



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das
Masterstudium
Visual Computing
UE 066 932

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
am 11. Mai 2026

Gültig ab 1. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich	3
§ 2	Qualifikationsprofil	3
§ 3	Dauer und Umfang	5
§ 4	Zulassung zum Masterstudium	5
§ 5	Aufbau des Studiums	6
§ 6	Lehrveranstaltungen	13
§ 7	Prüfungsordnung	16
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität	17
§ 9	Diplomarbeit	19
§ 10	Akademischer Grad	19
§ 11	Qualitätsmanagement	19
§ 12	Inkrafttreten	21
§ 13	Übergangsbestimmungen	21
A	Modulbeschreibungen	22
B	Übergangsbestimmungen	58
C	Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen	62
D	Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	63
E	Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	64
F	Wahlfachkatalog „Transferable Skills“	67
G	Erweiterungsstudium Innovation	68

§ 1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Visual Computing* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 - UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF. und den „Studienrechtlichen Bestimmungen“ der Satzung der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung des Studiums orientieren sich an folgendem Qualifikationsprofil (§2).

§ 2 Qualifikationsprofil

Visual Computing beschäftigt sich mit der Erfassung, Repräsentation, Bearbeitung, Analyse, Synthese und Verwendung von visueller Information, also von Bildern und Bildfolgen im zeitlichen und räumlichen Kontext. Der Begriff Visual Computing ist durch das methodische Zusammenwachsen der Bereiche Bildverarbeitung, Computer Vision, Computergrafik, Visualisierung, Augmented und Virtual Reality, Machine Learning und Mensch-Maschine-Interaktion entstanden.

Das Masterstudium *Visual Computing* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung in diesen Bereichen, welche die Absolvent_innen sowohl für eine Weiterqualifizierung vor allem im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht:

- Eigenverantwortliche Planung und Realisierung innovativer Lösungen im Bereich Visual Computing
- Einsatz von Analyse-, Modellierungs- und Machine Learning-Methoden auf dem Stand der Technik und Forschung zur kreativen Lösung von anspruchsvollen, interdisziplinären Entwicklungsaufgaben
- Wissenschaftliche und anwendungsorientierte Forschung sowohl im akademischen als auch im industriellen Umfeld
- Führungsaufgaben in IT-relevanten Projekten
- Beratung und Schulung in Unternehmen, öffentlichem Dienst, Vereinen, Verbänden, etc.

Berufsfelder für die Absolvent_innen sind in sämtlichen Bereichen von Produktions und Dienstleistungsunternehmen zu finden, wo anspruchsvolle und innovative Problemlösungen gefragt sind, bei denen mittels Computer Bilder produziert oder analysiert werden. Dazu zählen unter anderem:

- die Unterhaltungsindustrie (Computerspiele und Filmindustrie, Werbung, Fernsehen, Internet-Anwendungen, Virtual-Reality-Systeme, Multimediasysteme, Unterhaltungselektronik, elektronisches Publizieren, aber auch Printmedien)
- virtuelles Engineering (CAD/CAM-Systeme)

- industrielle Produktion (Bestückung, Sortierung, Qualitätskontrolle, Überwachung)
- Robotik und maschinelles Sehen (Roboternavigation, Fahrassistenzsysteme in der Automobilindustrie)
- Medizin (Tomographie, Thermographie, Radiologie und Sonographie mit medizinischen Visualisierungswerkzeuge, sowie auch Medizintechnik)
- Sicherheit und Kriminologie (Biometrie und Forensik, Überwachungssysteme, Fahndungsbilder)
- Informations- und Telekommunikationssysteme
- Erstellung und automatisierte Auswertung von Aufnahmen in (Mikro-)Biologie, Physik, Wettervorhersage, Klimafolgenforschung, Archäologie, Geodäsie, Metallurgie, Kartographie
- Kunst, Kultur und Kulturerbe (VR-Installationen, virtuelle Dokumentationen und Ausstellungen)
- Architektur und Computational Design (Beleuchtungssimulation- und Planung, Erstellung von BIM-Modellen, VR-Interaktion und Simulation)
- Simulation und Analyse nachhaltiger Technologien

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Visual Computing* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachkompetenzen

- Bilderfassung
- Bildanalyse (Bildverarbeitung, Mustererkennung)
- Bildsynthese (Computergrafik, geometrische Modellierung)
- Wissenschaftliche Visualisierung und Informationsvisualisierung
- Visual Analytics und Visual Data Science
- Mensch-Maschine Interaktion
- Augmented/Mixed/Virtual Reality
- Machine Learning und künstliche Intelligenz
- Relevante Fächer wie Signalverarbeitung, kognitive Wissenschaften, paralleles und verteiltes Rechnen
- Planung und Auswertung von Experimenten
- Generative AI
- Fabrication
- Inverse und differenzierbare Methoden, z.B. Inverse Rendering
- Vertiefende Methoden aus Mathematik, Informatik und Physik

Überfachliche Kompetenzen

- Wissenschaftliche Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsstrategien (Einbeziehung des State of the Art, kritische Bewertung und Reflexion von Lösungen)
- Wahl geeigneter formal-mathematischer Methoden zur Modellbildung, Abstraktion, Lösungsfindung und Evaluation
- Interdisziplinäre und systemorientierte Herangehensweisen und flexible Denkweise

- Zielorientierte Arbeitsmethodik
- Umgang mit Technologien, Software-Werkzeugen und Standards
- Umfassende und präzise schriftliche Dokumentation von Lösungen
- Fähigkeit zur überzeugenden technischen Präsentation und Kommunikation in einem interdisziplinären Umfeld
- Selbstorganisation, Eigeninitiative und Eigenverantwortlichkeit
- Steigerung des individuellen Kreativitäts- und Innovationspotentials (Neugierde)
- Problemformulierungs- und Problemlösungskompetenz
- Kommunikation und Kritikfähigkeit
- Reflexion der eigenen Fähigkeiten und Grenzen
- Kompetenz zur Teamarbeit und Verantwortung in komplexen Projekten
- Entscheidungsverantwortung und Führungskompetenz in komplexen Projekten oder Tätigkeiten
- Folgenabschätzung und ethische Bewertung
- Strategisches Denken und Planen

§3 Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Visual Computing* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

§4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Visual Computing* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus. Ein Studium kommt fachlich in Frage, wenn mindestens 120 ECTS aus den Fachgebieten Mathematik und Informatik absolviert wurden, davon mindestens

1. 20 ECTS aus Mathematik und Statistik, mit vermittelten Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen entsprechend den Modulen *Algebra und Diskrete Mathematik*, *Analysis* sowie *Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie* des Bachelorstudiums *Informatik* an der TU Wien;
2. 25 ECTS aus Algorithmen, Datenstrukturen und Programmierung, mit vermittelten Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen entsprechend den Modulen *Algorithmen und Datenstrukturen*, *Einführung in die Programmierung*, sowie beispielsweise *Datenbanksysteme*, *Programmierparadigmen*, *Software Engineering*, *Parallel Computing* oder *Betriebssysteme* des Bachelorstudiums *Informatik* an der TU Wien;

3. 15 ECTS aus den theoretischen, technischen und praktischen Grundlagen der Informatik, mit vermittelten Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen entsprechend dem Modul *Denkweisen der Informatik* sowie beispielsweise *Grundzüge digitaler Systeme*, *Theoretische Informatik*, *Einführung in Artificial Intelligence* oder *Einführung in Machine Learning* des Bachelorstudiums *Informatik* an der TU Wien;
4. 18 ECTS aus Visual Computing, mit vermittelten Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen entsprechend den Modulen *Einführung in Visual Computing*, *Grundlagen der Computergraphik*, sowie *Grundlagen der Computer Vision* des Bachelorstudiums *Informatik* an der TU Wien.

Jedenfalls ohne Ergänzungsprüfungen zuzulassen sind Absolvent_innen der Bachelorstudien *Informatik*, sofern die Vertiefung *Visual Computing* gewählt wurde, sowie *Medieninformatik und Visual Computing* der Technischen Universität Wien.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind. Diese können im Ausmaß von maximal 4,5 ECTS im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* als freie Wahlfächer, jedoch nicht als Transferable Skills verwendet werden. Weiters können Leistungen zum Erwerb der erforderlichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Bereich Visual Computing gemäß Punkt 4 bis zu einem Ausmaß von 12 ECTS im Modul Extension als Teil des Masterstudiums verwendet werden.

Die Unterrichtssprache ist Englisch. Studienwerber_innen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorats festgelegt.

Manche Wahlllehrveranstaltungen können auf Deutsch angeboten werden. Für diese werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

§5 Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Visual Computing* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen. Die mit Stern (*) markierten Module sind *Wahl-*, die

anderen *Pflichtmodule*. Die Pflichtmodule sind in jedem Fall zu absolvieren. Insgesamt sind in den Pflicht- und Wahlmodulen mit Ausnahme des Moduls *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 81 ECTS zu absolvieren. Im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* sind so viele Lehrveranstaltungen zu absolvieren, dass ihr Umfang zusammen mit der Diplomarbeit sowie dem Umfang der in den übrigen Pflicht- und Wahlmodulen gewählten Lehrveranstaltungen 120 ECTS oder mehr ergibt. Werden in den übrigen Pflicht- und Wahlmodulen insgesamt mehr als 81 ECTS absolviert, können im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* im gleichen Ausmaß weniger ECTS absolviert werden, jedoch sind darin mindestens 4,5 ECTS aus dem Bereich der Transferable Skills zu absolvieren.

Computer Graphics

Computer Graphics (6,0 ECTS)

- *Algorithmic Geometry (6,0 ECTS)
- *Computer Animation and Simulation (6,0 ECTS)
- *Geometry Processing (6,0 ECTS)
- *Introduction to Geometry (6,0 ECTS)
- *Rendering (6,0 ECTS)
- *Advanced Topics In Computer Graphics (min. 3,0 ECTS)

Computer Vision

Computer Vision (6,0 ECTS)

- *3D Vision (6,0 ECTS)
- *Computer Vision Systems Programming (6,0 ECTS)
- *Medical Image Processing and Machine Learning (6,0 ECTS)
- *Scene Understanding and Surveillance (6,0 ECTS)
- *Video Analysis (6,0 ECTS)
- *Advanced Topics In Computer Vision (min. 3,0 ECTS)

Visualization

Visualization (6,0 ECTS)

- *Information Visualization (6,0 ECTS)
- *Medical Visualization and Visual Analytics (6,0 ECTS)
- *Graph Drawing Algorithms (6,0 ECTS)
- *Advanced Topics In Visualization (min. 3,0 ECTS)

Virtual and Augmented Reality

Virtual and Augmented Reality (6,0 ECTS)

- *Mixed Reality Lab (6,0 ECTS)

- *Multimodal Interfaces (6,0 ECTS)
- *Advanced Topics in Virtual Reality (min. 3,0 ECTS)

Machine Learning for Visual Computing

- Machine Learning for Visual Computing (6,0 ECTS)
- *Deep Learning for Visual Computing (6,0 ECTS)
- *Media and Brain (6,0 ECTS)
- *Similarity Modeling (6,0 ECTS)
- *Statistical Pattern Recognition (6,0 ECTS)

Methods in Visual Computing

- Seminar in Visual Computing (3,0 ECTS)
- Project in Visual Computing (6,0–12,0 ECTS)
- *Numerical Computation (6,0 ECTS)

Extension

- *Extension (up to 12,0 ECTS)

Free Electives and Transferable Skills

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Diploma Thesis

Siehe Abschnitt §9.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Visual Computing* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

3D Vision (6,0 ECTS) This module offers a thorough introduction to the field of 3D Computer Vision, covering critical challenges, foundational theories, key mathematical principles, and practical algorithms. Students will engage in hands-on exercises to reinforce their understanding and apply the concepts learned in real-world scenarios. The module introduces fundamental concepts of three-dimensional imaging and its wide-ranging applications. It delves into image acquisition techniques and highlights the role of camera calibration in achieving accurate 3D data capture. Core topics include active range finders and range scanners, which facilitate depth and shape measurement. The module further explores methods for deriving object shapes from monocular, stereo, and multiple images and advanced approaches such as registration and space carving for 3D reconstruction. Finally, the module discusses cutting-edge applications, including medical 3D imaging

and 3D printing, emphasizing the practical relevance of 3D vision across various fields. Exercise parts focus on transforming physical objects into detailed 3D digital models, providing hands-on experience to deepen the content. Participants will follow the workflow from image capture to creating a final 3D object, learning to manage data collection and processing. It highlights key concepts such as point cloud generation and mesh optimization while addressing real-world challenges.

Advanced Topics In Computer Graphics (min. 3,0 ECTS) This module deepens knowledge in selected areas of computer graphics. Exemplary topics include color theory, fractals, visual data science and design of rendering engines.

Advanced Topics In Computer Vision (min. 3,0 ECTS) This module introduces advanced topics in Computer Vision, focusing on three areas: Computer Vision in Industry, Cultural Heritage Preservation, and Document Analysis. CV in Industry covers theoretical foundations, core concepts, and relevant background information for industrial applications. A guided excursion during the latter half of the semester provides hands-on experiences through field trips, on-site observations, and interactive sessions. CV for Cultural Heritage Preservation explores preservation and management techniques using state-of-the-art technologies. Students gain insights through real-world examples from excavations, museums, and sites like churches and castles. Document Analysis focuses on structuring document content for computer systems, including processes like transferring handwritten data into electronic templates. Advanced topics in this area include Multispectral Image Acquisition, Writer Identification, Layout Analysis, Large Language Models (LLMs), and Pre-Processing.

Advanced Topics in Virtual Reality (min. 3,0 ECTS) This module introduces Advanced Topics in Virtual and Augmented Reality (VR/AR). Students strengthen their VR and AR development skills by implementing a small project with advanced VR/AR. It includes studying and developing a particular topic, either alone or in small groups.

Advanced Topics In Visualization (min. 3,0 ECTS) This module deepens knowledge in selected areas of visualization, like visual data science.

Algorithmic Geometry (6,0 ECTS) Algorithmic geometry deals with efficient computations on basic geometric objects such as points, lines, polygons, and their higher-level analogs. Geometric algorithms play an important role in a variety of applications, e.g., visual computing, geographic information systems, machine learning, robotics, etc. This module studies the design and analysis of geometric algorithms and efficient data structures. We present fundamental techniques and concepts in algorithmic geometry as well as more advanced results and discuss selected geometric problems arising in applications.

Computer Animation and Simulation (6,0 ECTS) The module covers fundamental theories and techniques in computer animation and simulation for creating realistic character motion, simulating natural phenomena, or developing interactive virtual environments.

Computer Graphics (6,0 ECTS) The module covers the methodology for solving problems in computer graphics, with a focus on interactive and real-time rendering.

Computer Vision (6,0 ECTS) This module covers computer vision, including foundational theories, essential mathematical concepts, the use of machine learning, and practical algorithms. Key topics include the Structure of Images, dealing with image formation, texture, scenes, and context; Local and Multiscale Representations and Image Analysis, dealing with techniques for processing and comprehending image content; Scene Analysis and machine learning methods for computer vision, including deep learning; and finally topics such as Depth Perception, Reconstruction Techniques, and Multiview Geometry, with a focus on 3D understanding and its applications.

Computer Vision Systems Programming (6,0 ECTS) This module covers insights concerning all individual steps of a computer vision project: planning and effort estimation, data acquisition and data quality assessment, implementation, and evaluation of the results; but also questions of interdisciplinary collaboration, as well as legal and ethical considerations. Ongoing research projects and the path from research to market are discussed. Business planning and starting a business in computer vision are discussed.

Deep Learning for Visual Computing (6,0 ECTS) This module provides an introduction to the main concepts of Deep Learning through computer vision and computer graphics applications. This includes basic concepts such as feed-forward neural networks and more advanced concepts such as diffusion-based generative models or self-supervised techniques to train models without annotations. The module also explores how the techniques used for image data can be applied to other data types like 3D volumes, point clouds, or graphs.

Extension (up to 12,0 ECTS) This module allows students to extend their profile either by choosing courses from other Master curricula that fit the qualification profile of *Visual Computing*.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Geometry Processing (6,0 ECTS) This module covers the mathematical foundations of geometry processing and modeling, including curves and surfaces, as well as methods to create, process and simulate 3D geometric models.

Graph Drawing Algorithms (6,0 ECTS) Graph drawing is concerned with the geometric representation of graphs in the plane and constitutes the algorithmic core of network visualization. The research area of graph drawing combines aspects of algorithmics, graph theory, computational geometry, and visualization. In this module we define common aesthetic quality criteria and layout styles in graph drawing. Subsequently, we study the corresponding optimization problems from a formal, algorithmic perspective. We cover some of the most fundamental graph drawing algorithms, ranging from general-purpose algorithms to specific algorithms for certain graph classes (e.g., trees and planar graphs). The algorithms use known algorithm design principles such as divide-and-conquer, incremental constructions, and network flow models. The module covers both practical and theoretical aspects of graph drawing.

Information Visualization (6,0 ECTS) This module covers theoretical concepts and practical applications of information visualization, which is defined as the use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition.

Introduction to Geometry (6,0 ECTS) This module covers the mathematical foundations of visual computing; including affine, Euclidean, projective and differential geometry, as well as basic topology and vector analysis.

Machine Learning for Visual Computing (6,0 ECTS) This module introduces fundamental machine learning concepts through computer vision examples. It focuses on a selected set of core topics, which form the basis for understanding essential machine learning principles. By implementing models independently in the lab, students gain deeper insights into these methods.

Media and Brain (6,0 ECTS) This module enables students to understand the essential connections in the human brain, to assess the conditions under which consciousness arises and to evaluate the process of how communicating centers in the brain generate perception.

Medical Image Processing and Machine Learning (6,0 ECTS) This module offers a comprehensive introduction to medical image processing and machine learning, focusing on their applications in healthcare, diagnostics, and clinical research. It will cover topics such as image segmentation, feature extraction, and the use of machine learning algorithms for disease detection and prediction to support clinical decision-making and research advancements.

Medical Visualization and Visual Analytics (6,0 ECTS) This module offers a comprehensive introduction to medical visualization and visual analytics, focusing on their applications in healthcare, bioinformatics, neuroinformatics, and public health. It combines foundational theories, computational techniques, and practical applications, covering topics such as brain imaging, genomic data visualization, and AI-driven visual analytics to support clinical and research decision-making.

Mixed Reality Lab (6,0 ECTS) This module teaches advanced techniques for 3D visualization and interaction in mixed reality using specialized hardware and software tools. These techniques include stereoscopic rendering on LED walls, rendering on LED walls for virtual production, usage of autostereoscopic displays, spatial sound rendering using a many-channel audio system, spatial 3D target tracking, and real-time DMX light control. The implementation will be done using a popular game engine. Students will get access to state-of-the-art mixed reality hardware, and they will learn how to create their own projects using the presented technologies.

Multimodal Interfaces (6,0 ECTS) This module introduces MultiModal Interfaces (MMI). Students gain basic knowledge regarding how multimedia and multisensory 2D or 3D input can be integrated to interact with virtual environments. Psychological and basic neuroscience aspects are presented to help students understand the importance of human factors in the design of MMI. The area includes an overview of current research

areas and applications in order to provide students with the technical and scientific skills to design and develop sensor-based interfaces that will improve user experience. In this module, we cover diverse MMIs such as haptics (tangible user interfaces and objects), taste and smell interfaces, bio-signal feedback, ubiquitous computing, embedded sensors and screens, large multi-touch systems, and interaction using gestures.

Numerical Computation (6,0 ECTS) Studierende werden mit den grundlegenden Konzepten algorithmisch-numerischer Lösungsmethoden vertraut gemacht. Inhaltlich gehören dazu grundlegende Fehlerbegriffe (Datenfehler, Verfahrens- oder Diskretisierungsfehler, Rundungsfehler), Kondition mathematischer Probleme, numerische Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme, polynomiale Interpolation und Approximation, numerische Integration, numerische Lösungen von Differentialgleichungen, Design und Verwendung numerischer Algorithmen bzw. numerischer Software.

Project in Visual Computing (6,0–12,0 ECTS) In this module, practical problems from the field of Visual Computing are solved. This gives insights into scientific practice and current research in Visual Computing. To tackle larger problems, two practical projects can be combined.

Rendering (6,0 ECTS) This module covers photorealistic rendering techniques, including online and offline methods.

Scene Understanding and Surveillance (6,0 ECTS) This module covers the analysis of multimodal image sequences like RGB, thermal, and 3D to understand sensed scenarios. Additionally, lensless imaging is presented as a data source. The module includes topics of sensor technology, motion detection, object tracking, scene reconstruction, and performance evaluation. Issues of computer-aided event detection in videos are discussed. Additionally, ethics and GDPR issues for surveillance are addressed.

Seminar in Visual Computing (3,0 ECTS) In the seminar, students dive deeper into the literature of one chosen topic in Visual Computing (i.e., Computer Graphics, Computer Vision, Image Processing, Visualization, or Augmented and Virtual Reality) and present their findings in written and oral form.

Similarity Modeling (6,0 ECTS) In this module, students learn to teach computers to see and hear using classical methods of signal processing and machine learning. They analyze media streams and develop algorithms for summarizing media data and classifying these summaries. In addition, they learn which advanced methods of artificial intelligence and information retrieval are particularly suitable for solving complex problems of media comprehension and how they can be used in practice. In the exercise part, students apply their theoretical knowledge to solve selected problems of audio, image and video comprehension through modeling, programming and iterative refinement. Finally, they reflect on what they have learned in groups in a media comprehension seminar.

Statistical Pattern Recognition (6,0 ECTS) This module repeats and expands relevant concepts from probability theory and inductive logic, including classification, regression and parameter estimation, both from a frequentist and Bayesian perspective.

Video Analysis (6,0 ECTS) This module addresses principal techniques of video analysis and selected topics of visual human motion analysis for applications such as autonomous driving and human-robot interaction.

Virtual and Augmented Reality (6,0 ECTS) This module introduces virtual and augmented reality (VR/AR). Students gain basic knowledge via VR/AR hardware and software, 3D input, output methods, and user-specific aspects. In addition, psychological and basic neuroscience aspects are presented to help students understand the importance of human factors in the design of VR/AR systems. The module includes an overview of current research areas and applications in order to provide students with the technical and scientific skills to design and develop VR/AR applications. The module also aims to provide a deeper understanding of design methods, production methods, reception, and use of concrete forms of VR/AR systems.

Visualization (6,0 ECTS) After successful completion of the module, the students understand advanced theoretical concepts of visualization. Furthermore, students are able to research, implement, and extend state-of-the-art visualization algorithms to interactively analyze large and complex data as well as reflect on issues concerning ethics, gender, and diversity.

§ 6 Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des UG beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (§ 7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Universitätsgesetz 2002

Vor Beginn jedes Semesters ist ein elektronisches Verzeichnis der Lehrveranstaltungen zu veröffentlichen (Titel, Name der Leiterin oder des Leiters, Art, Form inklusive Angabe des Ortes und Termine der Lehrveranstaltung). Dieses ist laufend zu aktualisieren.

Die Leiterinnen und Leiter einer Lehrveranstaltung haben, zusätzlich zum veröffentlichten Verzeichnis, vor Beginn jedes Semesters die Studierenden in geeigneter Weise über die Ziele, die Form, die Inhalte, die Termine und die Methoden ihrer Lehrveranstaltungen sowie über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren.

Für Prüfungen, die in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt werden, sind Prüfungstermine jedenfalls drei Mal in jedem Semester (laut Satzung am Anfang,

zu Mitte und am Ende) anzusetzen, wobei die Studierenden vor Beginn jedes Semesters über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren sind.

Bei Prüfungen mit Mitteln der elektronischen Kommunikation ist eine ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung zu gewährleisten, wobei zusätzlich zu den allgemeinen Regelungen zu Prüfungen folgende Mindestanforderungen einzuhalten sind:

- Vor Semesterbeginn Bekanntgabe der Standards, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, damit Studierende an diesen Prüfungen teilnehmen können.
- Zur Gewährleistung der eigenständigen Erbringung der Prüfungsleistung durch die Studierende oder den Studierenden sind technische oder organisatorische Maßnahmen vorzusehen.
- Bei technischen Problemen, die ohne Verschulden der oder des Studierenden auftreten, ist die Prüfung abzubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien

Im Folgenden steht SSB für *Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen*.

- Der Umfang der Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben. vgl. § 9 (2) SSB (Module und Lehrveranstaltungen)
- Die Abhaltung einer Lehrveranstaltung als „Blocklehrveranstaltung“ ist nach Genehmigung durch das Studienrechtliche Organ möglich. vgl. § 9 (3) SSB (Module und Lehrveranstaltungen)
- Zur Abhaltung und Prüfung einer Lehrveranstaltung in einer Fremdsprache ist die Zustimmung des Studienrechtlichen Organs nötig. vgl. § 11 (1) SSB (Fremdsprachen)
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne Lehrveranstaltung vermittelt wurden. vgl. § 12 (1) SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)
- Die Lehrveranstaltungsprüfungen sind von dem_der Leiter_in der Lehrveranstaltung abzuhalten. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine_n andere_n fachlich geeignete_n Prüfer_in zu bestellen. vgl. § 12 (2) SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)
- Jedenfalls sind für Prüfungen in Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, die in einem einzigen Prüfungsakt enden, drei Prüfungstermine für den Anfang, für die Mitte und für das Ende jedes Semester anzusetzen. Diese sind mit Datum vor Beginn des Semesters bekannt zu geben. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)

Beschreibung der Lehrveranstaltungstypen

- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.
- EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb der Räumlichkeiten der TU Wien stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.
- LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende einzeln oder in Gruppen unter Anleitung von Betreuer_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.
- PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich am Qualifikationsprofil des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.
- SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.
- UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen konkrete Aufgabenstellungen – beispielsweise rechnerisch, konstruktiv, künstlerisch oder experimentell – zu bearbeiten sind. Dabei werden unter fachlicher Anleitung oder Betreuung die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden zur Anwendung auf konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.
- VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung sind Lehrveranstaltungen, in denen die beiden Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung kombiniert werden. Der jeweilige Übungs- und Vorlesungsanteil darf ein Viertel des Umfangs der gesamten Lehrveranstaltungen nicht unterschreiten. Beim Lehrveranstaltungstyp VU ist der Übungsteil jedenfalls prüfungsimmanent, der Vorlesungsteil kann in einem Prüfungsakt oder prüfungsimmanent geprüft werden. Unzulässig ist es daher, den Übungsteil und den Vorlesungsteil gemeinsam in einem einzigen Prüfungsvorgang zu prüfen.

Beschreibung der Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Informationssystem zu Studien und Lehre

- Typ der Lehrveranstaltung (VO, EX, LU, PR, SE, UE, VU)
- Form (Präsenz, Online, Hybrid, Blended)
- Termine (gegebenenfalls auch die für die positive Absolvierung erforderliche Anwesenheit)
- Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Vorkenntnisse)
- Literaturangaben
- Lernergebnisse (Umfassende Beschreibung der Lernergebnisse)
- Methoden (Beschreibung der Methoden in Abstimmung mit Lernergebnissen und Leistungsnachweis)
- Leistungsnachweis (in Abstimmung mit Lernergebnissen und Methoden)
 - Ausweis der Teilleistungen, inklusive Kennzeichnung, welche Teilleistungen wiederholbar sind. Bei Typ VO entfällt dieser Punkt.
- Prüfungen:
 - Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Literaturangaben)
 - Form (Präsenz, Online)
 - Prüfungsart bzw. Modus
 - * Typ VO: schriftlich, mündlich oder schriftlich und mündlich;
 - * bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus beziehend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
 - Termine
 - Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe

§7 Prüfungsordnung

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden.
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung des Seminars für Diplomand_innen, sowie der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einer Prüfungskommission gemäß §13 und §19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß §17 (1) der

Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß §72a UG.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

§ 8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Visual Computing* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang D zu absolvieren.

Die Beurteilungs- und Anwesenheitsmodalitäten von Lehrveranstaltungen der Typen UE, LU, PR, VU, SE und EX sind im Rahmen der Lehrvereinbarungen mit dem

Studienrechtlichen Organ festzulegen und im Informationssystem für Studien und Lehre bekanntzugeben. Weiters sind die Bestimmungen der Satzung (Studienrechtliche Bestimmungen zur Wiederholbarkeit von Teilleistungen) zu beachten.

Jede Lehrveranstaltung mit Teilnehmer_innenbeschränkung, wo eine nicht ermöglichte von einem_r Studierenden beabsichtigte Teilnahme das Potential einer Studienzeitverzögerung hat, muss entsprechend dem UG mit den verfügbaren Plätzen und dem Vergabeprozedere im Studienplan vermerkt werden. Die betroffenen Lehrveranstaltungen sowie die Anzahl der Plätze und das Verfahren zur Vergabe sind von der Studienkommission festzulegen und für die Studierenden klar und verständlich in den Modulbeschreibungen darzulegen.

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind im Informationssystem für Studien und Lehre entsprechend gekennzeichnet. Außerdem sind die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze anzugeben.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige Studienrechtliche Organ. Um die Mobilität zu erleichtern, stehen die in §27 Abs.1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Die im Zuge einer Mobilität erreichten ECTS-Punkte können verwendet werden, um die im Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ geforderten Transferable Skills im entsprechenden Ausmaß abzudecken. Insbesondere können sie auch dem Themenpool Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management zugerechnet werden.

Kommt es in einer Lehrveranstaltung ohne explizit geregelte Platzvergabe zu einem unvorhergesehenen Andrang, kann die Lehrveranstaltungsleitung in Absprache mit dem studienrechtlichen Organ Teilnahmebeschränkungen vornehmen. Studierende, die zum Masterstudium *Visual Computing* zugelassen sind und für die eine Nichtteilnahme zu einer Studienzeitverzögerung führen könnte, werden in jedem Fall aufgenommen. Die Vergabe der allenfalls übrigen Plätze ist nach folgenden Kriterien (mit absteigender Priorität) zu regeln.

- Es werden jene Studierenden bevorzugt aufgenommen, die die formalen und inhaltlichen Voraussetzungen erfüllen. Die inhaltlichen Voraussetzungen können etwa an Hand von bereits abgelegten Prüfungen oder durch einen Eingangstest überprüft werden.
- Unter diesen hat die Verwendung der Lehrveranstaltung als Pflichtfach Vorrang vor der Verwendung als Wahlfach und diese vor der Verwendung als Freifach.
- Innerhalb dieser drei Gruppen sind jeweils jene Studierenden zu bevorzugen, die trotz Vorliegens aller Voraussetzungen bereits in einem früheren Abhaltesemester abgewiesen wurden.

Die Studierenden sind darüber ehebdigst zu informieren.

§ 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, einem „Seminar für Diplomand_innen“ im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten, sowie der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten.

§ 10 Akademischer Grad

Den Absolvent_innen des Masterstudiums *Visual Computing* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

§ 11 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Visual Computing* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend dem Plan-Do-Check-Act Modell nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet, um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro

Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen Studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

Jedes Modul besitzt eine_n Modulverantwortliche_n. Diese Person ist für die inhaltliche Kohärenz und die Qualität der dem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen verantwortlich. Diese wird insbesondere durch zyklische Kontrollen, inhaltliche Feinabstimmung mit vorausgehenden und nachfolgenden Modulen sowie durch Vergleich mit analogen Lehrveranstaltungen bzw. Modulen anderer Universitäten im In- und Ausland sichergestellt.

Lehrveranstaltungskapazitäten

Um die Qualität der Umsetzung der Lehrveranstaltungen zu sichern, dienen für die verschiedenen Typen von Lehrveranstaltungen (siehe Seite 15) die folgenden Gruppengrößen als Richtwert:

Lehrveranstaltungstyp	Gruppengröße	
	je Leiter(in)	je Tutor(in)
VO	100	
UE mit Tutor(inn)en	30	15
UE	15	
LU mit Tutor(inn)en	20	8
LU	8	
EX, PR, SE	10	

Für Lehrveranstaltungen des Typs VU werden für den Vorlesungs- bzw. Übungsteil die Gruppengrößen für VO bzw. UE herangezogen. Die Beauftragung der Lehrenden erfolgt entsprechend der tatsächlichen Abhaltung.

Gender, Ethik und Diversität

Kontext: Um Lehr- und Lernumgebungen zu schaffen, in denen alle Studierenden – unabhängig von Geschlecht, Herkunft, Fähigkeiten oder sozialem Hintergrund – gleichermaßen geschätzt, gefördert und gefordert werden, ist eine inklusive Lehre basierend auf

diversitätssensibler Didaktik erforderlich. Dies kann nicht in eigenen separaten Lehrveranstaltungen abgehandelt werden, sondern muss auf allen Ebenen des Studiums umgesetzt werden – als „Embedded Gender, Ethics and Diversity“.

Dazu gehört die Einbettung ethischer und gesellschaftlicher Themen in den Studienplan, sowie die Auseinandersetzung mit diesen Themen in jeder Lehrveranstaltung. So lassen sich Rahmenbedingungen schaffen, die ein diskriminierungsfreies Lernumfeld ermöglichen. Dies umfasst auch Maßnahmen gegen Diskriminierung und Belästigung, etwa durch explizite Verhaltenscodizes.

Lehrinhalt: Inklusivität und Vielfalt werden gefördert, indem in allen Lehrveranstaltungen unterschiedliche Perspektiven einbezogen werden, die sich auf ein breites Spektrum von Autor_innen und Rollenvorbildern stützen. Die ethische Reflexion von Kernbereichen wird in allen Lehrveranstaltungen eingebettet, indem sie in Vorlesungen und Übungsbeispielen angesprochen und berücksichtigt wird, etwa durch Diskussion ethischer Aspekte und sozialer Auswirkungen. Zusätzlich wird auf das Angebot der Abteilung für Genderkompetenz der TU Wien hingewiesen, die für das Absolvieren eines Zusatzkatalogs das Zertifikat *Gender- und Diversitätskompetenz* ausstellt.

Lehrmethoden: Die Lehrmethoden fördern Gender-Inklusivität und Diversität und schaffen ein Lernumfeld, in dem sich alle Studierenden gleichermaßen willkommen fühlen. Dazu gehören unter anderem die Verwendung einer inklusiven, vorurteilsfreien Sprache, um die Verstärkung von Stereotypen zu vermeiden; Lehrmaterial mit Beispielen, Fallstudien oder Anschauungsmaterial, die unsere vielfältige Gesellschaft widerspiegeln; die Abhaltung der Lehre in einer Form, die für Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten geeignet ist und eine gleichberechtigte Teilnahme gewährleistet; sowie die Einbindung von Gastredner_innen mit unterschiedlichen Hintergründen.

§ 12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2026 in Kraft.

§ 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen sind in Anhang B zu finden.

A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in §6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 15 im Detail erläutert.

3D Vision

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- collect, develop, evaluate, and interpret information related to 3D computer vision
- identify requirements and boundary conditions in various areas of 3D computer vision
- apply their knowledge to tackle complex tasks in the field
- devise and present solutions and arguments for these challenges
- name, explain, and compare the key theories, principles, concepts, and algorithms in 3D computer vision. Their knowledge and understanding will be aligned with the current state of the art in computer vision.
- handle subject-specific hardware and software and to successfully convert real objects into 3D models.
- use Geomagic Wrap as a professional 3D editing program.
- create a 3D model from photographs using a Structure from Motion program.

Überfachliche Kompetenzen: In this module, students learn to

- tap their creative potential
- communicate effectively in a team
- present a software application to a large group

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. Training datasets in 3D systems often overrepresent Western, able-bodied, young, and male individuals, which may compromise accuracy for diverse groups, including those with varied body types, disabilities, or non-Western features. Students will cultivate the skills necessary to address these challenges by advocating for diverse gender identities and promoting customizable, non-stereotypical representations. While 3D vision technologies may marginalize certain

groups, they also present advantages, such as assistive tools that improve accessibility for individuals with disabilities. However, technologies like 3D facial recognition raise significant privacy and surveillance issues, particularly for vulnerable populations. Students will learn to acknowledge their responsibility in addressing the impacts of EGD and to uphold accountability when employing 3D vision technologies.

Inhalt:

- fundamental concepts of **3D acquisition**, covering all key techniques used to capture three-dimensional objects digitally
- image acquisition techniques, particularly camera calibration
- depth and shape measurement using active range finders and range scanners
- deriving object shapes from monocular, stereo, and multiple images
- registration and space carving for 3D reconstruction
- medical 3D imaging and 3D printing
- using a software package for the reconstruction process, providing a professional toolset for processing and refining 3D models.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU 3D Vision

Advanced Topics In Computer Graphics

Regelarbeitsaufwand: min. 3,0 ECTS

Lernergebnisse: The module provides in-depth knowledge and understanding of important sub-areas of computer graphics.

Fachkompetenzen:

- Students can name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts and algorithms in specific topics of computer graphics. Their knowledge and understanding corresponds to the state of the art in computer graphics literature.

In particular, students can

- collect, develop, evaluate and interpret information relevant to computer graphics,
- determine requirements and constraints in different areas of computer graphics, and
- practically apply the acquired knowledge in complex computer graphics tasks, work out and further develop solutions to problems and argue for these solutions.

Überfachliche Kompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge independently.

Inhalt: This module deepens knowledge in selected areas of computer graphics. Exemplary topics include color theory, fractals, visual data science and design of rendering engines. The exact selection of topics varies from term to term.

Erwartete Vorkenntnisse: For most topics, knowledge of visualization will be helpful. These prerequisites are taught in the module *Computer Graphics*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The courses for this module are announced before each term.

Advanced Topics In Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: min. 3,0 ECTS

Lernergebnisse: After successful completion of the module, students are able to:

Fachkompetenzen:

- analyze specific problems in the field of Computer Vision
- design appropriate solutions
- implement a prototypical application.

Inhalt:

1. Computer Vision in Industry

- Covers theoretical foundations, core concepts, and background information essential to understanding industrial applications of Computer Vision.
- Includes practical, hands-on experiences through a guided excursion planned during the latter half of the semester, featuring field trips, on-site observations, and interactive sessions to explore real-world applications.

2. Computer Vision for Cultural Heritage Preservation

- Focuses on Cultural Heritage (CH) preservation and management techniques.
- Provides insights into using state-of-the-art technologies in CH preservation through examples from excavations, museums, and sites such as churches, castles, and artifacts.
- Highlights the importance of advanced technologies in safeguarding cultural assets.

3. Document Analysis

- Aims to structure and unlock document content for computer systems, enabling further processing.
- Includes processes such as transferring customer data from handwritten forms into electronic templates.
- Covers advanced topics like Multispectral Image Acquisition, Writer Identification/Classification, Layout Analysis, Large Language Models (LLMs), and Pre-Processing.

Erwartete Vorkenntnisse: The module requires knowledge of different aspects of computer vision.

These prerequisites are taught in the module *Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The courses for this module are announced before each term.

Advanced Topics in Virtual Reality

Regelarbeitsaufwand: min. 3,0 ECTS

Lernergebnisse: After successful completion of the module, students are able to:

Fachkompetenzen:

- Analyze an individual problem in the field of Virtual- and Augmented Reality, design an according solution and implement a prototypical application.
- Create a project in a small group, coordinating the implementation of a VR/AR system.
- Explain and demonstrate a developed VR/AR application to an audience.

Überfachliche Kompetenzen:

- Understand usability, human factors, and accessibility to design VR/AR interfaces.
- Understand ethical, gender, and diversity considerations in the design of VR/AR systems and 3D interactions, such as gender effects in cybersickness, human factors in virtual environments, and improving accessibility in VR/AR interfaces.

Inhalt:

- Advanced 3D interaction (e.g., mid-air interaction in immersive applications through hand tracking)
- Advanced multimodal user interfaces (e.g., integration of multiple sensor data und multisensory feedback synchronized)

- Perceptual illusions in immersive environments (e.g., rubber hand illusion, haptic retargeting, or redirected walking)
- Video-see-through head-mounted displays (HMDs) for more flexible creation of blended experiences.
- Use of state-of-the-art hardware (e.g., AR glasses, robots, locomotion platforms...)

Erwartete Vorkenntnisse: Knowledge in Object Oriented Programming (C#, C++), Virtual and Augmented Reality

These prerequisites are covered in the module *Virtual and Augmented Reality*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The courses for this module are announced before each term.

Advanced Topics In Visualization

Regelarbeitsaufwand: min. 3,0 ECTS

Lernergebnisse: The module provides in-depth knowledge and understanding of important sub-areas of visualization.

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to:

- name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts and algorithms in specific topics of visualization. Their knowledge and understanding corresponds to the state of the art in visualization literature.
- collect, develop, evaluate and interpret information relevant to visualization,
- determine requirements and constraints in different areas of visualization, and
- practically apply the acquired knowledge in complex visualization tasks, work out and further develop solutions to problems and argue for these solutions.

Überfachliche Kompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge independently.

Inhalt: This module deepens knowledge in selected areas of visualization, like visual data science. The exact selection of topics varies from term to term.

Erwartete Vorkenntnisse: For most topics, knowledge of visualization will be helpful. These prerequisites are taught in the module *Visualization*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The courses for this module are announced before each term.

Algorithmic Geometry

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: This module introduces fundamental efficient algorithms and data structures for combinatorial geometric problems.

Fachkompetenzen: Students will learn to

- explain fundamental concepts, structures, and problems in algorithmic geometry,
- design and analyze geometric algorithms and data structures,
- model geometric problems and adapt known algorithms and data structures to new problems, and
- investigate unknown geometric problems and develop new algorithmic solutions.

Überfachliche Kompetenzen: Students will be able to

- perform formal reasoning, correctness proofs, and proofs of asymptotic time complexity of algorithms,
- structured analysis of computational problems,
- abstract problem modelling,
- judge trade-offs between time and space complexity, and
- being aware of possible ethical, gender, and diversity issues in the context of geometric data processing.

Inhalt: The module content covers fundamental techniques and algorithms for geometric problems including

- basic geometric algorithms for computing convex hulls, polygon triangulations, and segment intersections,
- data structures for orthogonal range searching, windowing queries, and point location queries,
- Voronoi diagrams and Delaunay triangulations,
- point-line duality,
- distance approximation,
- geometric shortest paths and robot motion planning, and
- sweep-line algorithms and randomized incremental constructions.

Erwartete Vorkenntnisse: Extended knowledge of algorithms and data structures.

These prerequisites are taught in the following recommended modules:

- *Effiziente Algorithmen*
- *Algorithmics*

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Algorithmic Geometry

Computer Animation and Simulation

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successfully completing the module, students are able to

- identify, explain, and differentiate the most important theories, principles, concepts, and methodologies in the fields of Computer Animation and Simulation
- understand cutting-edge techniques and applications in animation algorithms, physics-based simulation, and real-time rendering
- implement animation techniques, including keyframe animation, procedural animation, and motion capture.
- describe physics-based simulation for realistic modeling of physical phenomena.
- apply real-time rendering techniques for interactive applications.
- list the challenges in simulating natural phenomena such as fluid dynamics, cloth behavior, and rigid body dynamics.
- design and implement simulation algorithms.
- evaluate animation and simulation methods for performance, realism, and computational efficiency.

Überfachliche Kompetenzen:

- apply creativity to problem-solving.
- collaborate in groups.
- communicate competently.

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes the representation of diverse identities in character design, inclusive storytelling, and the responsible use of simulated environments.

Inhalt:

- Fundamental and advanced concepts in computer animation and simulation.
- 3D modeling, simulation, and rendering.
- Animation techniques and software tools.
- Physics-based simulations in animation.
- Real-world applications in gaming, film, and VR.

- Methods for implementing interactive animations and simulations.
- Evaluation of animation quality, realism, and computational performance.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Basic understanding of 3D modeling and computer graphics concepts.
- Understanding of basic physics principles for simulating motion and forces.
- Experience with software tools like Blender, Maya, or Unity, would be beneficial but not required.

These prerequisites are partly taught in the module *Grundlagen der Computergraphik*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Computer Animation and Simulation

Computer Graphics

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students can

- describe advanced concepts of interactive computer graphics and real-time rendering as used in virtual reality applications or in computer games.
- explain the theoretical and mathematical background of computer graphics effects.
- implement a computer graphics system based on a low-level graphics API that shows advanced computer graphics effects.
- analyze and improve the performance of a computer graphics application.

Überfachliche Kompetenzen: In this module, students learn to

- tap their creative potential
- communicate effectively in a team
- present a software application to a large group

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes aspects such as gender representations in 3D applications, energy efficiency in rendering algorithms, the ability of computer graphics algorithms to depict human features across diverse groups, and the design of graphics systems that accommodate different user needs, such as color blindness or visual impairments.

Inhalt:

- Architecture of graphics hardware
- Performance optimization for graphics hardware
- Advanced lighting and shading (including physically based shading, normal mapping, ambient occlusion)
- Shading languages
- Graphics programming
- Shadows (hard and soft, rasterization and ray-tracing-based)
- Culling and visibility
- Levels of detail und terrain rendering
- Image-based rendering
- Perceptual aspects of rendering
- Screenspace effects
- Temporal coherence
- Real-time global illumination
- 3D Gaussian splatting

Erwartete Vorkenntnisse: Students should have programming skills in C++ as well as experience with a 3D API like OpenGL or Vulkan, and basic computer graphics knowledge.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computergraphik*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Computer Graphics

Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- identify, explain, and contrast the most important theories, principles, concepts, and algorithms of computer vision
- understand the state-of-the-art literature in the field of computer vision
- apply appropriate formal-mathematical methods for modeling, abstraction, solution finding, and evaluation

Überfachliche Kompetenzen: Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. In particular, this includes how algorithms can either reflect or exacerbate

societal biases. For instance, facial recognition technology often demonstrates reduced accuracy for underrepresented groups, such as women and people of color, largely because of skewed datasets that predominantly feature white male faces. Students will cultivate skills to tackle these challenges by diversifying training data, thereby avoiding the reinforcement of gender stereotypes. Recognition systems should also account for non-binary identities and cultural diversity, as models trained primarily on Western norms may misinterpret traditional attire.

Inhalt:

- Basic interpretation of visual data from images and videos
- Structure of images (image formation, texture, scenes, and context)
- Local and multiscale representations and Image Analysis (processing and comprehending image content)
- Scene Analysis and machine learning methods for computer vision (including deep learning)
- 3D Understanding (depth perception, reconstruction techniques, multiview geometry)

Erwartete Vorkenntnisse: Basic knowledge in different topics of computer vision.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Computer Vision

Computer Vision Systems Programming

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- plan and estimate the effort required for a computer vision project, covering all stages from data acquisition and quality assessment to implementation and result evaluation.
- understand the importance of interdisciplinary collaboration
- navigate legal and ethical considerations
- and gain insights into the commercialization of computer vision technologies, including business planning and moving from research to market.

Überfachliche Kompetenzen: Students gain insights into key concepts of entrepreneurship related to CV, including opportunity recognition, business model development, risk management, and innovation. In addition, students will:

- Understand ethical implications of deploying computer vision systems, especially regarding privacy, surveillance, and bias in AI.
- Be able to critically reflect on the societal impact of automated decision-making and data-driven technologies.
- Develop awareness of gender and diversity aspects in computer vision, including bias mitigation in datasets and algorithmic fairness.
- Gain perspective on responsible innovation through interdisciplinary discussions and real-world case studies.
- Develop goal-oriented/practical working methods, business motivated thinking and developing.

Inhalt:

- CV-Projects and Applications
- Tools and libraries for CV Programming
- CV business cases and entrepreneurship
- Real-world applications, including excursion to CV-related company
- Exercises from real-world applications
- Presentations and discussions of project outcomes, techniques, and challenges

Erwartete Vorkenntnisse: Knowledge of computer vision and its fundamental methods. These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:
6,0/4,0 VU Computer Vision Systems Programming

Deep Learning for Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to:

- Understand basic deep learning concepts.
- Understand recent deep learning architectures commonly used to process and generate images and the mechanics to train them.
- Apply such concepts to other data types such as 3D volumes, point clouds, or graphs.
- Train a deep learning model on standard computer vision tasks such as classification or segmentation.

Überfachliche Kompetenzen: Through deep learning, the student will be able to solve problems related to computer vision, computer graphics, visualization, and medical imaging. Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content.

Inhalt:

- Brief recap of Machine Learning concepts: overview, parametric models, iterative optimization.
- Feedforward Neural Networks, backpropagation.
- Convolutional Neural Networks, Vision Transformers, and modern neural architectures.
- Self-supervised training.
- Generative models for image synthesis.
- Deep Learning for other types of data such as 3D volumes, point clouds, and graphs.
- Software libraries and practical aspects

Erwartete Vorkenntnisse: Knowledge in Machine Learning is recommended.

These prerequisites are taught in the module *Machine Learning for Visual Computing*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Deep Learning for Visual Computing

Extension

Regelarbeitsaufwand: up to 12,0 ECTS

Lernergebnisse: This module allows students to extend their profile by choosing courses from other Master curricula that fit the qualification profile of *Visual Computing* and from Bachelor curricula that contain knowledge required for successfully completing the modules in this curriculum as specified below.

Fachkompetenzen: Depends on the chosen courses.

Überfachliche Kompetenzen: Depends on the chosen courses.

Inhalt: Depends on the chosen courses.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The courses in this module can be chosen freely from other Master curricula, provided they fit the qualification profile. Courses from

other Informatics Master Curricula at TU Wien can always be chosen. Courses from Bachelor curricula can be chosen if they contain necessary prerequisites for modules of *Visual Computing* and correspond to modules explicitly listed in item 4 in §4.

For the Master *Visual Computing*, the following courses are particularly recommended:

3,0/2,0 VO AKGEO Computer Aided Geometric Design

1,5/1,0 UE AKGEO Computer Aided Geometric Design

6,0/4,0 VU Algorithmics

6,0/4,0 VU Heuristic Optimization Techniques

6,0/4,0 VU GPU Computing And Architectures

6,0/4,0 VU Mobile Robotics

6,0/4,0 VU Generative AI

6,0/4,0 VU Responsible Digital Ethics

6,0/4,0 VU Advanced Software Engineering

6,0/4,0 VU Efficient Programs

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Inhalt: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem Wahlfachkatalog „Transferable Skills“ der Fakultät für Informatik (Anhang F) und aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

Geometry Processing

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students can

- solve problems of planar and spatial geometry with standard methods
- list and compute the main geometric properties of curves and surfaces
- describe methods for the generation of 3D digital models and representations
- analyze surface properties
- run simulations on surfaces

Überfachliche Kompetenzen: Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes aspects such as the representation of diverse human forms in 3D geometry, privacy considerations in 3D scanning and reconstruction, and questions of copyright and authorship in the use and generation of geometric models.

Inhalt:

- Model representation (meshes, curves and surfaces, parametric surfaces)
- Differential geometry
- Reconstruction of 3D Models from Scans
- Fabrication
- Parametrization
- Simulations on Surfaces (Laplacian, Poisson equation, Finite Element Method, smoothing)
- Procedural Modeling (grammars, L-systems, shape grammars, constraint programming)

Erwartete Vorkenntnisse: Vector analysis, basic differential geometry, basic topology. These prerequisites are taught in the module *Introduction to Geometry*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:
6,0/4,0 VU Geometry Processing

Graph Drawing Algorithms

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: This module introduces efficient algorithms and complexity results for drawing and representing graphs in different visual layout styles.

Fachkompetenzen: Students are able to

- explain fundamental concepts, structures, and problems in graph drawing,
- explain and compare different aesthetic optimization goals in graph drawing,
- design and analyze graph drawing algorithms,

- model graph drawing problems and adapt known algorithms and graph layout styles to related problems,
- implement and evaluate graph drawing algorithms, and
- investigate new graph drawing problems and develop new layout algorithms.

Überfachliche Kompetenzen: Student are able to perform

- formal reasoning, correctness proofs, and proofs of computational complexity,
- structured analysis of computational geometric graph representation problems,
- modeling and solving interdisciplinary problems at the interface of application domains, information visualization, design, and graph algorithms,
- to judge trade-offs between different conflicting optimization goals, and
- being aware of possible ethical, gender, and diversity issues in the context of network visualization

Inhalt: The module content covers fundamental and advanced topics in graph drawing including

- graph layout for restricted graph classes such as trees, planar graphs, directed graphs,
- optimization problems for different quality metrics and drawing styles in graph drawing,
- general purpose algorithms using physical analogies,
- graph drawing frameworks, and
- heuristics/approximation algorithms for NP-hard problems.

Erwartete Vorkenntnisse: Extended knowledge of algorithms and basics of graph theory.

These prerequisites are taught in the following modules:

- *Effiziente Algorithmen;*
- *Discrete Mathematics;* and
- *Algorithmics.*

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Graph Drawing Algorithms

Information Visualization

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- describe the theoretical concepts of information visualization, human perception and cognition, as well as the qualitative and quantitative evaluation methods thereof,
- apply information visualization concepts in practical exercises, in combination with data science methods,
- critically evaluate information visualization algorithms, the quality of visual representations, interaction techniques, analytical methods and their interplay,
- apply perceptual and cognitive foundations and state-of-the-art visualization algorithms to information visualization design,
- select information visualization methods suitable for different data types, tasks, and users,
- apply quantitative and qualitative evaluation methods to assess the quality of information visualizations.

Überfachliche Kompetenzen: In this module, students

- learn to analyze complex real-world problems by applying information visualization theory and concepts,
- learn about and analyze the application of information visualization in different domains, such as biology and engineering,
- learn to use information visualization to explain AI methods,
- work and communicate effectively in teams,
- present their analysis results.

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. In particular, students learn to design and critically reflect visualizations so that they are accessible and usable by people with different backgrounds, abilities, and perspectives. This includes being mindful of biases in data collection and representation, avoiding stereotypes and cultural insensitivities, and using inclusive visual elements. The course also discusses the potential of visualization to facilitate discovery and mitigation of bias in data science applications. Furthermore, ethical aspects of visualization evaluation are discussed.

Inhalt:

- Fundamentals of data, visualization design, and interaction design
- fundamentals of human visual perception and cognition
- Design methodology, taxonomies, and models
- Qualitative and quantitative evaluation methods

- Explainable AI
- Various application areas, like biology, and other disciplines of natural, social, and economic sciences
- Applying different methods for data preprocessing and visual inspection
- Implementation of a simple interactive information visualization tool
- Presenting visual data analysis results.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Information Visualization

Introduction to Geometry

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students can

- solve basic intersection and transformation problems in the plane and space.
- explain how projective geometry is used for rendering (projections) and image processing.
- explain and apply the most important differential operations in space.
- calculate and discuss curvature and frames of curves and surfaces in the plane and space.
- use quaternions for Euclidean transformation in space and for spherical interpolation.
- understand how to treat different surfaces according to their topology.

Inhalt:

- Elementary Geometry (Euclidean and affine Geometry, linear / affine / convex combinations, transformations and invariants)
- Projective Geometry (homogeneous coordinates, projective transformations, central projection, quadrics)
- Vector Analysis (multivariable calculus, divergence, gradient, rotation, theorems of Stokes and Gauss)
- Differential Geometry (theory of curves and frames, geometry on surfaces)
- Geometric Algebra (quaternions, slerp, line geometry)
- Basic topology (open sets, connectedness, boundaries, metric spaces)
- Geometric topology (Euler characteristic, simplicial complexes, manifolds, Betti-numbers, fundamental groups and domains)

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Introduction to Geometry

Machine Learning for Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successfully completing the module, students will be able to

- understand the principles of machine learning and deep learning,
- select appropriate machine learning methods for a specific computer vision task,
- apply suitable technologies, programming frameworks, and standards to solve the task.

Überfachliche Kompetenzen:

- Time management and teamwork.
- The technical foundation conveyed in this module empowers students to make informed judgments about the broader implications of machine learning technologies. It will also enable students to assess both the societal benefits and the potential for intentional misuse or unintended harm.

Inhalt:

- Linear models with fixed basis functions and their kernel extensions, which serve as a bridge to non-parametric models (such as the Support Vector Machine or the Gaussian Process).
- Basic optimization techniques (constrained quadratic optimization, gradient descent, Newton method, backpropagation)
- Latent variable models
- Deep neural network architectures in visual computing.
- Theoretical concepts (curse of dimensionality, the bias–variance tradeoff, and theoretical bounds on the generalization error, regularization in neural networks).

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Machine Learning for Visual Computing

Media and Brain

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After completion of the module, students are able to

- recite the relevant aspects of information theory, media theory, concept theory and related fields.
- describe the relevant mathematical tools from algebra and analysis as well as logistics and are able to perform their application in practical tasks.
- explain the basics of signal processing, in particular integral transformations and machine learning with kernel-based methods and can discuss how they relate to neural processes and AI models.
- recite both the underlying theory and the application context of the above-listed methods as well as their neural equivalents in (artificial) neural networks.

Überfachliche Kompetenzen: The skills relevant to the module include time management, structured working techniques, teamwork, academic writing and presentation skills. All skills are practiced in the courses of the module. Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content.

Inhalt: Using artificial consciousness as the basic theme of the module, we explore various aspects of the human brain and of technical media processing methods that mimic the functions of the brain. Topics vary each year and include the following areas:

- Foundations: Information theory, media theory, mathematical tools, logistics
- Advanced features: Symmetry, self-similarity, etc.
- Advanced machine learning: neural networks, limits of learning, etc.
- Application of theoretical knowledge in group tasks on real-life aspects of human behavior and consciousness.

Erwartete Vorkenntnisse: Basic understanding of pattern recognition and its most important methods.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Media and Brain

Medical Image Processing and Machine Learning

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successfully completing the module, students are able to identify, explain, and differentiate the most important theories, principles, concepts, and methodologies in the fields of medical image processing and machine learning. Their knowledge and understanding align with the latest advancements in the domain, encompassing cutting-edge techniques and applications in medical image analysis, disease detection, and prediction. In particular, they are able to:

- describe key concepts in Medical Image Processing and Machine Learning.
- name techniques for image segmentation, feature extraction, and enhancement.
- apply machine learning algorithms to medical image data.
- apply deep learning methods for disease detection and prediction in imaging.
- discuss challenges in processing and analyzing complex medical imaging data.
- integrate image processing techniques with machine learning for diagnostic support.
- solve problems in clinical and research image processing contexts.
- evaluate the effectiveness of machine learning models in medical imaging tasks.
- understand the role of AI in automating and improving medical image analysis.

Überfachliche Kompetenzen: They will also be able to

- work in interdisciplinary teams and collaborate with experts in medical imaging.
- address ethical concerns related to AI and medical data privacy.

Inhalt:

- Fundamental and advanced concepts in medical image processing and machine learning.
- Deep learning, image segmentation, and diagnostic imaging.
- Computational techniques for medical image preprocessing and feature extraction.
- Application of machine learning models to medical image analysis.
- Real-world applications in radiology, pathology, and AI-driven diagnostics.
- Design and implementation of machine learning models for medical imaging tasks.
- Evaluation of machine learning models for accuracy, reliability, and clinical relevance.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Basic programming skills (e.g., Python, MATLAB, or similar).
- Fundamentals of image processing and analysis techniques.
- Introductory knowledge of medical imaging modalities (e.g., MRI, CT).
- Basic experience with machine learning algorithms and AI concepts.

There prerequisites are partly taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Medical Image Processing and Machine Learning

Medical Visualization and Visual Analytics

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successfully completing the module, students are able to identify, explain, and differentiate the most important theories, principles, concepts, and methodologies in the fields of Medical Visualization and Visual Analytics. Their knowledge and understanding align with the latest advancements in the domain, encompassing cutting-edge techniques and applications in medical data analysis and visualization. In particular, students are able:

- describe key concepts in Medical Visualization and Visual Analytics.
- list visualization techniques for medical imaging, genomics, and public health data.
- perform basic tasks in data modeling, abstraction, and computational visualization methods.
- apply AI and machine learning in medical data analysis and visualization.
- discuss challenges in neuroinformatics, bioinformatics, and epidemiological visualization.
- integrate technical expertise with biomedical domain knowledge for innovative solutions.
- solve problems in clinical and research data visualization contexts.
- evaluate visualization methods for effectiveness in diverse biomedical applications.
- understand the importance of human-in-the-loop approaches for interactive visual analytics.

Überfachliche Kompetenzen: Students will work in interdisciplinary teams and collaborate with clinical and biological domain experts.

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes as fairness and bias in AI-driven diagnostics, representation in population health data, and inclusive design of visualization tools for diverse user groups.

Inhalt:

- Fundamental and advanced concepts in medical visualization and analytics.
- Neuroinformatics, bioinformatics, and public health visualization.

- Computational techniques for medical data preprocessing and rendering.
- AI and machine learning in medical data analysis.
- Real-world applications in healthcare, genomics, and brain imaging.
- Design and implementation visualization solutions for complex medical datasets.
- Evaluation of visualization techniques for accuracy, efficiency, and biomedical relevance.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Fundamentals of data visualization and analysis.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Visualisierung*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Medical Visualization and Visual Analytics

Mixed Reality Lab

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Students understand the concepts and functionality of the technologies present in the MRLab, including 3D visualization using LED walls, virtual video production, autostereoscopic displays, many-channel audio, tracking, and DMX light control. Additionally, the students are able to create software projects using these technologies.

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- understand the underlying technology, principles, and software stack for using LED walls for immersive 3D visualization and virtual production. This includes knowledge of the functionality of a marker-based tracking system, 3D stereo rendering for LED walls using Unreal Engine, and filming with a hardware-synchronized camera and interactive background, rendered on an LED wall in real time.
- use autostereoscopic 3D displays, a spatial audio system using 192 speakers, and interactive 3D light control using DMX protocol.
- identify which technology is the most appropriate for different projects in varying conditions. Additionally, students can decide on a suitable software stack based on the given project requirements.
- implement a working mixed reality project, utilizing technologies in MRLab, based on the presented theoretical knowledge.
- program and deploy an MR project using a popular game engine (e.g., Unreal Engine, Unity).

Überfachliche Kompetenzen: Part of the module is group work on a mixed reality project, in which students gain skills in group cooperation, task assignment, project work, and communication. In the presentation of the project, students improve their presentation skills. Students will also be able to identify issues concerning ethics, gender, accessibility, and diversity related to mixed reality technologies. Additionally, students will be able to discuss and suggest responsible solutions regarding these ethical issues.

Inhalt:

- Introduction to Unreal Engine
- 3D stereo visualization with tracking and interaction
- Virtual production
- Many-channel spatial sound rendering
- Rendering for autostereoscopic display
- DMX spatial light control
- Unreal Engine assignments
- Final project in group

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Mixed Reality Lab

Multimodal Interfaces

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: After successful completion of the module, students are able to:

Fachkompetenzen:

- Create new multimodal interfaces with state-of-the-art sensors and/or actuators with suitable software and hardware control in an application.
- Understand new types of (2D/3D) interaction, including input and output devices for creating multimodal interfaces.
- Apply the methodology to design a user study to assess multimodal interfaces, from the experimental protocol to the statistical analyses of the data.
- Analyze the design, development, and evaluation of multimodal user interfaces.
- Apply the basics of statistics for assessing multimodal interfaces.

Überfachliche Kompetenzen:

- Remember the basic neuroscience knowledge regarding human sensory systems and perception for improving multimodal interfaces.

- Understand the application of various multi-sensory technologies in different application areas and their implications for humans and society (rehabilitation, training, accessibility).
- Analyze Human-Robot interaction systems with diverse sensors.
- Understand ethics concerns and responsibility in complex multimodal interfaces, in particular regarding human factors for designing inclusive MMIs (e.g., gender effects, body morphologies), accessibility of multimodal interfaces to improve interaction for people with visual or locomotor impairment, and potential misuse of sensors (e.g., force feedback, voltage).

Inhalt:

- Human sensory systems (vision, hearing, haptics, smell and taste)
- Multisensory integration, and human perception-cognition-action loop
- Multimedia Hardware: Input & Output devices for stimulating sensory systems in 2d and 3d interactions (displays, tracking, sensors...)
- How to design an experiment to assess multimedia interfaces? (experimental protocol, hypothesis, user study, statistical analyses)
- Human factors in the design of Human-Computer Interfaces, current and future challenges

Erwartete Vorkenntnisse: Students should have knowledge about multimedia content. Knowledge of computer graphics and user interfaces is advantageous for the lectures. Knowledge of Python and Linux command lines are advantageous for the exercise part. These prerequisites are covered in the module *Multimedia*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Multimodal Interfaces

Numerical Computation

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage,

- grundlegenden Konzepte algorithmisch-numerischer Lösungsmethoden zu erklären,
- kommerzieller oder frei verfügbarer numerischer Software für einen effizienten Einsatz überlegt auszuwählen,
- die vom einem Programm gelieferte Lösung auf Angemessenheit zu bewerten.

Überfachliche Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage,

- Fragestellungen von Gender, Ethik und Diversität im Kontext der Inhalte des Moduls zu identifizieren, formulieren und zu diskutieren,
- Vorgehensweisen zur Reduktion von numerischen Fehlern und ihrer Folgen sowie zum sparsamen und energieeffizienten Einsatz von Rechenleistungen anzuwenden.

Inhalt:

- Grundlegende Fehlerbegriffe: Datenfehler, Verfahrens- oder Diskretisierungsfehler, Rundungsfehler;
- Kondition mathematischer Probleme;
- numerische Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme;
- polynomiale Interpolation und Approximation;
- numerische Integration;
- numerische Lösung von Differentialgleichungen;
- Design und Verwendung numerischer Algorithmen bzw. numerischer Software.

Die praktische Umsetzung und Vertiefung des Stoffes der Vorlesung erfolgt in den Übungen durch (realitätsnahe) numerische Übungsbeispiele. Diese beinhalten sowohl theoretische Aufgabenstellungen, etwa was das Design oder die Analyse numerisch stabiler Algorithmen betrifft, als auch die praktische Implementierung und das Testen und Bewerten am Computer. Standardsoftware kommt zum Einsatz (z.B. Python).

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematische Grundkenntnisse und Programmieren mit einer höheren Programmiersprache (z.B. Python)

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: *Algebra und Diskrete Mathematik, Analysis, Einführung in die Programmierung, Grundzüge digitaler Systeme*

Verpflichtende Voraussetzungen: Studieneingangs- und Orientierungsphase.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Numerical Computation

Project in Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 6,0–12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students can

- identify the background knowledge from Visual Computing that is required for a task.
- apply the knowledge to solve the given task.
- justify the solution scientifically.

More concretely, they will

- apply scientific analysis, design and implementation strategies (taking into account the state of the art, critical reflection of the solution)
- select suitable formal and mathematical methods for model building, abstraction, solution finding and evaluation.
- use suitable technologies, software tools and standards to solve the given task.
- thoroughly analyze the results and compare to other solutions proposed in the state of the art.
- document the results in a comprehensive and precise way.
- convincingly present the results in an interdisciplinary environment.

Überfachliche Kompetenzen: Students learn to

- formulate and solve problems independently.
- present problems and solutions.
- appreciate and take into account critical comments on their work.
- judge their own limits and abilities.

The module also fosters individual creativity and innovation potential (curiosity). Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content.

Inhalt: In this module, practical problems from the field of Visual Computing are solved. This gives insights into scientific practice and current research in Visual Computing. To tackle larger problems, two practical projects can be combined. Concretely, the work involves:

- Technical specification of a task from Visual Computing.
- Scientifically sound solution of the given task.
- Scientific documentation and discussion of the results.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The second project (*) is optional. Depending on the magnitude of the task, both certificates can also be awarded for completing a single, larger project.

6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 1

* 6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 2

Rendering

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students can

- name and describe basic and state-of-the-art methods of photorealistic rendering.
- implement offline rendering methods such as ray and path tracing, photon mapping and others
- list potential refinements for these methods

Überfachliche Kompetenzen: Students learn to research literature about rendering algorithms to deepen their knowledge independently. Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes aspects such as the ethical implications of photorealistic image synthesis, the ability of reflectance and lighting models to accurately represent a diversity of real-world materials and appearances, and questions of privacy and copyright in the context of inverse and neural rendering techniques.

Inhalt:

- Rendering theory: Basic optics, rendering equation, filtering
- Rendering algorithms: Ray tracing, path tracing, Metropolis light transport, bi-directional path tracing, (stochastic progressive) photon mapping, path space regularization, vertex connection and merging
- Acceleration techniques: Spatial hierarchies, sampling strategies
- BRDF models: Lambert, Phong, Oren-Nayar, Cook-Torrance, Ashikhmin-Shirley
- Participating media: Scattering, volumetric photon mapping, photon beams
- Higher dimensional effects: Motion blur, depth of field
- Camera models: Pinhole, Perspective, Orthographic
- Post processing: HDR, tone mapping
- Inverse and differentiable rendering
- Neural rendering

Erwartete Vorkenntnisse: Students should have basic knowledge of computer graphics. These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computergraphik*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Rendering

Scene Understanding and Surveillance

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: After successful completion of the module, students are able to analyze and interpret multimodal image sequences, including RGB, thermal, and 3D data, for scene. Additionally, they will be equipped to address ethical and GDPR issues in surveillance, evaluate system performance, and explore emerging techniques such as lensless imaging.

Fachkompetenzen:

- **Understanding Multimodal Image Sequences:** Students will gain the ability to analyze and interpret multimodal image sequences, including RGB, thermal, and 3D data, to understand various sensed scenarios.
- **Application of Sensor Technologies:** Students will learn about different sensor technologies and their applications in image sequence analysis, including the advantages and limitations of using RGB, thermal, and 3D sensors.
- **Proficiency in Motion Detection and Object Tracking:** Students will acquire practical skills in motion detection and object tracking techniques, understanding their use in dynamic scenarios and video data analysis.
- **Competence in Scene Reconstruction:** Students will be able to apply scene reconstruction techniques to create 3D models and representations from image sequences, improving their understanding of spatial relationships in sensed environments.
- **Performance Evaluation:** Students will develop the ability to evaluate the performance of image analysis algorithms, understanding key performance metrics and techniques for assessing system efficiency and accuracy.
- **Event Detection in Videos:** Students will understand the methods and challenges of computer-aided event detection in videos, applying these concepts to practical scenarios.

Überfachliche Kompetenzen: Students gain insights into socio-technical systems by bringing human, social, organizational, and technical elements into the design. In addition, students will:

- Understand the ethical implications of surveillance technologies, including issues related to privacy, transparency, and accountability.
- Be able to critically reflect on the societal impact of video surveillance systems.
- Learn to integrate ethical considerations into the design and evaluation of surveillance systems.
- Gain interdisciplinary perspectives through guest lectures from the social sciences or legal fields.

Inhalt:

- Data acquisition, motion detection, tracking and scene understanding

- Surveillance from social sciences
- Excursion to a surveillance related company
- Exercises from real-world applications
- Presentations and discussions of project outcomes, techniques, and challenges

Erwartete Vorkenntnisse: Knowledge of computer vision and its fundamental methods. These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:
6,0/4,0 VU Scene Understanding and Surveillance

Seminar in Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 3,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: Students are able to

- *find literature in a selected topic:* Students conduct independent literature research using academic databases, journals, conference proceedings, and other sources relevant to Visual Computing. They critically evaluate sources for relevance, credibility, and scientific merit.
- *determine and apply an appropriate categorization for the found literature:* Students analyze the collected literature, identifying key themes, methodologies, and research directions. They develop a structured categorization scheme (taxonomies), grouping related works and highlighting connections and differences among them.
- *describe the covered research:* Students summarize and synthesize the findings from the literature, providing explanations of fundamental concepts, methodologies, and results. They discuss state-of-the-art approaches, challenges, and open research questions. Their descriptions include critical assessments of the strengths and limitations of various studies and their implications for the field of Visual Computing.

Überfachliche Kompetenzen:

- Students can present their findings to a group in a structured and concise way. Students develop and deliver oral presentations that clearly communicate their literature analysis and key insights.
- They demonstrate the ability to handle audience questions thoughtfully and participate in academic discussions.

- Students submit a written report on the content of their presentation, following academic writing standards and proper practices. The report provides a comprehensive overview of the chosen topic, reflecting deep understanding and critical analysis.

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes discussions on ethical implications, representation, and diversity in visual data and algorithmic design. Aspects such as bias in computer vision systems, inclusive design in AR/VR, or ethical concerns in image synthesis can be addressed depending on the chosen topic.

Inhalt: In the seminar, students dive deeper into the literature of one chosen topic in Visual Computing (i.e., Computer Graphics, Computer Vision, Image Processing, Visualization, or Augmented and Virtual Reality) and present their findings in written and oral form.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 SE Seminar in Visual Computing

Similarity Modeling

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Students understand how computational vision and hearing works and are able to implement such algorithms.

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to:

- understand the process of summarizing, classifying and evaluating media in order to solve a specific problem of media comprehension.
- name and explain the similarities and differences between different areas of media understanding. These include audio retrieval, biosignal processing, content-based image retrieval, sound analysis, face recognition, speech recognition, stock price analysis, text analysis and video processing and video surveillance.
- understand the basic theories of digital media, semantic analysis and the representation of terms and concepts.
- experiment with methods for extracting descriptions from media. In particular, they extract color, texture and object information from visual media, rhythms and harmonies from audio information and motion information from videos. They apply complex methods of spectral description of time-dependent media and local neural description of visual media with convolution operators.

- classify media descriptions in such a way that semantic descriptions (so-called categories, i.e. the terms that people use in their communication) can be derived. In addition to gaining an understanding of psychophysical correlations, students deal theoretically and practically with classical learning methods as well as state-of-the-art methods from deep learning.
- program media processing applications in today's common environments based on Python (deep learning frameworks) and Matlab (signal processing for summarizing media).

Überfachliche Kompetenzen: In the module, students improve their skills in structured group work, application and understanding of artificial intelligence methods, abstraction of problems, presentation of complex scientific topics, teamwork and cooperation in course groups, and management of personal schedules and learning objectives. Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content.

Inhalt:

- Signal processing algorithms for the analysis of digital media
- Information theory, media theory, concept theory and logistics.
- Semantic classification
- Training and application using one of the common frameworks for deep learning.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Similarity Modeling

Statistical Pattern Recognition

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- understand the notion of probability, both from a frequentist and Bayesian perspective
- understand and communicate the uncertainty of statistical estimates
- detect and avoid or remove potential sources of confounding in statistical estimates

Überfachliche Kompetenzen: They will also be able to

- work together in a team

- write technical reports, including the presentation and discussion of experimental results

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content.

Inhalt:

- Review of relevant concepts such as probability, statistical independence, correlation, regression, model selection and confounding
- Computation of statistical estimates (e.g., maximum likelihood) and communication of their uncertainty (including confidence intervals, posterior distributions, significance tests and p-values)
- Basic concepts of decision theory
- Frequentist vs. Bayesian approach to statistical inference
- Selected topics such as PCA (and applications), optimal Bayes classification for normally distributed features, and aggregation phenomena (such as Simpson paradox)

Erwartete Vorkenntnisse: Programming skills in a language suitable for numerical and matrix computations such Python/numpy, MATLAB or R.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Statistical Pattern Recognition

Video Analysis

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: This module covers techniques of video analysis and visual human motion analysis including selected applications.

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to:

- Understand key concepts and models of video analysis, describe how they work, and assess their relevance and applicability to a given problem.
- Evaluate selected video analysis techniques under consideration of the state-of-the-art and compare them with reference results from relevant benchmarks.
- Identify methods of human motion analysis that are suitable for a specific target application.

Überfachliche Kompetenzen: This module supports the students' abilities to develop problem-solving strategies, to take responsibility in joint projects, and to improve their time management skills. Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. This includes aspects such as the proper selection of training data and test subjects to avoid bias in machine learning models and user studies.

Inhalt: This module addresses selected problems of video analysis:

- Video acquisition
- Motion estimation and optical flow
- Video object segmentation
- 3D video
- Human motion analysis and action recognition, particularly in view of applications such as autonomous driving and human-robot interaction

Erwartete Vorkenntnisse: Fundamental knowledge of computer vision is highly recommended.

These prerequisites are taught in the module *Grundlagen der Computer Vision*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Video Analysis

Virtual and Augmented Reality

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to:

- understand Tracking and display technologies;
- create 3D interaction in virtual environments;
- create distributed VR/AR systems;
- apply stereo rendering techniques; and
- understand the fundamental concepts of 3D input and output for interacting in virtual environments.

Überfachliche Kompetenzen: Students are able to:

- understand human perception in virtual environments (e.g., spatial understanding, human motion, embodiment, and agency);
- remember medical applications of VR/AR systems;

- analyze training and education applications with VR/AR systems; and
- understand ethical, gender, and diversity considerations in the design of VR/AR systems and 3D interactions, such as gender effects in cybersickness, human factors during immersion in virtual environments, and improving accessibility in VR/AR interfaces.

Inhalt:

- Virtual reality and the related areas, augmented reality and mixed reality;
- Application areas and current areas of research (incl. medical applications);
- 3D graphics hardware;
- VR hardware: input and output devices: tracking and display technologies, interaction devices;
- VR software: 3D graphics toolkits and standards, user interfaces and 3D interaction;
- Psychological aspects (presence, immersion).

Erwartete Vorkenntnisse: Knowledge of Multimedia.

These prerequisites are covered in the module *Multimedia*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Virtual and Augmented Reality

Visualization

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen: After successful completion of the module, students are able to

- describe, adapt, and use advanced theoretical concepts and algorithms for visualization (e.g., scalable visual analytics approaches, advanced large-scale volume rendering and illumination),
- discuss current visualization challenges and solutions (e.g., immersive analytics, generative models for data analysis and visualization),
- program the graphics hardware for parallel data analysis and visualization (e.g., using CUDA or WebGPU),
- critically reflect advanced applications of visualization (e.g., molecular visualization, flood simulation),
- implement a visualization project using state-of-the-art visualization algorithms to interactively analyze large or complex data,

- analyze large or complex data from different domains,
- analyze the application of visualization in different domains, such as molecular biology or disaster protection.

Überfachliche Kompetenzen: In this module, students learn to

- work and communicate effectively in teams,
- present algorithms and their implementation.

Furthermore, students will be able to identify, articulate, and discuss issues concerning ethics, gender, and diversity in the context of the module's content. In particular, the module takes accessible and usable visualization design into consideration, reiterating on the importance of biases in data collection and representation, avoiding stereotypes and cultural insensitivities, and using inclusive visual elements from basic visualization courses. Furthermore, responsible resource management for visual data analysis is discussed.

Inhalt:

- Survey of current advances in scientific visualization, information visualization, and visual analytics
- (Real-time) visualization pipeline
- Graphics hardware programming for parallel data analysis and visualization
- Web-based visualization
- Data structures for real-time visualization
- Aggregate visualization
- Data tiles
- Progressive visualization
- Visibility management and levels of detail
- Parallel and distributed visualization
- In-situ visualization
- Out-of-core visualization
- Real-time volume illumination
- Immersive analytics
- Generative models for data analysis and visualization
- Visual text analytics
- Spatio-temporal visualization
- Molecular visualization

Erwartete Vorkenntnisse: Basic knowledge of visualization is highly recommended.

This knowledge can be obtained in the modules *Grundlagen der Visualisierung* or *Information Visualization*.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:
6,0/4,0 VU Visualization

B Übergangsbestimmungen

1. Sofern nicht anders angegeben, wird im Folgenden unter Studium das *Masterstudium Visual Computing (Studienkennzahl UE 066 932)* verstanden. Der Begriff neuer Studienplan bezeichnet diesen ab 1.10.2025 für dieses Studium an der Technischen Universität Wien gültigen Studienplan und alter Studienplan den bis dahin gültigen. Entsprechend sind unter neuen bzw. alten Lehrveranstaltungen solche des neuen bzw. alten Studienplans zu verstehen (alt inkludiert auch frühere Studienpläne). Mit Studienrechtlichem Organ ist das für das Masterstudium Visual Computing zuständige Studienrechtliche Organ an der Technischen Universität Wien gemeint.
2. Die Übergangsbestimmungen gelten für Studierende, die den Studienabschluss gemäß neuem Studienplan an der Technischen Universität Wien einreichen und die vor dem 1.7.2025 zum Masterstudium Visual Computing an der Technischen Universität Wien zugelassen waren. Das Ausmaß der Nutzung der Übergangsbestimmungen ist diesen Studierenden freigestellt.
3. Auf Antrag der_des Studierenden kann das Studienrechtliche Organ die Übergangsbestimmungen individuell modifizieren oder auf nicht von Absatz 2 erfasste Studierende ausdehnen.
4. Zeugnisse über Lehrveranstaltungen, die inhaltlich äquivalent sind, können nicht gleichzeitig für den Studienabschluss eingereicht werden. Im Zweifelsfall entscheidet das Studienrechtliche Organ über die Äquivalenz.
5. Zeugnisse über alte Lehrveranstaltungen können, sofern im Folgenden nicht anders bestimmt, jedenfalls für den Studienabschluss verwendet werden, wenn die Lehrveranstaltung von der_dem Studierenden mit Stoffsemester Sommersemester 2025 oder früher absolviert wurde.
6. Überschüssige ECTS-Punkte aus den Pflichtmodulen können als Ersatz für zu erbringende Leistungen in Wahlmodulen sowie als Freie Wahlfächer und/oder Transferable Skills verwendet werden. Überschüssige ECTS-Punkte aus den Wahlmodulen können als Ersatz für zu erbringende Leistungen in den Freien Wahlfächern und/oder Transferable Skills verwendet werden.
7. Im Folgenden wird jede Lehrveranstaltung (*alt* oder *neu*) durch ihren Umfang in ECTS-Punkten (erste Zahl) und Semesterstunden (zweite Zahl), ihren Typ und ihren Titel beschrieben. Es zählt der ECTS-Umfang der tatsächlich absolvierten Lehrveranstaltung.

Die Lehrveranstaltungen auf der linken Seite der nachfolgenden Tabelle bezeichnen die alten Lehrveranstaltungen. Auf der rechten Seite sind die Lehrveranstaltungen angegeben, für welche die alten Lehrveranstaltungen jeweils verwendet werden können. Lehrveranstaltungen, die unter demselben Punkt in den Äquivalenzlisten angeführt sind, gelten als äquivalent.

Alt	Neu
4,5/3,0 VU Real-Time Rendering	6,0/4,0 VU Computer Graphics
4,5/3,0 VU Visualization 2	6,0/4,0 VU Visualization
3,0/2,0 SE Seminar in Computer Graphics und/oder 3,0/2,0 SE Seminar in Computer Vision	3,0/2,0 SE Seminar in Visual Computing
2,0/2,0 VO Virtual and Augmented Reality 4,0/3,0 UE Virtual and Augmented Reality	6,0/4,0 VU Virtual and Augmented Reality
4,5/3,0 VU Computer Vision	6,0/4,0 VU Computer Vision
4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing	6,0/4,0 VU Machine Learning for Visual Computing
3,0/2,0 VU Computer Animation	6,0/4,0 VU Computer Animation and Simulation
3,0/2,0 VU Physically Based Rendering	6,0/4,0 VU Rendering
3,0/2,0 VU Modeling in Computer Graphics	6,0/4,0 VU Geometry Processing
3,0/2,0 VO Information Visualization und/oder 1,5/1,0 UE Information Visualization	6,0/4,0 VU Information Visualization
3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 1 und/oder 3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 2	6,0/4,0 VU Medical Visualization and Visual Analytics
3,0/2,0 VU Graph Drawing Algorithms	6,0/4,0 VU Graph Drawing Algorithms
3,0/2,0 VO Multimedia Interfaces und/oder 1,5/1,0 LU Multimedia Interfaces	6,0/4,0 VU Multimodal Interfaces
3,0/2,0 VO 3D Vision und/oder 3,0/2,0 UE 3D Vision	6,0/4,0 VU 3D Vision
3,0/2,0 VO Scene Understanding and Surveillance und/oder 3,0/2,0 UE Scene Understanding and Surveillance	6,0/4,0 VU Scene Understanding and Surveillance
1,5/1,0 VO Computer Vision Systems Programming und/oder 4,5/3,0 UE Computer Vision Systems Programming	6,0/4,0 VU Computer Vision Systems Programming

... Fortsetzung

Alt	Neu
3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing	6,0/4,0 VU Deep Learning for Visual Computing
3,0/2,0 VO Statistical Pattern Recognition und/oder 3,0/2,0 UE Statistical Pattern Recognition	6,0/4,0 VU Statistical Pattern Recognition
3,0/2,0 VO Medical Image Processing und/oder 3,0/2,0 UE Medical Image Processing	6,0/4,0 VU Medical Image Processing and Machine Learning
1,5/1,0 VO Video Analysis und/oder 1,5/1,0 UE Video Analysis	6,0/4,0 VU Video Analysis
3,0/2,0 VU Similarity Modeling 1 und/oder 3,0/2,0 VU Similarity Modeling 2	6,0/4,0 VU Similarity Modeling
3,0/2,0 VU Media and Brain 1 und/oder 3,0/2,0 VU Media and Brain 2	6,0/4,0 VU Media and Brain
3,0/2,0 VU Computer Numerics	6,0/4,0 VU Numerical Computation
3,0/2,0 VU Algorithmic Geometry und/oder 1,5/1,0 UE Algorithmic Geometry	6,0/4,0 VU Algorithmic Geometry
4,5/3,0 VU Algorithmic Geometry	6,0/4,0 VU Algorithmic Geometry
3,0/2,0 VU Geometry for Computer Science 3,0/2,0 VU Discrete Mathematics for Computer Science	6,0/4,0 VU Introduction to Geometry
3,0/2,0 VU Geometry for Computer Science	6,0/4,0 VU Introduction to Geometry

8. Für den Studienabschluss ist entweder das Modul *Virtual and Augmented Reality* oder das Modul *Introduction to Geometry* zu absolvieren.

9. Die folgende Tabelle ordnet alte Lehrveranstaltungen ohne Entsprechung im neuen Studienplan einem der neuen Module zu.

Alt	Neu
3,0/2,0 VU Algorithms for Real-Time Rendering	Advanced Topics in Computer Graphics
3,0/2,0 VU Real-Time Visualization	Advanced Topics in Visualization
3,0/2,0 PR Virtual and Augmented Reality: Advanced Topics	Advanced Topics in Virtual Reality

... Fortsetzung

Alt	Neu
3,0/2,0 VU Virtual and Augmented Reality: Devices and Techniques	Advanced Topics in Virtual Reality
3,0/2,0 VU Applied Deep Learning	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 EX Computer Vision in Industry	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VO Computer Vision for Cultural Heritage Preservation	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VU Document Analysis	Advanced Topics in Computer Vision
4,5/3,0 VU Mobile Robotics	Advanced Topics in Computer Vision
6,0/4,0 VU Machine Vision and Cognitive Robotics	Advanced Topics in Computer Vision
1,5/1,0 VO Visual Analysis of Human Motion	Advanced Topics in Computer Vision
1,5/1,0 UE Visual Analysis of Human Motion	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VU Stereo Vision	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 SE Seminar on Image and Video Analysis and Synthesis	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VU Visual Perception for Autonomous Navigation/Cars/Robots	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VU Modelling of the Human Locomotor System	Advanced Topics in Computer Vision
3,0/2,0 VU Mathematical Methods of Visual Computing	Advanced Topics in Computer Graphics
3,0/2,0 VO Color	Advanced Topics in Computer Graphics

C Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen

Es gelten jedenfalls die in den Beschreibungen der Module in Anhang A definierten verpflichtenden Voraussetzungen.

D Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen der Pflichtmodule in folgender Reihenfolge zu absolvieren. Die mit Stern markierten Lehrveranstaltungen werden für das zweite oder dritte Semester empfohlen. Das dritte Semester ist als Mobilitätssemester empfohlen.

1. Semester (WS)

6,0 VU Computer Graphics
6,0 VU Computer Vision
6,0 VU Machine Learning for Visual Computing
6,0 VU Visualization

2. Semester (SS)

6,0 VU Virtual and Augmented Reality
* 3,0 SE Seminar in Visual Computing
* 6,0 PR Project in Visual Computing 1

3. Semester (WS)

* 3,0 SE Seminar in Visual Computing
* 6,0 PR Project in Visual Computing 1

E Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen

Die mit einem Stern markierten Module sind Wahl-, die übrigen Pflichtmodule.

Prüfungsfach „Computer Graphics“

Modul „Computer Graphics“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Computer Graphics

***Modul „Algorithmic Geometry“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Algorithmic Geometry

***Modul „Computer Animation and Simulation“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Computer Animation and Simulation

***Modul „Geometry Processing“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Geometry Processing

***Modul „Introduction to Geometry“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Introduction to Geometry

***Modul „Rendering“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Rendering

***Modul „Advanced Topics In Computer Graphics“ (min. 3,0 ECTS)**

Prüfungsfach „Computer Vision“

Modul „Computer Vision“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Computer Vision

***Modul „3D Vision“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU 3D Vision

***Modul „Computer Vision Systems Programming“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Computer Vision Systems Programming

***Modul „Medical Image Processing and Machine Learning“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Medical Image Processing and Machine Learning

***Modul „Scene Understanding and Surveillance“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Scene Understanding and Surveillance

***Modul „Video Analysis“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Video Analysis

***Modul „Advanced Topics In Computer Vision“ (min. 3,0 ECTS)**

Prüfungsfach „Visualization“

Modul „Visualization“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Visualization

***Modul „Information Visualization“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Information Visualization

***Modul „Medical Visualization and Visual Analytics“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Medical Visualization and Visual Analytics

***Modul „Graph Drawing Algorithms“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Graph Drawing Algorithms

***Modul „Advanced Topics In Visualization“ (min. 3,0 ECTS)**

Prüfungsfach „Virtual and Augmented Reality“

Modul „Virtual and Augmented Reality“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Virtual and Augmented Reality

***Modul „Mixed Reality Lab“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Mixed Reality Lab

***Modul „Multimodal Interfaces“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Multimodal Interfaces

***Modul „Advanced Topics in Virtual Reality“ (min. 3,0 ECTS)**

Prüfungsfach „Machine Learning for Visual Computing“

Modul „Machine Learning for Visual Computing“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Machine Learning for Visual Computing

***Modul „Deep Learning for Visual Computing“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Deep Learning for Visual Computing

***Modul „Media and Brain“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Media and Brain

***Modul „Similarity Modeling“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Similarity Modeling

***Modul „Statistical Pattern Recognition“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Statistical Pattern Recognition

Prüfungsfach „Methods in Visual Computing“

Modul „Seminar in Visual Computing“ (3,0 ECTS)

3,0/2,0 SE Seminar in Visual Computing

Modul „Project in Visual Computing“ (6,0–12,0 ECTS)

6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 1

6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 2

***Modul „Numerical Computation“ (6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Numerical Computation

Prüfungsfach „Extension“

***Modul „Extension“ (up to 12,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO AKGEO Computer Aided Geometric Design

1,5/1,0 UE AKGEO Computer Aided Geometric Design

6,0/4,0 VU Algorithmics

6,0/4,0 VU Heuristic Optimization Techniques

6,0/4,0 VU GPU Computing And Architectures

6,0/4,0 VU Mobile Robotics

6,0/4,0 VU Generative AI

6,0/4,0 VU Responsible Digital Ethics

6,0/4,0 VU Advanced Software Engineering

6,0/4,0 VU Efficient Programs

Prüfungsfach „Free Electives and Transferable Skills“

Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diploma Thesis“

1,5/1,0 SE Seminar für Diplomand_innen

27,0 ECTS Diplomarbeit

1,5 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung

F Wahlfachkatalog „Transferable Skills“

Die Lehrveranstaltungen, die im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* aus dem Themenbereich „Transferable Skills“ zu wählen sind, können unter anderem aus dem folgenden Katalog gewählt werden.

- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 1
- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 2
- 3,0/2,0 SE Didaktik in der Informatik
- 1,5/1,0 VO EDV-Vertragsrecht
- 3,0/2,0 VO Einführung in die Wissenschaftstheorie I
- 3,0/2,0 VO Einführung in Technik und Gesellschaft
- 3,0/2,0 SE Folgenabschätzung von Informationstechnologien
- 3,0/2,0 VU Forschungsmethoden
- 3,0/2,0 VO Frauen in Naturwissenschaft und Technik
- 3,0/2,0 SE Gruppendynamik
- 3,0/2,0 VU Kommunikation und Moderation
- 3,0/2,0 SE Kommunikation und Rhetorik
- 1,5/1,0 SE Kommunikationstechnik
- 3,0/2,0 VU Kooperatives Arbeiten
- 3,0/2,0 VU Präsentation und Moderation
- 1,5/1,0 VO Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 UE Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 VU Präsentations- und Verhandlungstechnik
- 4,0/4,0 SE Privatissimum aus Fachdidaktik Informatik
- 3,0/2,0 VU Rhetorik, Körpersprache, Argumentationstraining
- 3,0/2,0 VU Softskills für TechnikerInnen
- 3,0/2,0 VU Techniksoziologie und Technikpsychologie
- 3,0/2,0 VO Theorie und Praxis der Gruppenarbeit
- 3,0/2,0 VO Zwischen Karriere und Barriere

G Erweiterungstudium Innovation

Studierende, die ihre im Masterstudium erworbenen Kompetenzen für die Gründung eines Startups bzw. im Management eines Unternehmens oder für Projektarbeit im universitären Umfeld anwenden wollen, können die für diese Tätigkeiten notwendigen zusätzlichen Kompetenzen im Rahmen des Erweiterungstudiums *Innovation* erwerben, welches begleitend zum Masterstudium absolviert werden kann.

Der (zusätzliche) Arbeitsaufwand für das englischsprachige Erweiterungstudium *Innovation* beträgt 30 ECTS-Punkte (dies entspricht einem Semester). Der Abschluss des Erweiterungstudiums *Innovation* kann auch noch nach Abschluss des Masterstudiums erfolgen.