



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
mit Wirksamkeit 21. Juni 2021

Gültig ab 1. Oktober 2021

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	10
7. Prüfungsordnung	10
8. Studierbarkeit und Mobilität	11
9. Diplomarbeit	12
10. Akademischer Grad	12
11. Qualitätsmanagement	12
12. Inkrafttreten	14
13. Übergangsbestimmungen	14
A. Modulbeschreibungen	15
B. Lehrveranstaltungstypen	38
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	39
D. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	40
E. Wahlfachkatalog „Transferable Skills“	44
F. Erweiterungsstudium Innovation	45

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 dieses Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß Abschnitt 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, Computergraphik, Visualisierung und Mensch-Maschine-Interaktion entstanden, teilweise wurde dies durch den Bedarf von neuen Bereichen wie Augmented und Virtual Reality und maschinelles Lernen an diesen Technologien bedingt. Das Masterstudium Visual Computing vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, 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- und Modellierungsmethoden 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 Print Medien)
- 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)

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

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

Fachliche und methodische Kompetenzen

- Bilderfassung
- Bildanalyse (Bildverarbeitung, Mustererkennung)
- Bildsynthese (Interaktive Computergraphik, geometrische Modellierung)
- Wissenschaftliche Visualisierung und Informationsvisualisierung
- Visual Analytics und Visual Data Science
- Mensch-Maschine Interaktion
- Augmented/Mixed/Virtual Reality
- Relevante Fächer wie Signalverarbeitung, maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz, kognitive Wissenschaften, paralleles und verteiltes Rechnen
- Planung und Auswertung von Experimenten
- Vertiefende Methoden aus Mathematik, Informatik und Physik

Kognitive und praktische 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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen

- 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 sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte.

4. Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Visual Computing* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Ein Studium kommt fachlich in Frage, wenn es Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen inhaltlich und qualitativ äquivalent zu folgenden Modulen des Bachelorstudiums Medieninformatik und Visual Computing vermittelt:

Algebra und Diskrete Mathematik
Algorithmen und Datenstrukturen
Analysis
Einführung in die Programmierung
Software Engineering und Projektmanagement

Fachlich in Frage kommen jedenfalls die Bachelor-, Master- und Diplomstudien der Informatik, Wirtschaftsinformatik, Mathematik, Elektrotechnik, Geoinformation und Physik an österreichischen Universitäten, sofern die oben aufgezählten Grundvoraussetzungen entweder schon im Rahmen ergänzender Wahllehrveranstaltungen innerhalb dieser Studien erworben wurden oder aber im Rahmen von Zulassungsaufgaben nach der Zulassung zum Masterstudium *Visual Computing* absolviert werden.

Darüber hinaus sind die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen äquivalent zu folgenden Modulen des Bachelorstudiums Medieninformatik und Visual Computing nachzuweisen:

Computergraphik
Einführung in Visual Computing
Übungen zu Visual Computing

Wenn diese ganz oder teilweise fehlen, können sie durch Absolvierung von zusätzlichen Lehrveranstaltungen erworben werden, die als Zulassungsaufgaben vorgeschrieben werden.

Alle Auflagen, die insgesamt das Ausmaß von 30 ECTS nicht überschreiten dürfen, sind vor Beendigung des Masterstudiums zu erfüllen und können im Ausmaß von maximal 4,5 ECTS im Modul *Free Electives and Transferable Skills* als freie Wahlfächer, jedoch nicht als Transferable Skills verwendet werden.

Personen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die Kenntnis der englischen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Englischkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

In einzelnen Wahllehrveranstaltungen kann der Vortrag in deutscher Sprache stattfinden bzw. können die Unterlagen in deutscher Sprache vorliegen. Daher werden Deutschkenntnisse auf Referenzniveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen, oder es wird angeraten, diese im Verlauf des Studiums zu erwerben.

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 *Vertiefungs-*, die anderen *Pflichtmodule*. Die Pflichtmodule sind in jedem Fall zu absolvieren. Aus der Liste der Vertiefungsmodule sind mindestens zwei zu wählen. Insgesamt sind in den Vertiefungsmodulen Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 33 ECTS zu absolvieren, in jedem gewählten Vertiefungsmodul Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 6 ECTS. Werden in den Vertiefungsmodulen insgesamt mehr als 33 ECTS

absolviert, können im Modul *Free Electives and 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

Interactive Computer Graphics (12,0 ECTS)

*Advanced Computer Graphics (mind. 6,0 ECTS)

*Advanced Visualization (mind. 6,0 ECTS)

*Virtual Reality and Augmented Reality (mind. 6,0 ECTS)

Computer Vision

Computer Vision (12,0 ECTS)

*Advanced Computer Vision (mind. 6,0 ECTS)

*AI for Visual Computing (mind. 6,0 ECTS)

*Applications of Computer Vision (mind. 6,0 ECTS)

*Image and Video Analysis & Synthesis (mind. 6,0 ECTS)

Methods of Visual Computing

Project in Visual Computing (12,0 ECTS)

Mathematics for Visual Computing (12,0 ECTS)

*Media Understanding (mind. 6,0 ECTS)

*Methods of Visual Computing (mind. 6,0 ECTS)

Free Electives and Transferable Skills

Free Electives and 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.

Advanced Computer Graphics (mind. 6,0 ECTS) This module deepens knowledge in selected areas of computer graphics. Core topics are computer animation, physically based rendering, computer-aided geometric design, algorithms of real-time rendering, design of rendering engines, fractals, geometric modeling and geometry processing.

Advanced Computer Vision (mind. 6,0 ECTS) This module deepens the content acquired in the compulsory courses Computer Vision. In-depth concepts of 2D and 3D image processing, video analysis, object recognition in visual data as well as programming environments for computer vision are the core content of this module, which aims at a deeper understanding of the basic concepts of computer vision.

Advanced Visualization (mind. 6,0 ECTS) Detailed knowledge on selected sub-areas of scientific visualization, information visualization, visual analysis, and visual data science will be taught and practically explored. Emphasis is placed on applying and implementing theoretical knowledge of visualization in specific applications (e.g., visualization of medical data). The students are introduced to the independent handling and processing of current research results in the field of visualization.

AI for Visual Computing (mind. 6,0 ECTS) This module deepens the methodological knowledge for solving complex problems in the field of Machine Learning (ML) for Visual Computing. Students should already have the basic knowledge from the introductory course; after completing this module, they will have additional knowledge in various application areas of AI and in Deep Learning. AI refers to intelligent systems that can independently perform tasks that were originally restricted to humans (such as decision-making and creation) and is based on two complementary approaches: Traditional AI (modeling existing knowledge and reasoning mechanisms in an efficient way) and ML (systems that gain knowledge on their own, either with training examples or instantly, with the use of reinforcement learning for example). The module is focused on both AI and ML where statistical learning and data analysis as well as Deep Learning (DL) and their applications to real world problems are discussed. Students get familiar with advanced methodological tools to solve the challenge of real-world problems in visual computing with effective methods. This is based on a deeper understanding of the current state of the art, which also enables them to apply new methods.

Applications of Computer Vision (mind. 6,0 ECTS) This module provides detailed knowledge in the areas of computer vision, 2D and 3D image processing, industrial image processing, video analysis and with special consideration of problems arising in practice. Particular emphasis is placed on the implementation of theoretical knowledge in specific applications (such as industry, cultural heritage, robotics or document analysis).

Computer Vision (12,0 ECTS) The module covers the methodology for solving problems in computer vision. Students should get to know and apply the basic methodological concepts and the fundamental knowledge about the subject areas and learn to apply them. They should understand the cross-relationships between the objects of a scene, the sensor and the input data, as well as be able to extract the required information and use it in a wide range of applications. After completing this module, students will have a more comprehensive knowledge of computer vision and advanced, methodological knowledge to be able to deal with the challenges using the most effective methods of the respective the most effective methods of the current state of the art.

Free Electives and Transferable Skills (9,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses

Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Image and Video Analysis & Synthesis (mind. 6,0 ECTS) This module allows students to become familiar with state-of-the-art image and video analysis techniques for application in various areas of media informatics and visual computing. This includes a discussion of selected image analysis and synthesis methods, as well as the interaction between them. Additionally, there is the possibility to set topical foci – for example, a focus on the analysis and visualization of human motion or on assisted/autonomous driving and robotics.

Interactive Computer Graphics (12,0 ECTS) The module covers the methodology for solving problems in computer graphics, with a focus on interactive methods: real-time rendering, visualization and visual analysis.

Mathematics for Visual Computing (12,0 ECTS) This module deepens the methodological knowledge for solving complex mathematical problems relevant in Visual Computing, in particular computer numerics, geometry, and discrete methods. Students should already have basic knowledge of linear algebra and calculus.

Media Understanding (mind. 6,0 ECTS) In the module Media Understanding students learn teaching computers how to see and hear. They analyze media streams and develop algorithms for the summarization of media data and for the classification of these summaries. Furthermore, they learn which advanced artificial intelligence and information retrieval methods are particularly suited for solving complex problems of media understanding and how they can be employed practically. In the exercise part students employ their theoretical knowledge in order to solve selected problems of audio, image and video understanding by modelling, programming and iterative refinement. Eventually, they reflect the lessons learned in groups in a media understanding seminar.

Methods of Visual Computing (mind. 6,0 ECTS) This module comprises a selection of topics from Mathematics and Computer Science that serve as basis for Visual Computing techniques covered in other advanced courses.

Project in Visual Computing (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, the two practical projects can be combined.

Virtual Reality and Augmented Reality (mind. 6,0 ECTS) This module provides an introduction to Virtual and Augmented Reality (VR/AR). Students learn the basics about VR/AR hardware and software, input and output technologies and devices, user-specific aspects, usability and psychological aspects. Knowledge in all these areas is needed when designing VR/AR applications. An overview of current areas of research is given as well.

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 (Abschnitt 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.

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,
3. die Erstellung eines Posters über die Diplomarbeit, das der Technischen Universität Wien zur nicht ausschließlichen Verwendung zur Verfügung zu stellen ist, und
4. die positive Absolvierung des Seminars für Diplomand_innen sowie der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 12 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 § 18 (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 basierend auf den in (a) angeführten Noten gemäß UG § 73 (3) in der Fassung vom 26. Juni 2017 sowie die Gesamtnote.

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. Die Gesamtnote ergibt sich analog den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der kommissionellen Abschlussprüfung.

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.

Zusätzlich können zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen und § 16 (6) des *Studienrechtlichen Teils der Satzung der Technischen Universität Wien* hier nicht anwendbar ist.

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.

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 C zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität 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.

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet; außerdem wird dort die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Leiter_innen von Lehrveranstaltungen sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

9. Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine 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, aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten und einem „Seminar für Diplomand_innen“ 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 des Plan-Do-Check-Act Modells 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

Für die verschiedenen Typen von Lehrveranstaltungen (siehe Anhang B) dienen 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.

Lehrveranstaltungen mit ressourcenbedingten Teilnahmebeschränkungen sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet; weiters sind dort die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, mehr Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu einer Lehrveranstaltung zuzulassen als nach Teilnahmebeschränkungen oder Gruppengrößen vorgesehen, sofern dadurch die Qualität der Lehre nicht beeinträchtigt wird.

Kommt es in einer Lehrveranstaltung ohne explizit geregelte Platzvergabe zu einem unvorhergesehenen Andrang, kann die Lehrveranstaltungsleitung in Absprache mit dem

studienrechtlichen Organ Teilnahmebeschränkungen vornehmen und die Vergabe der Plätze nach folgenden Kriterien (mit absteigender Priorität) 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 ehebaldigst zu informieren.

12. Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2021 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultät für Informatik auf.

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. Semesterstunden sind ein Maß für die Beauftragung der Lehrenden. Bei Vorlesungen entspricht eine Semesterstunde einer Vorlesungseinheit von 45 Minuten je Semesterwoche. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in Anhang B im Detail erläutert.

Advanced Computer Graphics

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- The module provides in-depth knowledge and understanding of important sub-areas of computer graphics.
- Students can name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts and algorithms of computer graphics. Their knowledge and understanding corresponds to the state of the art in computer graphics literature.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge independently.

Inhalt: A selection of:

- Computer animation
- Fractals
- Computer aided geometric design
- Physically based rendering

- Algorithms of real-time rendering
- Design and implementation of rendering engines
- Modeling and geometry processing in computer graphics

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content-related prerequisites for the Master's programme Visual Computing as well as the completion of the module Interactive Computer Graphics are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Interactive Computer Graphics

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (VO, VU)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (UE, VU)

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 ECTS must be selected from:

- 3,0/2,0 VO Fractals
- 3,0/2,0 UE Fractals
- 3,0/2,0 VO Computer Aided Geometric Design
- 1,5/1,0 UE Computer Aided Geometric Design
- 3,0/2,0 VU Computer Animation
- 3,0/2,0 VU Physically Based Rendering
- 3,0/2,0 VU Algorithms for Real-Time Rendering
- 3,0/2,0 VU Design and Implementation of a Rendering Engine
- 3,0/2,0 VU Selected Topics in Computer Graphics
- 3,0/2,0 VU Modeling in Computer Graphics

Advanced Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- The module provides in-depth knowledge and understanding of important sub-areas of computer vision.

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge independently.
- Students can recognise and develop areas of computer vision themselves, formulate solutions to problems and exchange their ideas with others.
- Students learn to assess their own abilities and limitations and acquire the ability to criticise their own and others' work.
- Students learn self-organisation and personal responsibility to solve tasks independently.

Inhalt:

- Advanced concepts of 2D image processing, 3D image processing and video analysis.
- Extraction of spatial data
- Object recognition in visual data (2D, 3D, video)
- Programming environments and analysis tools
- Advanced concepts on selected applications such as medical and industrial applications, use of computer vision on mobile devices

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content-related prerequisites for the Master's programme Visual Computing as well as the completion of the lecture Computer Vision are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen:

- Introduction to Visual Computing (Bakk)

- Computer Vision from Module Computer Vision

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (VO)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (UE)
- Independent search of literature and elaboration of set topics in written and oral form.

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 ECTS must be selected from:

3,0/2,0 VO 3D Vision
 3,0/2,0 UE 3D Vision
 3,0/2,0 VO Scene Understanding and Surveillance
 3,0/2,0 UE Scene Understanding and Surveillance
 1,5/1,0 VO Computer Vision Systems Programming
 4,5/3,0 UE Computer Vision Systems Programming

Advanced Visualization

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- The module conveys in-depth knowledge and understanding of important sub-areas in visualization.
- Students will be able to name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts, and algorithms in selected areas of visualization. Their knowledge and understanding corresponds in these areas to the state of the art in the visualization literature.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Students can collect, process, evaluate, and interpret information relevant for visualization applications.
- Students can determine requirements and boundary conditions in different areas of visualization.
- Students can apply their acquired knowledge in complex visualization problems. They realize solutions and find arguments for them and develop them further.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge on their own.

- Students can formulate visualization-related points of view and solutions, discuss them with computer scientists and domain experts. They can further take on responsibilities in a team.
- Students learn to assess their own abilities and limits. They acquire the ability to criticise their own work and that of others.

Inhalt:

- In-depth concepts of scientific visualization, information visualization, visual analysis, visual data science
- Spatial data in visualization
- Interaction techniques
- Evaluation
- Visualization of very large amounts of data
- Visual analysis and knowledge extraction from data sets; Visual data handling, processing, and analysis
- Realtime visualization
- Aesthetic aspects of visualization
- Illustrative Visualization
- In-depth concepts for selected visualization applications such as medical visualization, use of visualization on mobile devices, visualization in augmented reality applications, visualization in the life sciences

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the prerequisites for the Master studies Visual Computing are expected, as well as the knowledge from the module Interactive Computer Graphics.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's degree are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovation competence, and creativity of a graduate from a relevant Bachelor study are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Class room lecture + oral exam (VO, VU)
- Independent solving of programming examples + hand-ins (UE, VU)
- Independent search for literature and elaboration of assigned topics in written and oral form

Courses of type VU consist of a lecture part and an exercise part. The described contents and concepts are explained in the lecture unit and practically tested and applied in the practical part.

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6,0 ECTS must be selected from:

3,0/2,0 VU Real-Time Visualization
3,0/2,0 VO Information Visualization
1,5/1,0 UE Information Visualization
3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 1
3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 2
3,0/2,0 SE Seminar in Visualization
3,0/2,0 VU Visual Data Science

AI for Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Students are able to name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts and algorithms of AI and ML. Their knowledge and understanding corresponds to the state of the art literature in the field of AI for Visual Computing. This module enables students to gain detailed knowledge in this area.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The aim of this module is to deepen the following practical competences at the level of the state of the art:

- Scientific analysis, design and implementation strategies (incorporation of state of the art, critical evaluation and reflection of solutions)
- Choice of appropriate formal mathematical methods for modelling, abstraction, solution finding and evaluation
- Interdisciplinary and system-oriented approaches and flexible thinking
- Use of technologies, software tools and standards
- Precise written documentation of solutions

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Students practise

- Self-organisation, initiative and personal responsibility
- Increasing individual creativity and innovation potential (curiosity)
- Problem formulation and problem solving skills
- Communication and critical faculties
- Reflection on one's own abilities and limits
- Impact assessment and ethical evaluation

Inhalt: This module deepens the basic knowledge in the subject Machine Learning for Visual Computing and also provides students with selected special knowledge in the following areas:

- Parametric models
- Parameter optimization
- Regression and classification tasks

- Bayesian learning
- Regularization, Model selection
- Feedforward Neural Networks, Backpropagation
- Convolutional Neural Networks for classification, detection, and segmentation
- Generative models for image synthesis
- Software libraries and practical aspects
- Preprocessing, data augmentation, regularization, visualizations
- Clustering methodologies
- Latent variable models, e.g. Gaussian mixture models
- Kernel methods, Support Vector Machine
- Gaussian processes
- Decision Tree Learning, Bayesian Networks
- Ensemble methods, e.g., Random Forest
- Principles of Supervised and Unsupervised Machine Learning including pre-processing and Data Preparation
- Evaluation of Learning Systems
- Ethical aspects of Machine Learning for Visual Computing
- Explainable AI for Visual Computing
- Selected application of Machine Learning for Visual Computing in practice e.g. neuroimaging, medical, music

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen:

- Machine Learning for Visual Computing
- Machine Learning
- Statistics

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (VO) or inverted classroom with written and oral elaboration of selected topics to strengthen the deepening of the imparted skills through own experiences.
- Independent solving of programming examples + hand-ins (UE).
- Independent search for literature and elaboration of set topics in written and oral form.

Lehrveranstaltungen des Moduls: At least 6.0 Ects are to be chosen from:

- 3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing
- 3,0/2,0 VU Applied Deep Learning
- 3,0/2,0 VO Statistical Pattern Recognition
- 3,0/2,0 UE Statistical Pattern Recognition
- 3,0/2,0 VO Medical Image Processing
- 3,0/2,0 UE Medical Image Processing

Applications of Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- The module provides application-oriented knowledge for understanding important sub-areas of computer vision.
- Students are able to name, explain and contrast the most important theories, principles, concepts and algorithms of computer vision. Their knowledge and understanding corresponds to the state of the art literature in the field of computer vision. This module enables students to gain detailed knowledge in application-specific areas of computer vision.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Students are able to interpret and apply their knowledge and understanding in more advanced courses and learn about "real-life scenarios".
- Students can collect, develop, evaluate and interpret information relevant to computer vision.
- Students can practically apply their acquired knowledge in complex computer vision tasks and work out and further develop problem solutions and arguments for computer vision tasks.
- Students understand requirements and constraints in different areas of computer vision

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Students are able to deepen their knowledge independently.
- Students can recognise and develop areas of computer vision themselves, formulate solutions to problems and exchange ideas with others.
- Students learn to assess their own abilities and limitations and acquire the ability to criticise their own and others' work.
- Students learn self-organisation and personal responsibility to solve tasks independently.

Inhalt:

- Application-oriented concepts of computer vision
- Further knowledge in specific application areas.
- How are theoretical concepts implemented in practice?
- What problems are encountered in real applications?
- What are the new application fields of computer vision?
- In-depth concepts on selected applications such as in the industrial sector, use of computer vision on mobile devices.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content-related prerequisites for the Master's programme Visual Computing as well as the completion of the lecture Computer Vision are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen:

- Introduction to Visual Computing (Bakk)
- Computer Vision from Module Computer Vision

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (VO)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (UE,EX)
- Independent search of literature and elaboration of set topics in written and oral form.

Courses of the form VU consist of a lecture part and an exercise part. The contents and concepts are explained in the lecture unit and practically tested and applied in the exercise part. In addition, existing systems in industry can be studied during excursions.

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 ECTS must be selected from:

3,0/2,0 EX Computer Vision in Industry
3,0/2,0 VO Computer Vision for Cultural Heritage Preservation
3,0/2,0 VU Document Analysis
4,5/3,0 VU Mobile Robotics
6,0/4,0 VU Machine Vision and Cognitive Robotics

Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: 12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: This module provides competences in the most important areas of computer vision and related scientific issues. In particular, students will be able to list and explain the essential principles and methods of the following areas:

- Image Formation
- Structure of Images (Texture, Scenes, and Context)
- Local & Multiscale Representations
- Image Analysis
- Scene Analysis
- Machine Learning
- Linear models for regression and classification
- Neural Networks
- Error functions and methods for parameter optimisation
- Model complexity, regularisation, selection
- Kernel methods
- Supervised- and unsupervised learning
- Principal Component Analysis
- Depth Perception
- Single View Reconstruction
- Absolute 3D Reconstruction
- Multiview Geometry
- Applications of computer vision

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students learn the following basic scientific-practical skills:

- Scientific analysis, design and implementation strategies (incorporation of the state of the art, critical evaluation and reflection of solutions).
- Choice of appropriate formal mathematical methods for modelling, abstraction, solution finding and evaluation
- Goal-oriented working methodology
- Use of technologies, software tools and standards
- Precise written documentation and scientific discussion of solutions
- Ability to make convincing technical presentations and communicate in an interdisciplinary environment

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The module encourages

- Self-organisation, initiative and personal responsibility
- Increasing individual creativity and innovation potential (curiosity)

- Problem formulation and problem solving skills
- Communication and critical ability
- Reflection on one's own abilities and limits
- Impact assessment and ethical evaluation
- Strategic thinking and planning

Inhalt:

- Texture, Scenes, and Context
- Local and Multiscale Representations
- Interest Points, Corners,
- Scene Emergent Features
- Scene Recognition, Bag of Words, SIFT
- Clustering, Pyramid Matching, Support Vector Machine
- Deep Learning, CNNs
- Perceptron, Linear Basis Function Models, RBF
- Applications in visual computing,
- Neural Networks architectures and learning methods
- Error functions and methods for parameter optimization (e.g., pseudo-inverse, gradient descent, Newton method)
- Duality, Sparsity, Support Vector Machine
- Unsupervised methods and Self-Organizing Maps (SOM)
- Hebb Learning Rule
- Associative memory

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture + oral examination and independent solving and scientific discussion of subject-related examples and submissions (VU,PR))
- Independent search for literature and elaboration of set topics in written and oral form (SE)

Lehrveranstaltungen des Moduls: The following courses have to be chosen:

4,5/3,0 VU Computer Vision

4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing

3,0/2,0 SE Seminar in Computer Vision

Free Electives and 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.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

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 E) und aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

Image and Video Analysis & Synthesis

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: After successfully completing this module, students are able to

- select and analyze state-of-the-art image and video analysis and synthesis techniques and assess their possible use cases
- plan, carry out and interpret quantitative and qualitative evaluations of results

Kognitive und praktische Kompetenzen: After successfully completing individual courses of this module, students are able to

- independently research literature in the field of image and video analysis and synthesis, draw comparisons and assess the relevance/applicability of an approach in the context of a given problem
- implement and test video analysis algorithms while taking into account the state of the art, utilizing appropriate software tools and performing comparisons to reference results

- clearly describe scientific and technical contents, present them in a way that is appropriate for a given target group and correctly cite scientific literature

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: This module helps develop students' abilities to

- work in a team and take on responsibility in complex projects
- formulate scientific research questions and develop problem-solving strategies

Inhalt:

- Basics of video processing
- Motion detection and optical flow
- Segmentation of objects in videos
- Stereo algorithms
- 3D reconstruction from image and video material
- Novel view synthesis
- Image matting, compositing and inpainting
- 3D video/film
- Video-assisted analysis of human motion
- Video analysis and visualization in sports
- Algorithms for video analysis and synthesis in the fields of assisted/autonomous driving and robotics

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the requirements for the Master programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students are expected to possess the cognitive and practical abilities of a student holding a relevant Bachelor's degree.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Students are expected to possess the social and self-organization skills of a student holding a relevant Bachelor's degree.

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- frontal lecture and a written or oral exam (lecture part)
- solving of programming problems and presentation of solutions (practical part)
- independent literature research and elaboration of results in written and oral form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Courses from this list that amount to at least 6 ECTS have to be selected. Courses marked with an asterisk are mandatory.

* 1,5/1,0 VO Video Analysis

* 1,5/1,0 UE Video Analysis

1,5/1,0 VO Visual Analysis of Human Motion

1,5/1,0 UE Visual Analysis of Human Motion
3,0/2,0 VU Stereo Vision
3,0/2,0 SE Seminar on Image and Video Analysis and Synthesis
3,0/2,0 VU Visual Perception for Autonomous Navigation/Cars/Robots
3,0/2,0 VU Modelling of the Human Locomotor System

Interactive Computer Graphics

Regelarbeitsaufwand: 12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: This module provides competences in the most important areas of interactive computer graphics and related scientific issues. In particular, students will be able to list and explain the essential principles and methods of the following areas:

- Real-time rendering
- Scientific visualization and information visualization
- Visual analytics und visual data science

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students will be capable of

- implementing a method described in a scientific paper.
- zu ausgewählten Inhalten praktische Umsetzungen entwickeln.
- combine different methods in a practical application.

Regarding a given scientific topic in computer graphics, students can

- find literature independently.
- describe the state of the art and cite literature correctly.
- present the state of the art.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The module encourages

- individual creativity and innovation potential
- communication and critical ability

Inhalt:

- Architecture of graphics hardware
- Performance optimization for graphics hardware
- Advanced lighting and shading
- Shading languages
- Graphics programming
- Shadows
- Culling and visibility

- Levels of detail und terrain rendering
- Image-based rendering
- Perceptual aspects of rendering
- Screenspace effects
- Scientific visualization
- Volume visualization
- Flow visualization
- Illustrative visualization
- Information visualization
- Visual analysis and visual data science

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the requirements for the Master's programme Visual Computing are expected, in particular the Bachelor's module Computer Graphics.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected, in particular programming skills in C++ as well as experience with a 3D API like OpenGL.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

- Computer Graphics

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (lecture part)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (practical part)
- Independent search for literature and elaboration of set topics in written and oral form (SE)

Lehrveranstaltungen des Moduls: The following courses have to be chosen:

4,5/3,0 VU Real-Time Rendering

4,5/3,0 VU Visualization 2

3,0/2,0 SE Seminar in Computer Graphics

Mathematics for Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Students are able to

- name and explain advanced concepts of graph theory and algorithms and basic concepts of topology.
- list and describe the basic principles of computer numerics.
- name and describe the concepts of geometry that are relevant for Visual Computing.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students can

- solve mathematical assignments based on the learned concepts and methods.
- use the concepts and methods in other courses of Visual Computing.
-

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: After completing this module, students can

- identify the proper mathematical concepts for practical tasks and apply them.

Inhalt: Geometry:

- Basic analytic geometry
- Projective geometry (homogeneous coordinates, projective transformations, quadrics)
- Differential geometry (curves, surfaces, curvature, numerical aspects)

Numerical mathematics:

- Basic error concepts: data error, discretization error, round-off error
- Condition of mathematical problems
- Numerical solution of linear equations
- Numerical differentiation and integration
- Polynomial interpolation and approximation
- Optimization methods

Discrete mathematics:

- Graph theory (special graph classes, networks, graph algorithms, colorings and matchings, Ramsey theory)
- Topology (Neighborhoods, connected spaces, orientable surfaces, simplicial complexes, topological and geometric graph theory)

Optimization:

- Linear optimization, simplex algorithm
- Convex optimization

Signal theory:

- Sampling theorem

- Fourier transform

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (lecture part)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (practical part)
- Independent solving of mathematical assignments and demonstrating the solution in practice groups (UE)

Lehrveranstaltungen des Moduls: The following courses have to be chosen:

3,0/2,0 VU Geometry for Computer Science

3,0/2,0 VU Computer Numerics

3,0/2,0 VU Discrete Mathematics for Computer Science

3,0/2,0 VU Mathematical Methods of Visual Computing

Media Understanding

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Students will be able to 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.
- Students understand the process of summarizing media and classifying and evaluating them to solve a specific media comprehension problem.
- Complementing the two main objectives, students in this module develop an understanding of the basic theories of digital media, semantic analysis, and the representation of terms and concepts.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Students 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.
- In group work, students apply their knowledge of machine learning to classify media descriptions in such a way that semantic descriptions (so-called categories, i.e. the terms used by people in their communication) can be derived. In addition to understanding psycho-physical relationships, students deal theoretically and practically with classical learning methods as well as state-of-the-art methods from deep learning.
- Practically, in the Media Understanding module, students learn to program media processing applications in today's prevalent environments based on Python (deep learning frameworks) and Matlab (signal processing for summarizing media).

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Students deal with the potentials and problems of collaboration in small groups.
- They are able to follow the current discourse and understand innovations in a complex field of science.
- Students understand the technical background of this essential aspect of today's socio-technical development of our society.

Inhalt:

- Students can program signal processing algorithms for the analysis of digital media themselves.
- They can reproduce the essential statements of information theory, media theory, concept theory and logistics.
- They know the current methods for semantic classification and can successfully train and use one of the common frameworks for deep learning.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: The content requirements for the Visual Computing Master's program are expected for this module.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of an average bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovation skills, and creativity of an average bachelor's graduate are expected.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Lecture based on the needs of the participants + oral exam (lecture parts)
- Independent solving of small projects in groups of 2-3 persons (Exercise parts of the lectures))

Courses of the form VU consist of a lecture part and an exercise part. The contents and concepts are explained in the lecture unit and practically tested and applied in the exercise part.

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 Ects must be selected from:

- 3,0/2,0 VU Similarity Modeling 1
- 3,0/2,0 VU Similarity Modeling 2
- 3,0/2,0 VU Media and Brain 1
- 3,0/2,0 VU Media and Brain 2
- 4,5/3,0 VU Self-Organizing Systems
- 3,0/2,0 VU Introduction to Information Retrieval
- 3,0/2,0 VU Advanced Information Retrieval
- 4,5/3,0 VU Intelligent Audio and Music Analysis

Methods of Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Students can name and explain advanced concepts of selected Visual Computing methods.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students are able to apply the learned methods in practical implementations.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Students can identify the theoretical methods required to solve a practical problem and then also apply them.

Inhalt:

- Algorithms:
 - Algorithms on graphs
 - Algorithmic geometry
 - Distributed and parallel algorithms
- Statistics and optimization:
 - Advanced statistics (including robust statistics)
 - Advanced optimization
 - Variational calculus (including snakes, active contours and surfaces)
- Digital signal processing
- Color

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture plus oral examination (VO, VU)
- Independent solving of programming examples plus hand-ins (UE, VU)

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 ECTS must be selected from:

6,0/4,0 VU Algorithmics
3,0/2,0 VU Algorithmic Geometry
1,5/1,0 UE Algorithmic Geometry
6,0/4,0 VU Distributed Algorithms
3,0/2,0 VU Approximation Algorithms
3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques
3,0/2,0 VU Mathematical Programming
3,0/2,0 VO Color
3,0/2,0 VU Parallel Algorithms
3,0/2,0 VU Advanced Object-Oriented Programming
4,5/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming
6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing

Project in Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: 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.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students are able to

- 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 Lösungen in a comprehensive and precise way.
- convincingly present the results in an interdisciplinary environment.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: 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).

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the content requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Independent implementation of a practical task in Visual Computing.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The following courses have to be chosen (they can also be combined in a bigger project):

- 6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 1
- 6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 2

Virtual Reality and Augmented Reality

Regelarbeitsaufwand: mind. 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: This module provides competences in the most important areas of Virtual and Augmented Reality. In particular, students will be able to list and explain the essential principles and methods of the following areas:

- Tracking technologies
- Display technologies
- Distributed VR/AR systems
- Stereo rendering techniques
- Distributed graphics
- 3D input

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students learn the following basic scientific-practical skills:

- Develop state-of-the-art collaborative and distributed Virtual and Augmented Reality applications with modern 3D input and output devices.
- Understand current research and publications in this field.
- Conduct own research projects and user studies in this area.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The module encourages

- Self-organisation, initiative and personal responsibility
- Increasing individual creativity and innovation potential (curiosity)
- Problem formulation and problem solving skills
- Communication and critical ability
- Reflection on one's own abilities and limits
- Impact assessment and ethical evaluation
- Strategic thinking and planning

Inhalt:

- Virtual Reality and the related areas Augmented Reality, Mixed Reality
- Application areas and current areas of research (incl. medical applications)
- 3D graphics hardware
- VR hardware: Input & Output Devices: Tracking and display technologies, interaction devices
- VR software: 3D graphics toolkits & standards
- User interfaces and 3D interaction
- Psychological aspects (Presence, Immersion, ...)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: For this module, the requirements for the Master's programme Visual Computing are expected.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The cognitive and practical skills of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: The social skills, innovative competence and creativity of a relevant Bachelor's graduate are expected.

Verpflichtende Voraussetzungen: The advanced courses of this module require the successful completion of the two basic courses on Virtual and Augmented Reality (VO, UE).

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontal lecture + oral examination (VO, VU)
- Independent solving and scientific discussion of subject-related examples and submissions (UE, VU, PR)

Lehrveranstaltungen des Moduls: A minimum of 6.0 ECTS must be selected from the following courses, where the courses marked with (*) have to be chosen.

* 2,0/2,0 VO Virtual and Augmented Reality

* 4,0/3,0 UE Virtual and Augmented Reality

3,0/2,0 PR Virtual and Augmented Reality: Advanced Topics

3,0/2,0 VU Virtual and Augmented Reality: Devices and Techniques

3,0/2,0 VO Multimedia Interfaces

1,5/1,0 LU Multimedia Interfaces

B. Lehrveranstaltungstypen

EX: Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

LU: Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende 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 an den praktischberuflichen oder wissenschaftlichen Zielen 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 die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrer_innen sowie Tutor_innen) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

VU: Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

C. 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.

1. Semester (WS)

- 4,5 VU Real-Time Rendering
- 4,5 VU Computer Vision
- 3,0 VU Geometry for Computer Science
- 3,0 VU Discrete Mathematics for Computer Science
- 3,0 VU Computer Numerics

2. Semester (SS)

- 4,5 VU Visualization 2
- 3,0 VU Mathematical Methods of Visual Computing
- 4,5 VU Machine Learning for Visual Computing
- * 3,0 SE Seminar in Computer Graphics
- * 3,0 SE Seminar in Computer Vision
- * 6,0 PR Project in Visual Computing 1

3. Semester (WS)

- * 3,0 SE Seminar in Computer Graphics
- * 3,0 SE Seminar in Computer Vision
- * 6,0 PR Project in Visual Computing 2

D. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen

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

Prüfungsfach „Computer Graphics“

Modul „Interactive Computer Graphics“ (12,0 ECTS)

- 4,5/3,0 VU Real-Time Rendering
- 4,5/3,0 VU Visualization 2
- 3,0/2,0 SE Seminar in Computer Graphics

*Modul „Advanced Computer Graphics“ (mind. 6,0 ECTS)

- 3,0/2,0 VO Fractals
- 3,0/2,0 UE Fractals
- 3,0/2,0 VO Computer Aided Geometric Design
- 1,5/1,0 UE Computer Aided Geometric Design
- 3,0/2,0 VU Computer Animation
- 3,0/2,0 VU Physically Based Rendering
- 3,0/2,0 VU Algorithms for Real-Time Rendering
- 3,0/2,0 VU Design and Implementation of a Rendering Engine
- 3,0/2,0 VU Selected Topics in Computer Graphics
- 3,0/2,0 VU Modeling in Computer Graphics

*Modul „Advanced Visualization“ (mind. 6,0 ECTS)

- 3,0/2,0 VU Real-Time Visualization
- 3,0/2,0 VO Information Visualization
- 1,5/1,0 UE Information Visualization
- 3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 1
- 3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 2
- 3,0/2,0 SE Seminar in Visualization
- 3,0/2,0 VU Visual Data Science

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

- 2,0/2,0 VO Virtual and Augmented Reality
- 4,0/3,0 UE Virtual and Augmented Reality
- 3,0/2,0 PR Virtual and Augmented Reality: Advanced Topics
- 3,0/2,0 VU Virtual and Augmented Reality: Devices and Techniques
- 3,0/2,0 VO Multimedia Interfaces
- 1,5/1,0 LU Multimedia Interfaces

Prüfungsfach „Computer Vision“

Modul „Computer Vision“ (12,0 ECTS)

4,5/3,0 VU Computer Vision
4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
3,0/2,0 SE Seminar in Computer Vision

***Modul „Advanced Computer Vision“ (mind. 6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO 3D Vision
3,0/2,0 UE 3D Vision
3,0/2,0 VO Scene Understanding and Surveillance
3,0/2,0 UE Scene Understanding and Surveillance
1,5/1,0 VO Computer Vision Systems Programming
4,5/3,0 UE Computer Vision Systems Programming

***Modul „AI for Visual Computing“ (mind. 6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing
3,0/2,0 VU Applied Deep Learning
3,0/2,0 VO Statistical Pattern Recognition
3,0/2,0 UE Statistical Pattern Recognition
3,0/2,0 VO Medical Image Processing
3,0/2,0 UE Medical Image Processing

***Modul „Applications of Computer Vision“ (mind. 6,0 ECTS)**

3,0/2,0 EX Computer Vision in Industry
3,0/2,0 VO Computer Vision for Cultural Heritage Preservation
3,0/2,0 VU Document Analysis
4,5/3,0 VU Mobile Robotics
6,0/4,0 VU Machine Vision and Cognitive Robotics

***Modul „Image and Video Analysis & Synthesis“ (mind. 6,0 ECTS)**

1,5/1,0 VO Video Analysis
1,5/1,0 UE Video Analysis
1,5/1,0 VO Visual Analysis of Human Motion
1,5/1,0 UE Visual Analysis of Human Motion
3,0/2,0 VU Stereo Vision
3,0/2,0 SE Seminar on Image and Video Analysis and Synthesis
3,0/2,0 VU Visual Perception for Autonomous Navigation/Cars/Robots
3,0/2,0 VU Modelling of the Human Locomotor System

Prüfungsfach „Methods of Visual Computing“

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

6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 1
6,0/4,0 PR Project in Visual Computing 2

Modul „Mathematics for Visual Computing“ (12,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Geometry for Computer Science
3,0/2,0 VU Computer Numerics
3,0/2,0 VU Discrete Mathematics for Computer Science
3,0/2,0 VU Mathematical Methods of Visual Computing

***Modul „Media Understanding“ (mind. 6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Similarity Modeling 1
3,0/2,0 VU Similarity Modeling 2
3,0/2,0 VU Media and Brain 1
3,0/2,0 VU Media and Brain 2
4,5/3,0 VU Self-Organizing Systems
3,0/2,0 VU Introduction to Information Retrieval
3,0/2,0 VU Advanced Information Retrieval
4,5/3,0 VU Intelligent Audio and Music Analysis

***Modul „Methods of Visual Computing“ (mind. 6,0 ECTS)**

6,0/4,0 VU Algorithmics
3,0/2,0 VU Algorithmic Geometry
1,5/1,0 UE Algorithmic Geometry
6,0/4,0 VU Distributed Algorithms
3,0/2,0 VU Approximation Algorithms
3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques
3,0/2,0 VU Mathematical Programming
3,0/2,0 VO Color
3,0/2,0 VU Parallel Algorithms
3,0/2,0 VU Advanced Object-Oriented Programming
4,5/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming
6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing

Prüfungsfach „Free Electives and Transferable Skills“

Modul „Free Electives and Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diploma Thesis“

1,5/1,0 SE Seminar für Diplomand_innen

1,5 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung

27,0 ECTS Diplomarbeit

E. Wahlfachkatalog „Transferable Skills“

Die Lehrveranstaltungen, die im Modul *Free Electives and 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 Critical Algorithm Studies
- 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 SE Wissenschaftliche Methodik
- 3,0/2,0 VO Zwischen Karriere und Barriere

F. Erweiterungsstudium 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 Erweiterungsstudiums *Innovation* erwerben, welches begleitend zum Masterstudium absolviert werden kann.

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