



HOCHSCHULE | FAKULTÄT  
COBURG | Elektrotechnik und Informatik

# Modulhandbuch

MASTERSTUDIENGANG VISUAL COMPUTING & ARTIFICIAL INTELLIGENCE (M-VC&AI)

## Vorbemerkungen:

Ein **ECTS-Leistungspunkt** nach dem „European Credit and Accumulation Transfer System“ entspricht einer Arbeitsbelastung von 30 Stunden pro Semester.

### Bitte beachten:

Es handelt sich um einen neuen Studiengang, welcher erstmalig im Sommersemester 2025 angeboten wird. Es enthält deshalb bislang lediglich die Modulbeschreibungen des ersten Semesters sowie, perspektivisch, die Module des Selbststudiums und der Abschlussarbeit

Bitte **beachten** Sie auch die **Studien- und Prüfungsordnung (SPO)** des Studiengangs.

### Gefährdungsbeurteilung nach §10 Mutterschutzgesetz:

Für jedes Modul existiert eine anlassunabhängige Gefährdungsbeurteilung gemäß §§ 10ff Mutterschutzgesetz (MuSchG). Danach werden die Module nach

**grün** = „wählbar ohne Einschränkungen“,

**gelb** = „wählbar mit Einschränkungen, individuelle Absprache nötig“ und

**rot** = „nicht im Sinne des MuSchG studierbar“  
beurteilt.

Zentrale Anlaufstelle für eine Beratung schwangerer oder stillender Studentinnen ist das Familienbüro der Hochschule Coburg.

Gefährdung Mutterschutz

	Modulverantwortlicher	Grün	Gelb	Rot
<b>1. Grundlagenmodule</b>				
Data Mining	Prof. Dr. Landes	x		
Data Visualization	Prof. Dr. Carolin Helbig	x		
Mathematics and Multivariate Statistics	Prof. Dr. Roman Rischke	x		
<b>2. Fachwissenschaftliche Module</b>				
Advanced Topics in Computer Graphics	Prof. Dr. Quirin Meyer			
Advanced Topics in Computer Vision	Prof. Dr. habil. Tilo Strutz			
Advanced Topics in Human-Computer-Interaction	Prof. Dr. Stephan Streuber	x		
Deep Learning	Prof. Dr. Florian Mittag	x		
<b>3. Wahlpflichtmodule</b>				
Virtuelle und Erweiterte Realität	Prof. Dr. habil. Jens Grubert			
Bildsequenzkompression	Prof. Dr. Tilo Strutz	x		
<b>4. Module des Selbststudiums</b>				
Seminar	Prof. Dr. Stephan Streuber	x		
Schwerpunktprojekt	Prof. Dr. Stephan Streuber	x		
<b>5. Abschlussarbeit</b>				
Masterkolloquium	Prof. Dr. Stephan Streuber	x		
Masterarbeit	Prof. Dr. Stephan Streuber	x		

## **Studienziele:**

Der Masterstudiengang bietet die Möglichkeit einer gezielten Vertiefung der in einem grundständigen Studiengang im Bereich des Visual Computing oder der anwendungsorientierten Informatik erworbenen Kenntnisse, wobei fachbezogene und überfachliche Qualifikationsziele verbunden werden, um die Persönlichkeitsentwicklung der Studierenden zu fördern. Visual Computing umfasst alle Vorgänge, bei denen Bilder von Computern erzeugt, modifiziert oder analysiert werden. Dazu gehören vor allem die Bildsynthese mit Modellierung, Visualisierung und Rendering, die Bildanalyse mit Bildverarbeitung und maschinellem Sehen, die Mensch-Maschine-Interaktion mit virtueller/erweiterter Realität, Benutzerschnittstellendesign und Wahrnehmung, sowie die Künstliche Intelligenz mit Mustererkennung und maschinellem Lernen. Im Visual Computing werden visuelle Informationen mittels Methoden aus Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften sowie Design und Ergonomie verarbeitet. Das Studium soll den Studierenden den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet des Visual Computing sowie der dafür relevanten Verfahren der Künstlichen Intelligenz vermitteln und sie dazu befähigen, sich neue Gebiete zu erschließen und sich selbständig weiterzubilden, wobei neben den fachlichen Aspekten auch die verhaltenswissenschaftlichen und gesellschaftlichen Zusammenhänge berücksichtigt werden. Der Masterstudiengang soll neben einer Vertiefung und Verbreiterung der Kenntnisse insbesondere auch auf Tätigkeiten im Bereich der Entwicklung und der Forschung vorbereiten. Besondere Bedeutung hat die gezielte Förderung der Führungsfähigkeiten sowie der für eine mögliche anschließende Promotion erforderlichen wissenschaftlichen Methodiken. Projektarbeiten, die in die angewandten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Fakultät integriert sind, sollen wissenschaftliche Aktualität und individuelle Förderung gewährleisten. Dadurch sind Absolvierende in besonderem Maße befähigt, an IT- sowie IT-nahen Projekten in Unternehmen und Behörden in verantwortlicher Position mitzuarbeiten. Die Absolventinnen und Absolventen sind sich ihrer besonderen gesellschaftlichen und individuellen Verantwortung bewusst und handeln entsprechend.

## Studienverlaufsplan – Start im Wintersemester

1 (Wintersemester)	2 (Sommersemester)	3
Mathematics and Multivariate Statistics (5)	Data Visualization (5)	Masterarbeit (25)
Deep Learning (5)	Data Mining (5)	
Advanced Topics in Computer Vision (5)	Advanced Topics in Human Computer Interaction (5)	
Advanced Topics in Computer Graphics (5)	Schwerpunktprojekt (5)	
Wahlpflichtfach 1 (5)	Seminar (5)	
Wahlpflichtfach 2 (5)	Wahlpflichtfach 3 (5)	Masterkolloquium (5)
30	30	30

### Erläuterung:

	Grundlagenmodule
	Fachwiss. Module
	Selbststudium
	Wahlpflichtfach
	Abschlussarbeit

Anzahl in Klammern (): ECTS-Punkte

## Studienverlaufsplan – Start im Sommersemester

1 (Sommersemester)	2 (Wintersemester)	3
Mathematics and Multivariate Statistics (5)	Deep Learning (5)	Masterarbeit (25)
Data Visualization (5)	Advanced Topics in Computer Vision (5)	
Data Mining (5)	Advanced Topics in Computer Graphics (5)	
Advanced Topics in Human Computer Interaction (5)	Schwerpunktprojekt (5)	
Seminar (5)	Wahlpflichtfach 2 (5)	
Wahlpflichtfach 1 (5)	Wahlpflichtfach 3 (5)	Masterkolloquium (5)

### Erläuterung:

	Grundlagenmodule
	Fachwiss. Module
	Selbststudium
	Wahlpflichtfach
	Abschlussarbeit

Anzahl in Klammern (): ECTS-Punkte

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Grundlagenmodule</b> .....	<b>6</b>
Data Mining.....	6
Data Visualization .....	8
Mathematics and Multivariate Statistics.....	10
<b>2. Fachwissenschaftliche Module</b> .....	<b>12</b>
Advanced Topics in Computer Graphics.....	12
Advanced Topics in Computer Vision .....	14
Advanced Topics in Human Computer-Interaction .....	16
Deep Learning.....	18
<b>3. Wahlpflichtmodule</b> .....	<b>20</b>
Bildsequenzkompression .....	20
Virtuelle und Erweiterte Realität.....	22
<b>4. Module des Selbststudiums</b> .....	<b>25</b>
Schwerpunktprojekt .....	25
Seminar .....	27
<b>5. Abschlussarbeit</b> .....	<b>29</b>
Masterarbeit .....	29
Masterkolloquium .....	30

## 1. Grundlagenmodule

Module Name	<b>Data Mining</b>
Acronym	DM
Teaching form / SWS	Seminaristic teaching, 4 SWS
Credits	5 ECTS
Workload	60 hours contact (45 hours seminaristic teaching, 15 hours practical exercises)  90 hours self-directed learning (40 hours preparation / wrap-up, 20 hours practical exercises / group work, 30 hours exam preparation)
Semester	1 or 2
Recurrence	Annualy
Duration	One Term
Module Owner	Prof. Dr. Dieter Landes
Instructor	Prof. Dr. Dieter Landes, Felix Böck
Language	German or English
Export to other programs	Master programs Data Science (M DS), Elektro- und Informationstechnik (M EI), Simulation & Test (M ST), Informatik (M IT)
Formal requirements	-
Requirements	Prior knowledge in statistics and database systems
Qualification Goals / Competences	Technical and methodological competences:  Students shall be able to understand and explain techniques and applications domains of data mining. Students shall be able to apply data mining techniques in a goal-directed fashion.  Personal and social competences:  Students shall be able to critically appraise and scrutinize results of data analyses.
Contents	Introduction  Fundamentals Data and their structure Data mining as a process Similarity and dissimilarity  Clustering

	<p>Terms and definitions</p> <p>Categories of clustering approaches, including typical methods</p> <p>Assessment of clustering results</p> <p>Classification</p> <p>Terms and definitions</p> <p>Categories of classification approaches, including typical methods</p> <p>Anomaly detection</p> <p>Quality criteria of classifiers</p> <p>Frequent item mining / association rules</p> <p>Terms and definitions</p> <p>Frequent Item Sets</p> <p>Quality criteria: support, confidence</p>
Grading	Oral exam (30 minutes)
Additional assignments	-
Teaching Tools	Beamer / visualizer, data mining toolkits
Literature	<p>Han, J.; Kamber, M.; Pei, J.: Data Mining – Concepts und Techniques. Morgan Kauffman, 3rd ed., 2012</p> <p>Witten, I.; Frank, E.; Hall, M.A., Pal, C.J.: Data Mining – Concepts and Tools. Morgan Kauffman, 4th ed., 2016</p> <p>Scientific papers on specific methods and topics</p>

Module Name	<b>Data Visualization</b>
Acronym	DataVis
Teaching Load / SWS	4 SWS
Credits	5 ECTS
Work Load	60h Lecture (45h Class, 15h hands-on) 90h Own Work (40h Preparation and repletion, 20h exercises, 30h examination preparation)
Semester	1 or 2
Recurrence	Annually
Duration	One term
Module Owner	Prof. Dr.-Ing. Carolin Helbig
Instructor	Prof. Dr.-Ing. Carolin Helbig
Language	English
Mapping to Curriculum	Elective
Export to other programs	Master Visual Computing
Formal requirements	-
Requirements	Graphics and Linear Algebra, Multivariable Calculus
Qualification Goals Competences	<p>Students understand and are able to explain multiple visualization techniques both mathematically and algorithmically. They are able to implement visualization techniques in teams and are able to integrate visualization libraries and/or software in their own solutions.</p> <p>Students are able to analyze multiple data sources and deduce suitable visualization forms.</p> <p>Students are enabled to use visualizations of their data analysis results for deriving recommendations and explain them to managers and to the public.</p>
Contents	<p>Introduction Statistic Review Analysis of Data Marks and Channels (Color, Size, Position, etc.) Tables Spatial and temporal Data Scientific Visualization Scalar Field, Volume Vector Field Large Data Visualization Network and Trees Selected Topics Interactive Data Visualization Visualisation Design</p>

	Software and Frameworks Visual Narratives Explaining and Manipulating with Data Visualizations
Grading	Written Exam (90 Minutes)
Additional assignments	
Teaching Tools	Projector, Board
Literature	Munzer, Tamara, <i>Visualization Analysis &amp; Design</i> , 2014 Johnson, Christopher R.; Hansen, Charles D., <i>The Visualization Handbook</i> , 2005 Pajankar, Ashwin, <i>Practical Python Data Visualization</i> , 2021 Belorkar, Abha, <i>Interactive Data Visualization with Python: Present your data as an effective and compelling story</i> , 2020 Selected scientific publications

Module Name	<b>Mathematics and Multivariate Statistics</b>
Acronym	MathMS
Teaching Load / SWS	4 SWS
Credits	5 ECTS
Workload	Lecture and exercise: 60h Self-study: 90 - 120h
Semester	1
Recurrence	Each term
Duration	One term
Module Owner	Prof. Dr. Roman Rischke (winter term) Prof. Dr. Johannes Stübinger (summer term)
Instructor	Prof. Dr. Roman Rischke (winter term) Prof. Dr. Johannes Stübinger (summer term)
Language	English
Export to other programs	Master Analytical Instruments, Measurement and Sensor Technology (AIMS): Mathematical Data Analysis; Master Informatik
Formal requirements	
Requirements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strong undergraduate background in mathematics (linear algebra, analysis, probability theory)</li> <li>• Python programming helpful</li> </ul>
Qualification Goals Competences	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students demonstrate a thorough understanding of linear algebra, calculus, and probability theory.</li> <li>• Students understand the basics of descriptive and inferential statistics and gain proficiency in complex concepts of multivariate statistics.</li> <li>• Students can perform exploratory data analysis, identify patterns, test hypotheses, and interpret the results of their analysis.</li> <li>• Students sharpen their skills in real-world problem solving, effective communication, and collaboration in interdisciplinary and intercultural teams.</li> </ul>
Contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of fundamental mathematical concepts in linear algebra, analysis, probability theory and statistics</li> <li>• Multivariate statistical analysis: multivariate distributions, multivariate hypothesis testing, multivariate regression, analysis of variance (MANOVA), discriminant analysis, factor analysis,</li> </ul>

	<p>cluster analysis, principal component analysis (PCA), and singular value decomposition (SVD)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of statistical learning and machine learning: regression (linear, logistic, polynomial, ridge, lasso), decision trees, random forests, support vector machines, and neural networks</li> <li>• Introduction to time series analysis: time series modelling, correlation analysis, spectral analysis, dynamic time warping</li> </ul>
Grading	Written examination (90 min)
Additional assignments	
Teaching Tools	Blackboard, projector, pc
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deisenroth, Faisal &amp; Ong: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press. <a href="https://mml-book.github.io/">https://mml-book.github.io/</a></li> <li>• Chatfield &amp; Collins: Introduction to Multivariate Analysis. Springer, 1980.</li> <li>• Anderson: An Introduction to <sup>STAT</sup>Multivariate Statistical Analysis. Wiley, 2003.</li> <li>• Hastie, Tibshirani &amp; Friedman: The Elements of Statistical Learning. Springer, 2nd edition, 2017.</li> <li>• Derryberry, D.R.: Basic Data Analysis for Time Series with R. Wiley, 2014.</li> </ul>

## 2. Fachwissenschaftliche Module

Modulbezeichnung	<b>Advanced Topics in Computer Graphics</b>
Kürzel	ATCG
Lehrform / SWS	Vorlesung und Übung / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (45 h Seminaristischer Unterricht, 15 h Übungen) 90 h Eigenarbeit (40 h Vor- und Nachbereitung, 20 h Übungen / Gruppenarbeiten, 30 h Prüfungsvorbereitung)
Fachsemester	1 oder 2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Quirin Meyer
Dozent(in)	Prof. Dr. Quirin Meyer, Prof. Dr. habil. Jens Grubert
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Fachwissenschaftliches Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Computergrafik und Lineare Algebra
Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Fachlich-methodische Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden und Anwendungen der Computergrafik und Visualisierung.</p> <p>Die Studierenden können fortgeschrittene Computergrafik- und Visualisierungsalgorithmen implementieren und beurteilen.</p> <p>Soziale und persönliche Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen, die Gruppendynamik in kleinen Teams zu steuern, die an ausgewählten Projekten arbeiten. Die Studierenden reflektieren ethische Herausforderungen in der Computergrafik und Visualisierungsthemen wie generative künstliche Intelligenzanwendungen in der Bild- und 3D-Modellgenerierung.</p>

Lehrinhalte	<p>Die ausgewählten Themen variieren jährlich, können aber folgende Themen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differentiable Rendering</li> <li>- Neural Rendering</li> <li>- Generative AI for image and 3D model generation</li> <li>- Computational Photography</li> <li>- Cloth Simulation</li> <li>- Crowd Simulation</li> <li>- Geometry Processing</li> <li>- Real-time lighting estimation</li> <li>- Real-Time Tone Mapping</li> <li>- Advanced display systems (multi-display systems, lightfield, varifocal displays)</li> <li>- 3D Morphable Face Models</li> </ul>
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Studien- und Projektarbeit (SPA)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tabel, SmartVHB Einheiten
Literatur	Aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Modulbezeichnung	<b>Advanced Topics in Computer Vision</b>
Kürzel	ATCV
Lehrform / SWS	Vorlesung und Übung / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (45 h Seminaristischer Unterricht, 15 h Übungen) 90 h Eigenarbeit (40 h Vor- und Nachbereitung, 20 h Übungen / Gruppenarbeiten, 30 h Prüfungsvorbereitung)
Fachsemester	1 oder 2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. habil. Tilo Strutz
Dozent(in)	Prof. Dr. habil. Tilo Strutz
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Fachwissenschaftliches Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Bildverarbeitung und Lineare Algebra
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden und Anwendungen der Bildverarbeitung und des Computer Vision. Die Studierenden können Bildverarbeitung, Bildkompression, Computer Vision und damit verbundene Algorithmen des maschinellen Lernens implementieren und beurteilen. Soziale und persönliche Kompetenzen: Die Studierenden lernen, die Gruppendynamik in kleinen Teams zu steuern, die an ausgewählten Projekten arbeiten. Die Studierenden reflektieren über ethische Herausforderungen bei Computer Vision Themen wie Überwachung oder Computer Vision für die Kriegsführung.
Lehrinhalte	Die ausgewählten Themen variieren jährlich, können aber folgende Themen umfassen: - Stereo Vision - Structure from Motion - Shape-from-X

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semantic 3D Reconstruction</li> <li>- Advanced Object Detection in Images and Depth Data</li> <li>- Eye Gaze Estimation</li> <li>- Human Pose Estimation</li> <li>- Hand Tracking</li> <li>- Few-shot and single shot 3D reconstruction</li> <li>- Multi-modal Learning for Computer Vision</li> <li>- Action and Behaviour Recognition</li> <li>- Image and Video Synthesis</li> <li>- Videocoding</li> </ul>
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Portfolio Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel, SmartVHB Einheiten
Literatur	Aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Modulbezeichnung	<b>Advanced Topics in Human Computer-Interaction</b>
Kürzel	ATHCI
Lehrform / SWS	Vorlesung und Übung / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (30h seminaristischer Unterricht, 30h Übungen und Praktische Arbeit im Labor) 90 h Eigenarbeit (40 h Vor- und Nachbereitung, 20 h Übungen / Gruppenarbeiten)
Fachsemester	1 oder 2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Stephan Streuber
Dozent(in)	Prof. Dr. habil. Jens Grubert, Prof. Dr. Stephan Streuber
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Fachwissenschaftliches Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Human-Computer Interaction and Statistics
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden und Anwendungsthemen der Mensch-Maschine-Interaktion. Die Studierenden können fortgeschrittene Mensch-Computer-Interaktionssysteme implementieren und evaluieren.  Soziale und persönliche Kompetenzen: Die Studierenden lernen, die Gruppendynamik in kleinen Teams zu steuern, die an ausgewählten Projekten arbeiten. Die Studierenden reflektieren über ethische Herausforderungen in der Mensch-Computer-Interaktion, wie z.B. Voreingenommenheit in Nutzerstudien.
Lehrinhalte	Die ausgewählten Themen variieren jährlich, können aber folgende Themen umfassen: - Avatars und AI Agents - Embodied Interaction in VR/AR/XR - Physiological Computing and Biofeedback - Eye tracking and Gaze-based Interaction

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Touch-based Interaction and Haptics</li> <li>- Multimodal Interaction</li> </ul> <p>Der Fokus liegt auf der Entwicklung und Implementierung experimenteller erweiterter Benutzerschnittstellen und der Durchführung von empirischen Benutzerstudien unter Anwendung quantitativer und qualitativer Methoden.</p>
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Studien- und Projektarbeit (SPA)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel
Literatur	Aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Modulbezeichnung	<b>Deep Learning</b>
Kürzel	DeepL
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (45 h Seminaristischer Unterricht, 15 h Übungen) 90 h Eigenarbeit (45 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Übungen / Gruppenarbeiten, 15 h Prüfungsvorbereitung)
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Florian Mittag
Dozent(in)	Prof. Dr. Florian Mittag
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse in Python und Mathematik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Fachlich-methodische Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sollen Grundlagen neuronaler Netze verstehen, wiedergeben und erklären können.</li> <li>• Studierende sollen verschiedene Modelltypen und passende Lernverfahren des Deep Learning kennen und anwenden können.</li> <li>• Studierende sollen verschiedene Problemstellungen des maschinellen Lernens analysieren und mit Hilfe moderner Frameworks für Deep Learning lösen können.</li> <li>• Studierende sollen die Ergebnisse von Deep-Learning-Modellen evaluieren und bewerten können.</li> </ul> <p>Soziale und persönliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sollen Problemstellungen in Kleingruppen bearbeiten und lösen können.</li> <li>• Studierende sollen sich kritisch mit den Auswirkungen und Gefahren des Einsatzes von Deep Learning hinsichtlich ethischer Aspekte auseinandersetzen und diese bewerten können.</li> </ul>

Lehrinhalte	<p>Einführung  Grundlagen  Grundlagen Lineare Algebra  Lineare und nicht-lineare Optimierung  Neuronale Netze  Feedforward Netze  Rekurrente Netze  Deep Learning  Convolutional Neural Networks  Autoencoder  Long Short-Term Memories (LSTMs)  Praxis  Tools  Anwendung auf verschiedenen Datensätzen  Ethische Aspekte und Risiken</p>
	schriftliche Prüfung (90 Minuten)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel, Data Mining-Werkzeuge
Literatur	<p>Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A.: Deep Learning. MIT Press, 2017</p> <p>Deisenroth, M.P.; Faisal, A.A.; Ong, C.S.: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020</p> <p>Wissenschaftliche Originalveröffentlichungen zu einzelnen Verfahren</p>

### 3. Wahlpflichtmodule

Modulbezeichnung	<b>Bildsequenzkompression</b>
Kürzel	Bikomp
Lehrform / SWS	SU/Ü/Pr / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	180 h 60 h Präsenz, 90 h Eigenarbeit (60 h Vor- und Nachbereitung des Lehrstoffs, 30 h Prüfungsvorbereitung)
Fachsemester	1   2
Angebotsturnus	Sommersemester 2025, danach Wintersemester
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. habil. Tilo Strutz
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. habil. Tilo Strutz
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	ITM, DS, VCAI
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Datenkompression, Kenntnisse Programmierung (C, Java)
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen weiterführende Themen der Datenkompression und sind in der Lage, die entsprechenden Methoden zu erklären und anzuwenden.  Die Teilnehmer erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Umsetzung und technischen Evaluierung von Kompressionssystemen.
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Informationstheorie</li> <li>• Entropiecodierung (arithmetisch, asymmetrische Zahlensysteme)</li> <li>• Präcodierung (Blocksortierung, Minimalwertbäume)</li> <li>• Datenreduktion</li> <li>• Dekorrelation (Wavelet-Transformation, Filterbänke)</li> <li>• Grundlagen zu Audiokompression</li> <li>• Standards zur Bildkompression (JPEG2000)</li> <li>• Grundlagen der Bildsequenzkompression</li> <li>• Standards zur Bildsequenzkompression (AVC, HEVC, VVC)</li> </ul>

Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Softwareprojekt mit Präsentation (1/3) mündliche Prüfung (30 Minuten, 2/3)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Vorlesungsfolien, Lernmanagementsystem
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strutz: Bilddatenkompression, 5.Auflage oder höher</li> <li>• Richardson: The H.264 Advanced Video Compression Standard</li> <li>• Wien: High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification</li> <li>• Sze (ed.): High Efficiency Video Coding (HEVC): Algorithms and Architectures</li> <li>• Saldanha et al: Versatile Video Coding (VVC): Machine Learning and Heuristics (Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology)</li> <li>• <a href="https://jvet.hhi.fraunhofer.de/">https://jvet.hhi.fraunhofer.de/</a></li> </ul>

Modulbezeichnung	<b>Virtuelle und Erweiterte Realität</b>
Kürzel	VER
Lehrform / SWS	Vorlesung und Übung / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (45 h Seminaristischer Unterricht, 15 h Übungen) 90 h Eigenarbeit (40 h Vor- und Nachbereitung, 20 h Übungen / Gruppenarbeiten, 30 h Prüfungsvorbereitung)
Fachsemester	1 oder 2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. habil. Jens Grubert
Dozent(in)	Prof. Dr. habil. Jens Grubert
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Graphics and Linear Algebra
Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Fachlich-methodische Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anwendungen von Mixed-Reality-Systemen (Augmented + Virtual Reality). Insbesondere können die Studierenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Systemen sowie verwandten Techniken erklären. Darüber hinaus können Registrierungs- und Trackingmethoden, Darstellungssysteme, Rendering-Algorithmen und Interaktionsmethoden charakterisiert werden. Die Besonderheiten von mobiler Augmented Reality und immersiver Virtual Reality können erläutert werden.</p> <p>Die Studierenden beherrschen theoretische und praktische Aspekte von Mixed-Reality-Systemen. Insbesondere sind sie in der Lage, ein rudimentäres Augmented- oder Virtual-Reality-System bestehend aus Tracking-, Rendering- und Interaktionskomponenten zu programmieren. Sie sind in der Lage, die dafür notwendigen grundlegenden Algorithmen zu erläutern und ggf. mit alternativen Algorithmen zu vergleichen (z.B. Verwendung unterschiedlicher Merkmalsdeskriptoren). Darüber hinaus sind sie in der Lage, relevante Aspekte der</p>

	<p>Mensch-Maschine-Interaktion in Mixed-Reality-Umgebungen anzuwenden (z.B. Objektauswahlverfahren).</p> <p>Die Teilnehmenden erlernen theoretische und praktische Kompetenzen in der Konzeption, Implementierung und Evaluation von Mixed-Reality-Systemen. Insbesondere werden Kompetenzen zur modulbasierten Erstellung von komplexer Augmented-Reality-Software vermittelt. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, einzelne Module auf andere Problemstellungen (z.B. Objekterkennung) anzuwenden.</p> <p>Soziale und persönliche Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen, die Gruppendynamik in kleinen Teams zu steuern, die an ausgewählten Projekten arbeiten. Die Studierenden reflektieren die ethischen Herausforderungen von AR- und VR-Anwendungen wie dem Metaverse (z. B. Datenschutzfragen im Zusammenhang mit Avataren).</p>
Lehrinhalte	<p>Die Studierenden lernen Werkzeuge und Verfahren für den Entwurf und die Entwicklung von Augmented- und Virtual-Reality-Systemen kennen.</p> <p>Grundlagen und Geschichte von Mixed Reality.</p> <p>Mixed Reality Kontinuum. Unterschiede zwischen Augmented Reality und Virtual Reality. Augmented Reality Kernmodule. Augmented Reality Plattformen.</p> <p>Grundlagen der Registrierung und Verfolgung. Unterschiede zwischen räumlicher und visueller Registrierung. Unterschiede zwischen Registrierung und Tracking. Anforderungen an Mixed Reality und Tracking-Systeme. Taxonomie von Tracking-Systemen. Überblick über ausgewählte Tracking-Systeme.</p> <p>Kamerakalibrierung. Bedeutung der Kamerakalibrierung für Mixed-Reality-Systeme. Pinhole-Kameramodell. Extrinsische und intrinsische Kameraparameter. Verzerrung. Algorithmen für die Kamerakalibrierung.</p> <p>Grundlagen der Marker-Verfolgung. Marker Tracking Pipeline.</p> <p>Verfolgung natürlicher Merkmale. Grundlegendes. Was sind gute Merkmale? Merkmalserkennung, -beschreibung und -abgleich. Ausgewählte Merkmalsdetektoren und Deskriptoren. Vorlagenbasierte Verfolgung. Fortgeschrittene Verfolgungstechniken (deformierbare Oberflächen, SLAM).</p>

	<p>Szenegrafiken. Unterschiede zwischen Low-Level-APIs (OpenGL) und Szenegrafiken. 3D-Engines. Knoten. Modellierung von Szenen mit Knotenhierarchien. Graphentraversal. Schnittpunkt und Auswahl.</p> <p>Mixed Reality Rendering. Erstellung von durchsichtigen Augmented-Reality-Szenen mit Hilfe von Szenegraphen. Augmented-Mixed-Reality-Rendering. Rendering aus Benutzerperspektive vs. Geräteperspektive. Simulieren von Kamera-Artefakten. Schätzung der Umgebungsbeleuchtung. Augmented Reality Visualisierungstechniken. Röntgenstrahlen. Geisterbilder. Wegschneiden. Explosionsdiagramme. Beschriftung. Clutter Management. Filtern von Informationen.</p> <p>Display Systeme. Eigenschaften von Displays. Menschenzentrierte Display-Taxonomie. Am Kopf befestigte Displays. Optische vs. Video-Durchsichtige Displays. Immersive VR-Displays. Handheld-Displays. Projektive Displays. Formveränderliche Displays. Multi-Display-Umgebungen.</p> <p>Optical see-through Kalibrierung. Unterschiede und Gemeinsamkeiten zur Kamerakalibrierung. Methoden der Datenerfassung. Bestätigungsmethoden. Bewertungsmethoden. Rekalibrierung. (Halb-)automatische Kalibrierung.</p> <p>Mixed-Reality-Interaktionstechniken. Interaktionsaufgaben. Interaktionsgeräte. Berührungsbasierte Interaktion. Räumliche Interaktion. Multimodale Interaktion.</p>
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Klausur AR/VR Projekt (Präsentation und Code Review)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel, SmartVHB Einheiten
Literatur	<p>Schmalstieg, Höllerer. Augmented Reality: Principles and Practice. Addison Wesley, ISBN 0321883578.</p> <p>Bimber, Raskar. Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. A. K. Peters, ISBN1568812302.</p> <p>Bowman, Kruijff, LaViola, Poupyrev. 3D User Interfaces: Theory and Practice. Addison Wesley, ISBN 0201758679.</p> <p>Grubert, Grasset. - Augmented Reality for Android Application Development. Packt, ISBN 1782168559.</p>

## 4. Module des Selbststudiums

Modulbezeichnung	Schwerpunktprojekt
Kürzel	MSppr
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	30 h Präsenz (15 h Seminar, 15 h Projektarbeit) 120 h eigenständige und Gruppenarbeit
Fachsemester	2
Angebotsturnus	Jedes Semester
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Stephan Streuber
Dozent(in)	Alle Dozierende des Studiengangs
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	-
Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden beherrschen die methodische Entwicklung von Fachanwendungen in einem anspruchsvollen Bereich des Visual Computing. Sie sind in der Lage, anwendungsspezifische Methoden und Systeme zu entwickeln, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Insbesondere sind die Studierenden in der Lage, selbstständig wissenschaftliche Literaturrecherchen durchzuführen und die wesentlichen Aspekte eines wissenschaftlichen Teilgebietes des Visual Computing zu analysieren und zu bewerten. Sie können allein oder im Team zielorientiert arbeiten und beherrschen die Techniken zur Dokumentation des Vorgehens und zur Präsentation der Ergebnisse.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Rollen in Visual-Computing-Projekten zu verteilen und auszufüllen, einschließlich der Projektkoordination und der Kommunikation mit externen Stakeholdern.</p>
Lehrinhalte	Die Themen der Projektarbeit stammen entweder aus aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten der

	Fakultät oder werden von Unternehmenspartnern beigesteuert.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Studien und Projektarbeit (SPA)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	-
Literatur	Wird fachspezifisch von den Dozierenden angegeben

Modulbezeichnung	<b>Seminar</b>
Kürzel	MSem
Lehrform / SWS	2 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	30 h Präsenz (Seminar, Präsentation) 120 h Eigenarbeit (Vorbereitung, Präsentation, Hausarbeit)
Fachsemester	1 oder 2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	Einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Stephan Streuber
Dozent(in)	Alle Dozierende des Studiengangs
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich in ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema einarbeiten,</li> <li>• selbständig die Forschungsfragen erarbeiten und wissenschaftliche Methoden für Lösungsansätze anwenden</li> <li>• Techniken des wissenschaftlichen Diskurses in Visual Computing und Künstlicher Intelligenz beherrschen</li> <li>• eine wissenschaftliche Arbeit zu einem vorgegebenen Thema verfassen</li> <li>• die Arbeiten anderer überprüfen und kritisch bewerten</li> <li>• das vorgegebene Thema in einem Referat vorstellen.</li> </ul>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsrelevante Literatur</li> <li>• Individuelle Einarbeitung</li> <li>• Präsentation der Seminarthemen mit anschließender Diskussion</li> </ul>
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Hausarbeit und Präsentation
Sonstige Leistungsnachweise	-

Medienformen	Beamer, Tafel, Moodle
Literatur	Literaturangaben sind abhängig vom Forschungsgebiet

## 5. Abschlussarbeit

Modulbezeichnung	<b>Masterarbeit</b>
Kürzel	MA
Lehrform / SWS	0 SWS
Leistungspunkte	25 ECTS
Arbeitsaufwand	750 h Eigenarbeit
Fachsemester	3
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Stephan Streuber
Dozent(in)	Alle Lehrenden des Studiengangs
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	Zulassungsbeschränkung nach §7 Absatz 3 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	-
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Ziele: Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Studentin bzw. der Student in der Lage ist, eine komplexe Fragestellung mit besonderem Schwierigkeitsgrad aus der Data Science durch selbständige Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse ergebnisorientiert und produktiv zu bearbeiten.
Lehrinhalte	Abhängig vom Thema der Masterarbeit
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Masterarbeit (ca. 80 Seiten)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	-
Literatur	Abhängig vom Thema der Masterarbeit.

Modulbezeichnung	<b>Masterkolloquium</b>
Kürzel	Mkq
Lehrform / SWS	2 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	15 h Präsenz 135 h Eigenarbeit (Ausarbeitung von Hausarbeit und Präsentationen)
Fachsemester	3
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Stephan Streuber
Dozent(in)	Alle Lehrenden des Studiengangs
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtmodul
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	Zulassungsbeschränkung wie Masterarbeit nach §6 Satz 3 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	-
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können die Zielsetzungen und Fortschritte ihrer Masterarbeit überzeugend präsentieren. Die Studenten kennen die Grundsätze bei der Erstellung und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten und sind in der Lage, selbst einen Fachartikel zu erstellen und andere zu begutachten.
Lehrinhalte	
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Präsentationen (2 x ca. 20 Minuten Zwischenpräsentation, ca. 30 Minuten Abschlusspräsentation) und Hausarbeit (Fachartikel in englischer Sprache, ca. 8 Seiten) im Verhältnis 1:1
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer und Tafel/Whiteboard, Elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen E-Learning-Umgebung Moodle
Literatur	H. Balzert, M. Schröder, C. Schäfer: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, Dortmund, 2011

