiten zu verfassen, i.d.R. zur Erklärung wissenschaftlicher Inhalte

#### Inhalt

Seminare behandeln wechselnde fachliche Themen, die auf Lehrstoffen aus dem Bachelor- und dem Master-Studium aufbauen. Die Themen können schon vorhandene fachliche Interessen und Schwerpunkte vertiefen. Die Seminare werden in Kleingruppen durchgeführt. Die angebotenen Seminare werden vor Beginn des Moduls hochschulöffentlich bekannt gegeben.

In der Regel arbeitet jeder Teilnehmer einen Vortrag zu vorgegebener Literatur aus und präsentiert ihn in der Gruppe.

<b>Leistungsnachweis</b>
Ein benoteter Schein, für den im einzelnen folgende Leistungen zu erbringen sind: <ul style="list-style-type: none"><li>• Abhalten eines Vortrags</li><li>• Erstellen einer Ausarbeitung zum Vortrag</li><li>• Teilnahme an den Diskussionen zu allen Vorträgen</li></ul> <p>Die Note ergibt sich i.w. aus der Qualität des Vortrags und der Ausarbeitung.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Seminarmodul stärkt die Fähigkeit der Studierenden zur wissenschaftlichen Recherche und zur Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse. Es versetzt die Studierenden verstärkt in die Lage, sich Erkenntnis und Wissen selbstständig aktiv zu erarbeiten und zu reflektieren, statt diese überwiegend rezeptiv aufzunehmen. Durch die exemplarische Vertiefung der im Studium behandelten Inhalte werden Studierende an die Forschung herangeführt, die für eine universitäre Ausbildung unverzichtbar ist.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
<b>Sonstige Bemerkungen</b>
Aus den jeweils angebotenen Seminaren zu unterschiedlichen Themen ist eines auszuwählen.  Zum Arbeitsaufwand: Der Hauptaufwand liegt in der Aufarbeitung eines Themas und der einmaligen Ausarbeitung des eigenen Vortrags. Dabei entfallen von den 126 Stunden Workload jeweils etwa 2/3 auf das Durcharbeiten der Literatur, und 1/3 auf das Erstellen der Vortragsfolien und Ausarbeitung.

Modulname	Modulnummer
Masterarbeit INF	1142

Konto	Masterarbeit - INF 2022
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Hommel	Pflicht	5

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
900	0	900	30

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus dem Master-Studium.
Qualifikationsziele
Die Studierenden können eine anspruchsvolle Aufgabe selbständig analysieren und mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Forschungsgebiet der Informatik vertiefende praktische Erfahrung gesammelt.
Inhalt
In der Master-Arbeit soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung selbständig mit bekannten Methoden wissenschaftlich bearbeitet werden. In der Arbeit sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Sie wird in der Regel individuell und eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.
Leistungsnachweis
Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 20 - 30 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/15 (entsprechend 2 Leistungspunkte) in die Modulnote ein.
Verwendbarkeit
Die Anfertigung der Master-Arbeit bereitet auf eigenständige systematisch durchgeführte Arbeitsvorgänge in der beruflichen Tätigkeit oder der wissenschaftlichen Forschung vor.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.



Modulname	Modulnummer
Seminar studium plus, Training	1008

Konto	Studium+ Master
-------	-----------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. Ina Ulrike Paul	Pflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Qualifikationsziele
<p><b>studium plus-Seminare:</b></p> <p>Die Studierenden erwerben personale, soziale oder methodische Kompetenzen, um das Studium als starke, mündige Persönlichkeit zu verlassen. Die studium plus-Seminare bereiten die Studierenden dadurch auf ihre Berufs- und Lebenswelt vor und ergänzen die im Studium erworbenen Fachkenntnisse.</p> <p>Durch die Vermittlung von Horizontwissen wird die eingeschränkte Perspektive des Fachstudiums erweitert. Dadurch lernen die Studierenden, das im Fachstudium erworbene Wissen in einem komplexen Zusammenhang einzuordnen und in Relation zu den anderen Wissenschaften zu sehen.</p> <p>Durch die exemplarische Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragen erwerben die Studierenden die Kompetenz, diese kritisch zu bewerten, sich eine eigene Meinung zu bilden und diese engagiert zu vertreten. Das dabei erworbene Wissen hilft, Antworten auch auf andere gesellschaftsrelevante Fragestellungen zu finden.</p> <p>Durch die Steigerung der Partizipationsfähigkeit wird die mündige Teilhabe an sozialen, kulturellen und politischen Prozessen der modernen Gesellschaft gefördert.</p> <p><b>studium plus-Trainings:</b></p> <p>Die Studierenden erwerben personale, soziale und methodische Kompetenzen, um als Führungskräfte auch unter komplexen und teils widersprüchlichen Anforderungen handlungsfähig zu bleiben bzw. um ihre Handlungskompetenz wiederzuerlangen.</p> <p>Damit ergänzt das Trainingsangebot die im Rahmen des Studiums erworbenen Fachkenntnisse insofern, als diese fachlichen Kenntnisse von den Studierenden in einen berufspraktischen Kontext eingebettet werden können und Möglichkeiten zur Reflexion des eigenen Handelns angeboten werden.</p>
Inhalt
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>

Die **Seminare** vermitteln Einblicke in aktuelle Themen und neue Wissensgebiete. Sie finden wöchentlich während an einem - mit der jeweiligen Fakultät vereinbarten - Wochentag in den sog. Blockzeiten oder auch am Wochenende statt, wobei den Studierenden die Wahl frei steht.

Die **Trainings** entsprechen den Trainings für Führungskräfte in modernen Unternehmen und finden immer am Wochenende statt.

### **Langbeschreibung:**

Die **studium plus-Seminare** bieten Lerninhalte, die Horizont- oder Orientierungswissen vermitteln bzw. die Partizipationsfähigkeit steigern. Sämtliche Inhalte sind auf den Erwerb personaler, sozialer oder methodischer Kompetenzen ausgerichtet. Sie bilden die Persönlichkeit und erhöhen die Beschäftigungsfähigkeit.

Bei der Vermittlung von Horizontwissen werden die Studierenden beispielsweise mit den Grundlagen anderer, fachfremder Wissenschaften vertraut gemacht, sie lernen Denkweisen und "Kulturen" der fachfremden Disziplinen kennen. Bei der Vermittlung von Orientierungswissen steigern die Studierenden ihr Reflexionsniveau, indem sie sich exemplarisch mit gesellschaftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Bei der Vermittlung von Partizipationswissen steht der Einblick in verschiedene soziale und politische Prozesse im Vordergrund.

Einen detaillierten Überblick bietet das jeweils gültige Seminarangebot von *studium plus*, das von Trimester zu Trimester neu erstellt und den Erfordernissen der künftigen Berufswelt sowie der Interessenslage der Studierenden angepasst wird.

Die **studium plus-Trainings** bieten berufsrelevante und an den Themen der aktuellen Führungskräfteentwicklung von Organisationen und Unternehmen orientierte Lerninhalte.

Einen detaillierten und aktualisierten Überblick bietet das jeweils gültige Trainingsangebot von *studium plus*.

### **Leistungsnachweis**

#### ***studium plus-Seminare:***

- In Seminaren werden Notenscheine erworben.
- Die Leistungsnachweise, durch die der Notenschein erworben werden kann, legt der/die Dozent/in in Absprache mit dem Zentralinstitut studium plus vor Beginn des Einschreibeverfahrens für das Seminar fest. Hierbei sind folgende wie auch weitere Formen sowie Mischformen möglich: Klausur, mündliche Prüfung, Hausarbeit, Referat, Projektbericht, Gruppenarbeit, Mitarbeit im Kurs etc. Bei Mischformen erhält der Studierende verbindliche Angaben darüber, mit welchem prozentualen Anteil die jeweilige Teilleistungen gewichtet werden.
- Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit im Seminar gekoppelt.
- Bei der während des Einschreibeverfahrens stattfindenden Auswahl der Seminare durch die Studierenden erhalten diese verbindliche Informationen über die Modalitäten des Scheinerwerbs für jedes angebotene Seminar.

#### ***studium plus-Trainings:***

- Die Trainings sind unbenotet, die Zuerkennung der ECTS-Leistungspunkte ist aber an die Teilnahme an der gesamten Trainingszeit gekoppelt.

**Dieses Modul geht nur mit 3 ECTS-Punkten in die Gesamtnotenberechnung ein!**

#### Verwendbarkeit

Das Modul ist für sämtliche Masterstudiengänge gleichermaßen geeignet.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2mal 1 Trimester.

Das Modul findet statt im ersten Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester und im Herbsttrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

# Übersicht des Studiengangs: Konten und Module

## Legende:

FT	= Fachtrimester des Moduls
PrFT	= frühestes Trimester, in dem die Modulprüfung erstmals abgelegt werden kann
Nr	= Konto- bzw. Modulnummer
Name	= Konto- bzw. Modulname
M-Verantw.	= Modulverantwortliche/r
ECTS	= Anzahl der Credit-Points

FT	PrFT	Nr	Name	M-Verantw.	ECTS
		<b>7</b>	<b>Pflichtmodule - INF 2022</b>		<b>11</b>
1	3	1531	Simulation	O. Rose	6
2	2	3491	Algorithmen und Komplexität	P. Hertling	5
		<b>8-13</b>	<b>Überkonto Wahlpflicht - INF 2022</b>		<b>54</b>
		<b>8</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Theoretische Informatik - INF 2022</b>		<b>54</b>
1	1	1037	Informations- und Codierungstheorie	P. Hertling	6
1	1	1038	Logik und Semantik	B. Elbl	6
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
1	1	1195	Algorithmische Geometrie	M. Minas	6
3	1	1196	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	P. Hertling	6
1	0	1198	Berechenbarkeit	V. Brattka	6
3	4	1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)	S. Pickl	9
1	2	1517	Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)	B. Elbl	12
1	2	1518	Formale Entwicklung korrekter Software	B. Elbl	6
1	3	1523	Reelle Berechenbarkeit	V. Brattka	6
		<b>9</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Software- und Informationsmanagement - INF 2022</b>		<b>54</b>
3	7	1034	Softwareentwicklungsumgebungen	M. Minas	6
2	3	1144	Knowledge Discovery in Big Data	M. Geierhos	6
2	2	1156	Entwicklung von Geschäftsmodellen	U. Lechner	6
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
2	2	1164	Rechnergestützte Gruppenarbeit	M. Koch	9
4	1	1165	Rechtsfragen der Informatik	M. Mayer	3
1	2	1167	Mensch-Computer-Interaktion	M. Koch	9
4	1	1189	Visuelle Sprachen und Umgebungen	M. Minas	6
2	2	1190	Web Technologies	M. Koch	6
2	2	1362	Innovationsmanagement Digitaler Medien	U. Lechner	6
0	1	1398	Middleware und mobile Cloud Computing	A. Karcher	6
1	2	1517	Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)	B. Elbl	12
1	2	1518	Formale Entwicklung korrekter Software	B. Elbl	6
3	1	3647	Compilerbau	S. Brunthaler	6
3	1	3648	Compilerbau (erweitert)	S. Brunthaler	9
4	4	3850	Natural Language Processing	M. Geierhos	6
1	4	3851	Information Retrieval	M. Geierhos	6

		<b>10</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Technische Informatik - INF 2022</b>		<b>54</b>
1	3	1010	Cyber Defense	G. Dreo Rodosek	12
1	3	1031	Rechnersysteme	K. Buchenrieder	9
2	3	1032	Analytische Modelle	M. Siegle	9
1	3	1033	Simulationstechnik	O. Rose	9
1	3	1093	Internet der Dinge (IoT)	C. Schmitt	6
3	4	1157	Verteilte Systeme	G. Teege	6
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
1	3	1197	Rechnernetze	G. Dreo Rodosek	12
3	3	2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization	M. Moll	9
2	2	5505	Systemsicherheit	G. Teege	6
		<b>11</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Informationstechnik in Organisationen - INF 2022</b>		<b>54</b>
1	2	1008	Einführung in das Industrial Engineering	O. Rose	9
3	3	1047	IT-Management	U. Lechner	5
2	2	1156	Entwicklung von Geschäftsmodellen	U. Lechner	6
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
2	2	1164	Rechnergestützte Gruppenarbeit	M. Koch	9
4	1	1165	Rechtsfragen der Informatik	M. Mayer	3
0	3	1169	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	A. Karcher	6
1	1	1170	Projektmanagement INF	H. Hagel	6
2	2	1171	Prozessmanagement und Engineering Standards	H. Hagel	6
0	1	1398	Middleware und mobile Cloud Computing	A. Karcher	6
0	1	1507	Enterprise Architecture und IT Service Management	A. Karcher	6
		<b>12</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Geoinformatik - INF 2022</b>		<b>54</b>
4	4	1147	Fernerkundung	H. Mayer	6
4	4	1149	Geoinformatik Seminar	H. Mayer	6
2	2	1150	Geoinformatik und Visual Computing	H. Mayer	6
2	3	1152	Visual Computing (erweitert)	H. Mayer	9
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
2	2	1489	Visual Computing	H. Mayer	6
3	4	1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)	S. Pickl	9
3	3	2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization	M. Moll	9
4	4	3446	Fernerkundung (erweitert)	H. Mayer	9
3	4	3447	Advanced Visual Computing	H. Mayer	6
		<b>13</b>	<b>Wahlpflichtmodule, Vertiefung: Modellierung, Operations Research, Simulation und Experimentation - INF 2022</b>		<b>54</b>
2	3	1032	Analytische Modelle	M. Siegle	9
1	3	1033	Simulationstechnik	O. Rose	9
2	0	1163	Praxisprojekt	M. Siegle	12
3	4	1490	Operations Research, Complex Analytics and Decision Support Systems (ORMS I)	S. Pickl	9
3	3	2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization	M. Moll	9
1	5	3579	Digital und Serious Games	M. Hofmann	9
		<b>14</b>	<b>Anwendungsfachmodule Elektrotechnik - INF 2022</b>		<b>15</b>
	0	1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik	C. Kargel	5

	0	1286	Spezielle messtechnische Probleme	C. Kargel	5
2	2	1295	Globale Optimierung	S. Schäffler	5
	0	1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik	W. Hansch	6
1	1	1366	Explorative Statistik	R. Schmied	5
1	1	1846	Biomedizinische Informationstechnik 1	G. Staude	5
		3684	MATLAB essentials	G. Staude	5
1	1	6050	Signalverarbeitung	A. Knopp	5
	4	6054	Digitale Bildverarbeitung	C. Kargel	5
1	1	6059	Integrierte Schaltungen	L. Maurer	5
2	2	6060	Digitale Filter und Array Processing	A. Knopp	5
3	3	6061	Methoden der Künstlichen Intelligenz	G. Staude	5
3	3	6067	Biomedizinische Informationstechnik 2	G. Staude	5
		<b>15</b>	<b>Anwendungsfachmodule Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften - INF 2022</b>		<b>15</b>
2	3	1152	Visual Computing (erweitert)	H. Mayer	9
3	4	1211	Algorithmen in der Mathematik	C. Greither	9
1	1	1231	Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung	S. Pickl	6
3	3	1232	System Analysis and Concept Development und Experimentation (ORMS III)	S. Pickl	9
2	2	1489	Visual Computing	H. Mayer	6
9	2	1513	Numerische Mathematik	M. Klein	6
3	3	2994	Ausgewählte Kapitel des OR: Data-driven Optimization	M. Moll	9
3	4	3447	Advanced Visual Computing	H. Mayer	6
		<b>16</b>	<b>Seminar - INF 2022</b>		<b>5</b>
2	0	1009	Seminarmodul	W. Hommel	5
		<b>17</b>	<b>Masterarbeit - INF 2022</b>		<b>30</b>
5		1142	Masterarbeit INF	W. Hommel	30
		<b>99MA</b>	<b>Verpflichtendes Begleitstudium plus</b>		<b>5</b>
	0	1008	Seminar studium plus, Training	I. Paul	5

# Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen

## Legende:

FT	= Fachtrimester der Veranstaltung
Nr	= Veranstaltungsnummer
Name	= Veranstaltungsname
Art	= Veranstaltungsart
P/Wp	= Pflicht / Wahlpflicht
TWS	= Trimesterwochenstunden

FT	Nr	Name	Art	P/Wp	TWS
	10091	Seminar MINF	Seminar	WPf	2
	10092	Seminar MINF+MWIN	Seminar	Pf	2
	10342	Seminar Ausgewählte Kapitel der Software-Entwicklung	Seminar	Pf	2
	10381	Ausgewählte Kapitel der Logik in der Informatik	Vorlesung/Übung	WPf	5
	10383	Semantik von Programmiersprachen	Vorlesung/Übung	WPf	5
	11443	Research Topics in Data Science	Seminar	WPf	3
	11445	Datenethik und -sicherheit	Seminar	WPf	3
	11446	Data Science Praktikum	Praktikum	WPf	3
	11631	Praxisprojekt	Praktikum	Pf	1
	11981	Berechenbarkeit	Vorlesung/Übung	Pf	5
	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik	Seminar	Pf	,
	12861	Spezielle messtechnische Probleme	Oberseminar	Pf	5
	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik	Seminar	Pf	,
	149010	Spieltheorie: Einführung in die mathematische Theorie strategischer Spiele	Vorlesung/Übung	WPf	3
	14902	Diskrete Optimierung	Vorlesung/Übung	WPf	3
	14904	Scheduling	Vorlesung/Übung	WPf	3
	14906	Soft Computing A: Management Science and Complex System Analysis - System Dynamics and Strategic Planning	Vorlesung/Übung	WPf	3
	14907	Soft Computing B: Fuzzy Systems - Network Operations	Vorlesung/Übung	WPf	3
	14909	Soft Computing D: Neural Networks and Network Analysis	Vorlesung/Übung	WPf	3
	15173	Modulprojekt	Praktikum	WPf	4
	34471	Angewandtes Deep Learning für Computer Vision	Vorlesung/Übung	WPf	3
	3579-V5	Digital und Serious Games (II)	Vorlesung/Übung	WPf	3
	36841	MATLAB essentials	Seminar	Pf	4
1	10081	Produktionsmanagement in der Fertigung	Vorlesung	Pf	3
1	10082	Ressourceneinsatzplanung für die Fertigung	Vorlesung	Pf	3
1	10101	Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit	Vorlesung/Übung	WPf	3
1	10102	Netzsicherheit	Vorlesung/Übung	WPf	3
1	10103	Praktikum Netzsicherheit	Praktikum	Pf	3
1	10311	Eingebettete Systeme	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	10331	Parallele und verteilte Simulation	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	10333	Moderne Heuristiken	Vorlesung/Übung	WPf	3
1	1037	Informations- und Codierungstheorie	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	10382	Logikprogrammierung	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	10931	Einführung in das Internet der Dinge	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	11433	Simulation	Vorlesung/Übung	Pf	3

1	11641	Rechnergestützte Gruppenarbeit	Vorlesung/Übung	WPf	3
1	11651	Rechtsfragen der Informatik	Vorlesung	Pf	2
1	11671	Mensch-Computer-Interaktion	Vorlesung	WPf	3
1	11701	Projektmanagement	Vorlesung	Pf	3
1	11702	Projektmanagement	Übung	Pf	2
1	11891	Visuelle Sprachen und Umgebungen	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	11951	Algorithmische Geometrie	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	11961	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Vorlesung	Pf	3
1	11962	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Übung	Pf	2
1	11971	Rechnernetze	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	12311	Data Mining und IT-basierte Entscheidungsunterstützung	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	12461	Integrierte Schaltungen	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	13661	Explorative Statistik	Vorlesung/Übung	Pf	4
1	13981	Middleware und mobile Cloud Computing	Vorlesung	Pf	3
1	13982	Middleware und mobile Cloud Computing	Übung	Pf	2
1	15071	Enterprise Architecture und IT Service Management	Vorlesung	Pf	3
1	15072	Enterprise Architecture und IT Service Management	Übung	Pf	2
1	15171	Entwurf Verteilter Systeme	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	15174	Spezifikation	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	18461	Biosignal-Messtechnik	Vorlesung/Praktikum	Pf	3
1	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen	Vorlesung	Pf	2
1	3579-V1	Digital und Serious Games (I)	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	36471	Compilerbau	Vorlesung	Pf	2
1	36472	Compilerbau	Übung	Pf	4
1	36481	Praktikum Compilerbau	Praktikum	Pf	3
1	60501	Signalverarbeitung	Vorlesung/Übung	Pf	5
2	10083	Praktikum Produktionsplanung und -steuerung	Praktikum	Pf	3
2	10104	IT-Forensik	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10106	Sicherheitsmanagement	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	10107	Sichere vernetzte Anwendungen	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	10244	Praktikum Modellbildung und Simulation	Praktikum	WPf	4
2	10271	Grundzüge der Geoinformatik	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10272	Grundzüge von Visual Computing	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10312	Betriebssysteme	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	10313	Hochleistungssysteme	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	10315	Computer Aided Design	Blockveranstaltung	WPf	4
2	10321	Quantitative Modelle	Vorlesung/Übung	Pf	5
2	10332	Entscheidungsunterstützende Modellbildung und Simulation	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	10781	Numerische Mathematik	Vorlesung	Pf	3
2	10782	Numerische Mathematik	Übung	Pf	1
2	11441	Knowledge Discovery	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	11442	Methoden der Data Science	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	11521	Computer Vision	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	11523	Bildverarbeitung für Computer Vision	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	11561	Entwicklung von Geschäftsmodellen	Vorlesung/Übung	WPf	5
2	11642	Projekt Rechnergestützte Gruppenarbeit	Vorlesung/Übung	WPf	4



2	11672	Projekt Mensch-Computer-Interaktion	Vorlesung/Übung	WPf	4
2	11711	Prozessmanagement und Engineering Standards	Vorlesung	Pf	3
2	11712	Prozessmanagement und Engineering Standards	Übung	Pf	2
2	11901	Web Technologies	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	11975	Praktikum Rechnernetze (II)	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	12325	Praktikum Operations Research - Entscheidungsunterstützung II	Praktikum	WPf	3
2	12326	Seminar Ausgewählte Kapitel des Operations Research II	Seminar	WPf	3
2	12951	Globale Optimierung	Vorlesung/Übung	Pf	4
2	13621	Innovationsmanagement Digitaler Medien	Vorlesung/Übung	WPf	5
2	149014	Geschichte des Operations Research	Blockveranstaltung	WPf	3
2	15172	Methoden und Werkzeuge	Vorlesung/Übung	WPf	5
2	29942	Quantum Machine Learning & Optimization	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	34911	Algorithmen und Komplexität	Vorlesung/Übung	WPf	5
2	3579-V3	Computational Intelligence in Games	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	55051	Betriebssystemsicherheit	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	55131	Sichere mobile Systeme	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	60601	Digitale Filter	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	60602	Array Processing	Vorlesung/Übung	Pf	3
3	10122	Software-Entwicklungsumgebungen	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	10314	Virtualisierung	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	10322	Verlässliche Systeme	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	10323	Zuverlässigkeitstheorie	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	10334	Verifikation und Validierung von Modellen	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	10471	IT-Governance	Vorlesung/Übung	WPf	5
3	10932	Tatort Internet	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	11444	Big Data Management	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	11522	Computer Vision und Graphik	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	11691	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	Vorlesung	Pf	3
3	11692	Vernetzte Operationsführung und Digitale Streitkräfte	Übung	Pf	2
3	11972	Mobile Kommunikationssysteme	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	12111	Algorithmische Zahlentheorie	Vorlesung/Übung	Pf	5
3	12322	Aviation Management: Safety und Security	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	12324	System Dynamics	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	12521	Digitale Bildverarbeitung	Vorlesung	Pf	4
3	14901	Ausgewählte Kapitel des Operations Research und der Entscheidungstheorie	Vorlesung/Übung	Pf	3
3	14908	Soft Computing C: Natural Computing - Evolutionary Algorithms	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	15231	Reelle Berechenbarkeit	Vorlesung/Übung	Pf	5
3	15312	Praktikum Modellbildung und Simulation (klein)	Praktikum	Pf	2
3	18462	Biosignalverarbeitung	Vorlesung/Übung	Pf	3
3	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen	Vorlesung	Pf	2
3	29941	Ausgewählte Kapitel des Data-driven Optimization	Vorlesung/Übung	Pf	3
3	29943	Seminar: Ausgewählte Kapitel des OR	Seminar	WPf	3
3	29944	Praktikum: Ausgewählte Kapitel des OR	Praktikum	WPf	3
3	3579-V2	Artificial Intelligence in Games	Vorlesung/Übung	WPf	3
3	60611	Wissensbasierte Systeme	Vorlesung/Übung	Pf	3

3	60612	Künstliche Intelligenz - Theorie und Praxis	Vorlesung	Pf	2
4	10261	Verteilte Systeme	Vorlesung	Pf	4
4	10262	Verteilte Systeme	Übung	Pf	2
4	11471	Optische Fernerkundung	Vorlesung/Übung	Pf	3
4	11472	Radar- und Lasermethoden	Vorlesung/Übung	Pf	3
4	11491	Geoinformatik Seminar	Vorlesung/Übung	Pf	4
4	12112	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	12113	Quantencomputer	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	12522	Digitale Bildverarbeitung	Übung	Pf	2
4	14905	Schwarmbasierte Verfahren	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	34461	Statistische Computer Vision	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	38501	Natural Language Processing	Vorlesung/Übung	Pf	3
4	38502	Praktikum Natural Language Processing	Praktikum	Pf	3
4	38511	Information Retrieval	Vorlesung/Übung	Pf	6
5	3579-V4	Praktikum Digital und Serious Games	Praktikum	WPf	3

