



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Studienplan (Curriculum) für das

Masterstudium Visual Computing

an der Technischen Universität Wien

Gültig ab 1. Oktober 2016

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage und Geltungsbereich	3
2. Qualifikationsprofil	3
3. Dauer und Umfang	6
4. Zulassung zum Masterstudium	6
5. Aufbau des Studiums	7
6. Lehrveranstaltungen	12
7. Prüfungsordnung	12
8. Studierbarkeit und Mobilität	13
9. Diplomarbeit	13
10. Akademischer Grad	13
11. Integriertes Qualitätsmanagement	14
12. Inkrafttreten	15
13. Übergangsbestimmungen	15
A. Modulbeschreibungen	15
B. Lehrveranstaltungstypen	49
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	50
D. Innovation – Supplementary Curriculum	51

1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Visual Computing* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002) und den *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich am folgenden Qualifikationsprofil.

2. Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Visual Computing* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolventinnen und Absolventen 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:

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 Absolventinnen und Absolventen 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 AbsolventInnen 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:

Fachliche und methodische Kenntnisse

- Bilderfassung
- Bildanalyse (Bildverarbeitung, Mustererkennung)
- Bildsynthese (InteraktiveComputergraphik, geometrische Modellierung)
- Wissenschaftliche Visualisierung und Informationsvisualisierung
- Visual Analytics
- 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 Fertigkeiten

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität

- 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.

4. Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Visual Computing* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums bzw. Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus. Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind. Sie können im Modul *Freie Wahl* verwendet werden.

Ein Studium kommt fachlich in Frage, wenn die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der Module

Algebra und Diskrete Mathematik
Algorithmen und Datenstrukturen
Analysis
Computergraphik
Einführung in Visual Computing
Programmkonstruktion
Software Engineering und Projektmanagement
Übungen zu Visual Computing

des Bachelorstudiums *Medieninformatik und Visual Computing* vermittelt werden.

Fachlich in Frage kommen jedenfalls die Bachelor-, Master- und Diplomstudien der Informatik, Wirtschaftsinformatik, Mathematik, Elektrotechnik, Geoinformation und Physik an österreichischen Universitäten. An der Technischen Universitäten Wien ist das insbesondere das Bachelorstudium *Medieninformatik und Visual Computing*, dessen Absolventinnen und Absolventen ohne Auflagen zuzulassen sind. Bei Absolventinnen und Absolventen anderer Studien sind die oben angeführten Voraussetzungen individuell zu prüfen und gegebenenfalls Auflagen zu erteilen.

Personen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, haben die Kenntnis der deutschen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

Lernunterlagen können in englischer Sprache abgefasst sein; weiters werden manche Lehrveranstaltungen auf Englisch angeboten. Daher werden Englischkenntnisse 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 *Vertiefungs-*, die anderen *Pflichtmodule*. Die Pflichtmodule sind in jedem Fall zu absolvieren, wobei das *Praktikum aus Visual Computing* mit 9 Ects nur in einem der Module *Interaktive Computergraphik* und *Computer Vision* zu wählen ist. Aus der Liste der Vertiefungsmodule sind mindestens zwei zu wählen. Insgesamt sind in den Vertiefungsmodulen Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 36 Ects zu absolvieren, in jedem gewählten Wahlmodul Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 6 Ects. Im Modul *Freie Wahl* sind so viele Lehrveranstaltungen zu absolvieren, dass ihr Umfang zusammen mit den 49.5 Ects der übrigen Pflichtmodule, der Diplomarbeit und dem Umfang der gewählten Vertiefungsmodule 120 Ects oder mehr ergibt.

Computergraphik

Interaktive Computergraphik (12.0+9.0 Ects)

- *Computergraphik – Vertiefung (mind. 6.0 Ects)
- *Geographische Informationssysteme (mind. 6.0 Ects)
- *Virtual Reality und Augmented Reality (mind. 6.0 Ects)
- *Visualisierung – Vertiefung (mind. 6.0 Ects)

Computer Vision

Computer Vision (12.0+9.0 Ects)

- *Anwendungen von Computer Vision und Mustererkennung (mind. 6.0 Ects)
- *Bild- und Video-Analyse und -Synthese (mind. 6.0 Ects)
- *Computer Vision – Vertiefung (mind. 6.0 Ects)

*Mustererkennung – Vertiefung (mind. 6.0 Ects)

Methoden des Visual Computing

Mathematik für Visual Computing (12.0 Ects)

*Media Understanding (mind. 6.0 Ects)

*Methoden für Visual Computing (mind. 6.0 Ects)

Fachübergreifende Qualifikationen und freie Wahl

Fachübergreifende Qualifikationen (4.5 Ects)

Freie Wahl (max. 4.5 Ects)

Diplomarbeit

Siehe Abschnitt 9.

Ergänzungsstudium „Innovation“

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Prüfungsfächern im Umfang von 120 Ects kann das englischsprachige Prüfungsfach *Innovation* im Umfang von 30 Ects absolviert werden. In diesem Fall wird es ebenfalls auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen.

Innovation

Innovation and Creativity (6.0 Ects)

Innovation Planning (6.0 Ects)

Innovation Implementation (6.0 Ects)

Innovation Practice (12.0 Ects)

Die Module des Prüfungsfaches *Innovation* vermitteln Zusatzqualifikationen in Bereichen wie Firmengründung, Innovationsmanagement und Forschungstransfer. Aufgrund der beschränkten Teilnehmerzahl erfolgt die Vergabe der Plätze nach einem gesonderten Auswahlverfahren. Details sind dem Studienplan des Ergänzungsstudiums *Innovation* in Anhang D sowie den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt führt die Module des Masterstudiums *Visual Computing* in alphabetischer Reihenfolge an und charakterisiert sie kurz. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Anwendungen von Computer Vision und Mustererkennung (mind. 6.0 Ects) Dieses Modul vermittelt Detailkenntnisse in den Bereichen Mustererkennung, 2D Bildverarbeitung, 3D Bildverarbeitung und Videoanalyse vermittelt unter besonderer Berücksichtigung der in der Praxis auftretenden Probleme. Hierbei wird vor allem Wert auf

die Umsetzung von theoretischem Wissen in speziellen Anwendungen (wie z.B. in der Medizin, im kulturellem Welterbe, in der Videoüberwachung oder in der Forensik) gelegt.

Bild- und Video-Analyse und -Synthese (mind. 6.0 Ects) In diesem Modul werden den Studierenden Kenntnisse in modernen Techniken der Bild- und Videoverarbeitung vermittelt, welche in verschiedensten Teilbereichen der Medieninformatik und Visual Computing Anwendung finden. Dabei werden sowohl Verfahren der Bildanalyse als auch der Bildsynthese besprochen, sowie insbesondere auch das Zusammenspiel zwischen diesen beiden Bereichen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, thematische Schwerpunkte - beispielsweise auf dem Gebiet 3D Film/Video/TV - zu setzen.

Computer Vision (12.0+9.0 Ects) Covered areas are advanced methodology for problem solving in computer vision and pattern recognition. Students are required to have fundamental knowledge about basic notions of these fields. They should understand the inter-relationships between the objects of the scene, the sensor, and input data as well as extracting required information and utilizing it in a wide field of applications. After completing this module students will have a broader knowledge in the area of computer vision and pattern recognition and an extended repertoire for addressing challenging problems with effective methods, which allows enables them to understand state of the art literature.

Computer Vision – Vertiefung (mind. 6.0 Ects) Diese Modul vertieft die in der Pflichtlehrveranstaltung Computer Vision erarbeiteten Inhalte von Computer Vision. Vertiefende Konzepte der 2D Bildverarbeitung, 3D Bildverarbeitung und Videoanalyse, Objekterkennung in visuellen Daten sowie Programmierumgebungen für Computer Vision sind Kerninhalt dieses Moduls, das ein tiefergehendes Verständnis der Basiskonzepte der Computer Vision zum Ziel hat.

Computergraphik – Vertiefung (mind. 6.0 Ects) Dieses Modul vertieft die im Pflichtmodul Computergraphik erarbeiteten Inhalte von Computergraphik. Zur Auswahl stehende Kerninhalte sind Computeranimation, Rendering, Computer Aided Geometric Design, Algorithmen der Echtzeitgraphik, Design von Render Engines, sowie Modellierung.

Fachübergreifende Qualifikationen (4.5 Ects) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen dem Erwerb fachübergreifender Qualifikationen wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

Freie Wahl (max. 4.5 Ects) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Geographische Informationssysteme (mind. 6.0 Ects) Geographische Informationssysteme (GIS) verknüpfen verschiedene Daten über ihren Raumbezug und erlauben problembezogene Analysen. Die Speicherung von räumlichen Daten in Datenbanken erfor-

dert spezifische Zugriffsmechanismen und räumliche Datenstrukturen um die geometrischen Aspekte darzustellen. Auswertungen wählen Elemente mit bestimmten Eigenschaften aus und analysieren sie statistisch. Verarbeitung von geographischen Daten greift auf Computational Geometry, Computer Graphics und Datenbanken zurück und wählt Methoden aus, die für die speziellen Anforderungen geeignet sind. In GIS werden im allgemeinen Daten aus verschiedenen Wissensgebieten und unterschiedlicher Terminologie zusammengeführt und die Ergebnisse wiederum Anwendungen aus verschiedenen Gebieten zugeleitet. Als Beispiel: Wetterdaten, Oberflächenbeschaffenheit, Relief etc. werden benutzt um Hochwasser-Prognosen zu erstellen, die dann fuer die Organisation von Hilfsaktionen verwendet werden, aber auch fuer die Erledigung von Schadenfaellen, die Zuweisung von Mitteln fuer den vorausplanenenden Katastrophenschutz und schliesslich auch in die Raumplanung einfließen.

Innovation Implementation (6.0 Ects) This is the third module out of four of the supplementary curriculum on innovation. It focuses on the implementation of innovations. It comprises practical aspects such as legal, financial, and social issues, which are complementary to and often critical for the innovation process.

Innovation Planning (6.0 Ects) This is the second module out of four of the supplementary curriculum on innovation. Students will learn to formulate business plans, as well as to discuss selected innovation cases.

Innovation Practice (12.0 Ects) This is the fourth and last module of the supplementary curriculum on innovation. Within a project, students will work on a concrete innovation task.

Innovation and Creativity (6.0 Ects) This is the first module out of four of the supplementary curriculum on innovation. As such it represents the entry point to the innovation modules. Students should have interest in innovation, and prove their excellent progress in their bachelor and master studies. At the end of this module they should know the basic concepts of innovation as well as the respective creativity techniques. The module contains subjects such as innovation theory and management, and focuses on the importance of innovation for businesses and society. It will also introduce creativity techniques and ways to explicitly formulate business ideas.

Interaktive Computergraphik (12.0+9.0 Ects) Dieses Modul vermittelt einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Teilbereiche der Computergraphik: Rendering, Visualisierung, Augmented und Virtual Reality, Visual Analytics. Aufbauend auf dem Basiswissen aus einem einschlägigen Bachelorstudium wird umfassendes Detailwissen in diesen Bereichen gelehrt, das als Grundlage für das Verständnis forschungsrelevanter Fragen dienen kann.

Mathematik für Visual Computing (12.0 Ects) Das Modul vermittelt, aufbauend auf den Modulen Analysis und Lineare Algebra des Bakkalaureats Medieninformatik und Visual Computing, wesentliche Grundkenntnisse der Mathematik, die im Visual Computing benötigt werden, insbesondere Computernumerik, Geometrie und diskrete Methoden.

Media Understanding (mind. 6.0 Ects)

- Fundamentals of media understanding: Extraction of low-level perceptual features from audiovisual media, merging of features, enrichment with context information and probabilistic similarity measurement.
- Investigation of advanced methods of media understanding: Extraction of semantic features from perceivable media as well as time-based sensors, information filtering, classification by machine learning algorithms and categorization by psychological similarity models.
- Merging of concepts from media theory, psychophysics and media understanding for deeper analysis. Investigation of models from various areas such as brain science, learning theory, dynamic systems, and information theory. Reflection and amalgamation of similar bits of theory of different origin in group processes.

Methoden für Visual Computing (mind. 6.0 Ects) Das Modul bietet eine Auswahl von mathematischen und informatischen Vertiefungsmöglichkeiten, die als theoretische Basis für vertiefende Lehrveranstaltungen aus anderen Modulen dienen.

Mustererkennung – Vertiefung (mind. 6.0 Ects) Covered areas are advanced methodology for problem solving in pattern recognition. Students are required to have fundamental knowledge about basic notions of these fields. After completing this module students will have a specific knowledge in different areas of pattern recognition and an extended repertoire for addressing challenging problems with effective methods, which enables them to understand state of the art literature, and allows them to implement new methods.

Virtual Reality und Augmented Reality (mind. 6.0 Ects) This module introduces Virtual and Augmented Reality (VR/AR). Students learn basics about VR/AR hardware and software, 3D input and output technologies, user specific aspects, usability and psychological aspects. An overview of current areas of research is given as well. Knowledge in all these areas is required when developing VR/AR applications. Both VO and LU "Virtual and Augmented Reality" are compulsory in this module. Additional courses are offered that go beyond.

Visualisierung – Vertiefung (mind. 6.0 Ects) Es werden Detailkenntnisse zu ausgewählten Teilbereichen der Wissenschaftlichen Visualisierung, Informationsvisualisierung und Visuellen Analyse vermittelt und praktisch erprobt. Es wird Wert auf die Umsetzung von theoretischem Wissen der Visualisierung in speziellen Anwendungen (z.B., Visualisierung medizinischer Daten) gelegt. Die Studierenden sollen zur selbständigen Aufarbeitung aktueller Forschungsergebnisse aus der Visualisierung herangeführt werden.

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 (siehe Abschnitt 7) festgelegt.

Änderungen an den Lehrveranstaltungen eines Moduls werden in der Evidenz der Module dokumentiert, mit Übergangsbestimmungen versehen und im Mitteilungsblatt der Technischen Universität Wien veröffentlicht. Die aktuell gültige Evidenz der Module liegt im Dekanat der Fakultät für Informatik auf.

7. Prüfungsordnung

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

- (a) die erfolgreiche Absolvierung aller im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung positiv absolviert wurden,
- (b) die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit,
- (c) die Erstellung eines Posters über die Diplomarbeit, das der Technischen Universität Wien zur nicht ausschließlichen Verwendung zur Verfügung zu stellen ist, und
- (d) eine kommissionelle Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gem. § 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 gem. § 18 Abs. 1 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte (a) und (b) erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema der Diplomarbeit,
- (c) die Note des Prüfungsfaches Diplomarbeit und
- (d) eine auf den unter (a) und (c) angeführten Noten basierenden Gesamtbeurteilung gemäß § 73 Abs. 3 UG
- (e) sowie die Gesamtnote.

Die Note eines 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 zu den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der 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.

Der positive Erfolg von Prüfungen 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.

Es wird empfohlen, das 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.

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 Prüfungsfach Diplomarbeit, bestehend aus der wissenschaftlichen Arbeit und der kommissionellen Gesamtprüfung, wird mit 30.0 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Gesamtprüfung 3.0 Ects zugemessen werden. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

10. Akademischer Grad

Den Absolventinnen und Absolventen 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. Integriertes Qualitätsmanagement

Das integrierte Qualitätsmanagement gewährleistet, dass der Studienplan des Masterstudiums *Visual Computing* konsistent konzipiert ist, effizient abgewickelt und regelmäßig überprüft bzw. kontrolliert wird. Geeignete Maßnahmen stellen die Relevanz und Aktualität des Studienplans sowie der einzelnen Lehrveranstaltungen im Zeitablauf sicher; für deren Festlegung und Überwachung sind das Studienrechtliche Organ und die Studienkommission zuständig.

Die semesterweise Lehrveranstaltungsbewertung liefert, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, zumindest für die Pflichtlehrveranstaltungen ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans für alle Beteiligten. Insbesondere können somit kritische Lehrveranstaltungen identifiziert und in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiterin und -leiter geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden.

Die Studienkommission unterzieht den Studienplan in einem dreijährigen Zyklus einem Monitoring, unter Einbeziehung wissenschaftlicher Aspekte, Berücksichtigung externer Faktoren und Überprüfung der Arbeitsaufwände, um Verbesserungspotentiale des Studienplans zu identifizieren und die Aktualität zu gewährleisten.

Jedes Modul besitzt eine Modulverantwortliche oder einen Modulverantwortlichen. 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 zulassen 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 am 1. Oktober 2016 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

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

A. Modulbeschreibungen

Anwendungen von Computer Vision und Mustererkennung

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Das Modul vermittelt anwendungsorientiertes Wissen zum Verstehen wichtiger Teilgebiete der Computer Vision und Mustererkennung.

- Die Studierenden verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien, Konzepte und Algorithmen der Computer Vision und Mustererkennung. Ihr Wissen und Verstehen entspricht dem Stand der Fachliteratur im Bereich der Computer Vision und Mustererkennung. Dieses Modul ermöglicht den Studierenden sich in anwendungsspezifischen Bereichen der Computer Vision und Mustererkennung Detailkenntnisse zu verschaffen.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Die Studierenden können ihr Wissen und Verstehen in weiterführenden Lehrveranstaltungen anwenden und "real-life szenarios" kennenlernen.
- Die Studierenden können für die Computer Vision und Mustererkennung relevante Informationen sammeln, erarbeiten, bewerten und interpretieren.
- Die Studierenden verstehen Anforderungen und Randbedingungen in verschiedenen Bereichen der Computer Vision und Mustererkennung.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Die Studierenden sind in der Lage ihr Wissen selbständig zu vertiefen.
- Die Studierenden können Bereiche der Computer Vision und Mustererkennung selbst erkennen, erschliessen, Problemlösungen formulieren und sich mit anderen darüber austauschen.
- Die Studierenden lernen ihre eigenen Fähigkeiten und Grenzen einzuschätzen und erwerben die Kritikfähigkeit an der eigenen und fremden Arbeit.
- Die Studierenden erlernen Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit zum eigenständigen Lösen von Aufgaben.

Inhalt:

- Anwendungsorientierte Konzepte der Computer Vision und Mustererkennung
- Weiterführende Kenntnisse in speziellen Anwendungsbereichen
- Wie werden theoretische Konzepte praktisch umgesetzt
- Welche Probleme treten bei realen Anwendungen auf
- Welche neuen Anwendungsfelder der Computer Vision und Mustererkennung gibt es
- Vertiefende Konzepte zu ausgewählten Anwendungen wie z.B. im medizinischen und industriellen Bereich, Einsatz von Computer Vision auf mobilen Geräten

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

- Introduction to Pattern Recognition
- Statistics

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Die Lehrveranstaltungen bestehen aus einem Vorlesungsteil und einem Übungsteil. Die beschriebenen Inhalte und Konzepte werden im Rahmen der Vorlesungseinheit erläutert und im Übungsteil praktisch erprobt und angewendet. Zusätzlich können im Rahmen von Exkursionen bestehende Systeme in der Industrie studiert werden.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6.0 Ects an Lehrveranstaltungen zu wählen aus:

- 3.0/2.0 EX Applications of Computer Vision
- 3.0/2.0 VO Medizinische Bildverarbeitung
- 3.0/2.0 UE Medizinische Bildverarbeitung
- 3.0/2.0 VO Computer Vision for Cultural Heritage Preservation
- 3.0/2.0 VU Biometrie
- 3.0/2.0 VU Document Analysis
- 3.0/2.0 VU Programming Principles of Mobile Robotics

Bild- und Video-Analyse und -Synthese

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Bildanalyse

- Bildsynthese
- Bilderfassung
- Planung und Auswertung von Experimenten

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Wissenschaftliche Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsstrategien (Einbeziehung des State of the Art, kritische Bewertung und Reflexion von Lösungen)
- Zielorientierte Arbeitsmethodik
- Fähigkeit zur überzeugenden technischen Präsentation und Kommunikation in einem interdisziplinären Umfeld

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Selbstorganisation, Eigeninitiative und Eigenverantwortlichkeit
- Problemformulierungs- und Problemlösungskompetenz
- Kompetenz zur Teamarbeit und Verantwortung in komplexen Projekten

Inhalt:

- Grundlagen der Videoverarbeitung
- Bewegungserkennung und Optischer Fluss (Optical Flow)
- Segmentierung von Videoobjekten
- Hochgeschwindigkeitsvideoanalyse
- Stereoalgorithmen
- 3D Rekonstruktion aus Bild- und Videomaterial
- Erzeugung neuer Ansichten (Novel View Synthesis)
- Image Matting, Compositing und Inpainting
- 3D Film/Video/TV
- Videogestützte Analyse menschlicher Bewegung
- Videoverarbeitung und Visualisierung im Sport

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO,VU)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (LU,VU)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mindestens 6 Ects an Lehrveranstaltungen aus folgender Liste zu wählen, wobei die mit Stern markierten Lehrveranstaltungen verpflichtend sind.

* 1.5/1.0 VO Videoverarbeitung

* 1.5/1.0 UE Videoverarbeitung

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 aus Bild- und Videoanalyse und -synthese

3.0/2.0 VU Visual Perception for Autonomous Navigation/Cars/Robots

Computer Vision

Regelarbeitsaufwand: 12.0+9.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Wahrnehmung und Bildaufnahme
- Spezielsensorik / Hardware
- Bild / Videoanalyse
- Merkmalsextraktion / Inhaltsbasierte Bildsuche
- Image Transforms

- Internet-, Mobile and Distributed Vision
- 3D und Machine Vision Grundlagen
- Object Reconstruction and Recognition
- Bayesian Methods und Energy Functions
- Optimization Algorithms
- Scene understanding
- Clustering
- Classification
- Optimization and Parameter Estimation
- Representations
- Shape and Context
- Metrics and Distances
- Matching.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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
- Präzise schriftliche Dokumentation von Lösungen
- Fähigkeit zur überzeugenden technischen Präsentation und Kommunikation in einem interdisziplinären Umfeld

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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

Inhalt: This module is composed of the main Computer Vision and Pattern Recognition techniques and scientific issues. The lecture is composed of classroom sessions and lab exercises: computer imaging systems, illumination, calibration, motion and depth from multiple images, feature extraction, dimensionality reduction, clustering, linear and non-linear classifiers, optimization and parameter estimation, representations in space and time, object reconstruction and recognition, shape and context, distances, matching, Scene understanding, and current applications of computer vision and pattern recognition: e.g. content based image retrieval, internet vision, mobile vision, biometrics, distributed vision.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (V)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (U)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind die folgenden Lehrveranstaltungen zu wählen, wobei die Lehrveranstaltung *Praktikum aus Visual Computing* entweder in diesem Modul oder im Modul *Interaktive Computergraphik* zu absolvieren ist.

4.5/3.0 VU Computer Vision

4.5/3.0 VU Mustererkennung

3.0/2.0 SE Seminar aus Computer Vision und Mustererkennung

9.0/6.0 PR Praktikum aus Visual Computing

Computer Vision – Vertiefung

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Das Modul vermittelt ein vertiefendes Wissen und Verstehen wichtiger Teilgebiete der Computer Vision.
- Die Studierenden verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien, Konzepte und Algorithmen der Computer Vision. Ihr Wissen und Verstehen entspricht dem Stand der Fachliteratur im Bereich der Computer Vision.
- Dieses Modul ermöglicht den Studierenden sich in ausgewählten Bereichen der Computer Vision Detailkenntnisse zu verschaffen.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Die Studierenden können ihr Wissen und Verstehen in weiterführenden Lehrveranstaltungen vertiefen und sich entsprechend spezialisieren.
- Die Studierenden können für die Computer Vision relevante Informationen sammeln, erarbeiten, bewerten und interpretieren.
- Die Studierenden verstehen Anforderungen und Randbedingungen in verschiedenen Bereichen der Computer Vision.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Die Studierenden sind in der Lage ihr Wissen selbständig zu vertiefen.
- Die Studierenden können Bereiche der Computer Vision selbst erkennen, erschließen, Problemlösungen formulieren und sich mit anderen darüber austauschen.
- Die Studierenden lernen ihre eigenen Fähigkeiten und Grenzen einzuschätzen und erwerben die Kritikfähigkeit an der eigenen und fremden Arbeit.
- Die Studierenden erlernen Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit zum eigenständigen Lösen von Aufgaben.

Inhalt: Es werden Detailkenntnisse in den Bereichen 2D Bildverarbeitung, 3D Bildverarbeitung und Videoanalyse vermittelt und praktisch erprobt. Inhalte:

- Vertiefende Konzepte der 2D Bildverarbeitung, 3D Bildverarbeitung und Videoanalyse
- Gewinnung von räumlichen Daten
- Objekterkennung in visuellen Daten (2D, 3D, Video)
- Programmierumgebungen und Analysetools
- Vertiefende Konzepte zu ausgewählten Anwendungen wie z.B. im medizinischen und industriellen Bereich, Einsatz von Computer Vision auf mobilen Geräten

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing sowie die Absolvierung der LVA Computer Vision erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (U)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Die Lehrveranstaltungen bestehen aus einem Vorlesungsteil und einem Übungsteil. Die beschriebenen Inhalte und Konzepte werden im Rahmen der Vorlesungseinheit erläutert und im Übungsteil praktisch erprobt und angewendet.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6.0 ECTS zu wählen aus:

3.0/2.0 VO 3D Vision

3.0/2.0 UE 3D Vision

3.0/2.0 VO Video Analysis

3.0/2.0 UE Video Analysis

3.0/2.0 VU Ausgewählte Kapitel der Bildverarbeitung

3.0/2.0 VU Bildverstehen

1.5/1.0 VO Computer Vision Systems Programming

4.5/3.0 UE Computer Vision Systems Programming

Computergraphik – Vertiefung

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Bildsynthese (Computergraphik, geometrische Modellierung)
- Augmented/Mixed/Virtual Reality
- Relevante Fächer wie Signalverarbeitung, maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz, kognitive Wissenschaften
- Planung und Auswertung von Experimenten
- Vertiefende Methoden aus Mathematik, Informatik und Physik

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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

Inhalt: Eine Auswahl aus:

- Computeranimation
- Fraktale
- Computer Aided Geometric Design
- Rendering
- Algorithmen der Echtzeitgraphik
- Entwurf und Programmierung einer Rendering-Engine
- Ausgewählte Kapitel der Computergraphik
- Modellierung

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6 ECTS zu wählen aus:

- 3.0/2.0 VO Fraktale
- 3.0/2.0 UE Fraktale
- 3.0/2.0 VO Computer Aided Geometric Design
- 1.5/1.0 UE Computer Aided Geometric Design
- 3.0/2.0 VU Computeranimation
- 3.0/2.0 VU Rendering
- 3.0/2.0 VU Algorithmen der Echtzeitgraphik
- 3.0/2.0 VU Entwurf und Programmierung einer Rendering Engine
- 3.0/2.0 VU Ausgewählte Kapitel der Computergraphik

Fachübergreifende Qualifikationen

Regelarbeitsaufwand: 4.5 Ects

Bildungsziele: Durch dieses Modul sollen Studierende Qualifikationen erwerben, die über die für das Studium typischen fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten hinausgehen und im Berufsalltag eine wesentliche Rolle spielen, wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind im Umfang von mindestens 4.5 Ects aus dem von der Technischen Universität Wien verlautbarten Katalog von Lehrveranstaltung zum Erwerb von fachübergreifenden Qualifikationen sowie aus den folgenden Lehrveranstaltungen.

- 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 Italienisch für Ingenieure I
- 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
- 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

3.0/2.0 SE Rechtsinformationsrecherche im Internet
3.0/2.0 VU Rhetorik, Körpersprache, Argumentationstraining
3.0/2.0 VU Softskills für TechnikerInnen
3.0/2.0 VU Technical English Communication
3.0/2.0 VU Technical English Presentation
3.0/2.0 VU Techniksoziologie und Technikpsychologie
3.0/2.0 VU Technisches Französisch, Hohes Niveau I
3.0/2.0 VU Technisches Russisch I
3.0/2.0 VU Technisches Russisch II
3.0/2.0 VU Technisches Spanisch I
3.0/2.0 VU Technisches Spanisch II
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

Freie Wahl

Regelarbeitsaufwand: max. 4.5 Ects

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

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen/künstlerischen Lehrveranstaltungen aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten gewählt werden, sofern sie der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen. Der Umfang der frei wählbaren Lehrveranstaltungen ergänzt den Umfang der übrigen im Studium absolvierten Lehrveranstaltungen auf 90 Ects (oder mehr), wobei ihr Anteil daran 4.5 Ects nicht übersteigen darf.

Geographische Informationssysteme

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Repräsentation von geographischen Daten, besonders Geometrie
- Effiziente Speicherung und raumbezogener Zugriff
- Strukturierung von geographischen Daten um den verschiedenen Perspektiven unterschiedlicher Anwender Rechnung zu tragen.
- Analyse von realen Situationen und deren formalen Darstellung mittels Anwendungs-Ontologien;

- Integration Daten aus verschiedenen Quellen
- Kartographische Darstellung

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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

Inhalt: GIS Theorie I Anknüpfend an die Mathematik-Vorlesungen werden die mathematisch-formalen Methoden der geographischen Informationsverarbeitung im Zusammenhang dargestellt. Die wichtigsten Themen sind: Vektoralgebra zur Berechnung von Koordinaten, Projektive Geometrie für die Bestimmung von Schnitten zwischen Linien und der Verwaltung von Flächen-Partitionen, Simplizes und Simplizialkomplexe zur Darstellung geometrischer Figuren, Relationenalgebra zur Datenspeicherung, Funktionen zur Behandlung von zeitlich variablen Fakten. Ziel: Die Vermittlung der theoretischen Grundlagen für geographische Informationsverarbeitung. Übung: Verfestigung von theoretisch Gelerntem. Philosophische und technische Ontologien, Top-Level-Ontologien, Aufbau einer Ontologie. Übung: Arbeit mit einem üblichen Ontologie-Editor; Analyse

eines selbstgewählten Ausschnittes der Realität wie er etwa in EDV Anwendungen auftaucht. Die Qualität von Daten wird in GIS immer wichtiger. Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Definition von Datenqualität und zeigt anhand von wissenschaftlichen Artikeln und Diskussionen diverse Aspekte der Datenqualität. Ziele: Kenntnis der Qualitätsparameter und -Standards, Beurteilung der Qualität von Daten, Vergleich mit der für eine bestimmte Anwendung notwendigen Qualität.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6.0 ECTS zu wählen aus:

6.0/4.0 VU GIS Theory I

1.5/1.0 VO GIS Theory II

3.0/2.0 VO Ontologie für geographische Informationen

3.0/2.0 UE Ontologie für geographische Informationen

3.0/2.0 VO Digital Image Processing with Remote Sensing Applications

3.0/2.0 VU Datenqualität für GIS

Innovation Implementation

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Funding aspects of innovation.
- Legal and financial issues of company creation.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Company foundation.
- Enterprise expansion.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Handling of conflicts and crises.

Inhalt: Students will learn what to take care of when founding a new company or when expanding an existing enterprise. The module comprises the following issues:

- Company foundation: Legal issues and funding
- Enterprise expansion: Organisational and technical aspects
- Finance and venture capital
- Decision making, conflict, and crisis management

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Innovation theory and management
- Creativity techniques
- Business model and plan
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulate and present business ideas
- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises
- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Methods and techniques to foster creativity
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques
- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases

The prerequisites are conveyed in the modules *Innovation and Creativity*, *Innovation Planning*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity, Innovation Planning.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Blended learning: Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2.0/1.5 VU Legal issues and funding

2.0/1.5 VU Finance and venture capital

2.0/1.5 VU Management of conflicts

Innovation Planning

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Business model and plan.
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises.
- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Interaction with highly creative people and teams.
- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases.

Inhalt: Students will learn to plan the translation of their innovation—within a company or a start-up. This will also include cases of successful and non successful innovations.

Issues treated are:

- Management-Team
- Product and service description (USP)
- Market and competition
- Marketing, price, and distribution

- Realisation plan, financial planning
- Chances and risks

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques.

The prerequisites are conveyed in the module *Innovation and Creativity*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Blended learning; Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3.0/2.0 VU Business Plan

3.0/2.0 VU Innovation Cases

Innovation Practice

Regelarbeitsaufwand: 12.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Consolidate and strengthen the innovation knowledge in a real innovation case implementation.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Experience and reflect social and organisational aspects.
- Practice innovation transfer and university-company cooperation.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Complex interaction with multiple stakeholders within and outside the university.
- Practice management of conflicts and crises.

Inhalt: The innovation project provides flexibility and ways to specialise:

- Specialisation at the students' option.
- Small groups or individual work possible.
- Internship possible.
- Company cooperation possible.
- International cooperation possible.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.
- Business model and plan.
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases.
- Understand the legal, financial, and organisational aspects of innovation implementation.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulate and present business ideas.
- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises.
- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans.
- Company foundation and enterprise expansion.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques.

- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases.
- Handling of conflicts and crises.

The prerequisites are conveyed in the modules *Innovation and Creativity*, *Innovation Planning*, *Innovation Implementation*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity, Innovation Planning, Innovation Implementation.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Highly interactive and proactive group work with a final presentation.

Lehrveranstaltungen des Moduls:
12.0/4.0 PR Innovation project

Innovation and Creativity

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction with highly creative people and teams.

Inhalt: This modules aims to enable the students to foster and formulate ideas:

- Innovation theory, innovation management, innovation and society (3 ECTS).
- Creativity techniques, dynamism, formulate ideas of innovation projects as prerequisite for business plans (3 ECTS).

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Knowledge in Computer Science and/or Business Informatics.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Ability to work in groups.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Strong committment.

Verpflichtende Voraussetzungen: A two-stage admission procedure is conducted during the first semester of the respective main master study in informatics or business informatics.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Blended learning: Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3.0/2.0 VU Foundations of innovation

3.0/2.0 PR Creativity and ideas

Interaktive Computergraphik

Regelarbeitsaufwand: 12.0+9.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Bildsynthese (Computergraphik, geometrische Modellierung)
- Wissenschaftliche Visualisierung und Informationsvisualisierung
- Visual Analytics
- Augmented/Mixed/Virtual Reality

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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
- Zielorientierte Arbeitsmethodik
- Umgang mit Technologien, Software-Werkzeugen und Standards
- Fähigkeit zur überzeugenden technischen Präsentation und Kommunikation in einem interdisziplinären Umfeld

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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

Inhalt:

- Architektur von Graphikhardware
- Optimierung auf Graphikhardware
- Advanced Lighting und Shading
- Shading Languages
- Graphics Programming
- Real-time Shadows
- Culling und Visibility
- Levels of Detail und Terrain Rendering
- Image-based Rendering
- Wissenschaftliche Visualisierung
- Volumenvisualisierung
- Strömungsvisualisierung
- Illustrative Visualisierung
- Informationsvisualisierung
- Visuelle Analyse
- Beispielanwendungen
- Tracking und Motion Capture
- Augmented Reality
- Virtual Reality

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind die folgenden Lehrveranstaltungen zu wählen, wobei die Lehrveranstaltung *Praktikum aus Visual Computing* entweder in diesem Modul oder im Modul *Computer Vision* zu absolvieren ist.

4.5/3.0 VU Echtzeitgraphik

4.5/3.0 VU Visualisierung 2

3.0/2.0 SE Seminar aus Computergraphik

9.0/6.0 PR Praktikum aus Visual Computing

Mathematik für Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 12.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Advanced knowledge of graph theory and algorithms, and basic knowledge of topology
- Kenntnisse der Computernumerik
- Kenntnisse der Geometrie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Ability to apply the above concepts in theoretical and practical work, and in specialized courses

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Ability to identify and apply mathematical concepts for practical problems

Inhalt: Geometrie:

- Elementare analytische Geometrie
- Projektive Geometrie (Homogene Koordinaten, projektive Transformationen, Quadriken)
- Differentialgeometrie (Kurventheorie, Geometrie auf Flächen, Krümmungstheorie der Flächen, numerische Aspekte)

Numerik

- Grundlegende Fehlerbegriffe: Datenfehler, Diskretisierungsfehler, Rundungsfehler
- Kondition mathematischer Probleme
- Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme
- numerische Differentiation und Integration
- polynomiale Interpolation und Approximation
- Optimierungsmethoden

Diskrete Mathematik

- Graphentheorie (spezielle Graphenklassen, Netzwerke, Graph-Algorithmen, Färbungen und Matchings, Ramsey-Theorie)
- Elemente der Topologie (Umgebungsbegriff, Zusammenhang, orientierbare Flächen, simpliziale Komplexe, topologische und geometrische Graphentheorie)

Optimierung

- lineare Optimierung, Simplex-Algorithmus
- konvexe Optimierung

Signaltheorie

- Sampling Theorem
- Fourier-Transformation

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind die folgenden Lehrveranstaltungen zu absolvieren:

3.0/2.0 VU Geometrie für Informatik

3.0/2.0 VU Computernumerik

3.0/2.0 VU Diskrete Mathematik für Informatik

3.0/2.0 VU Mathematische Methoden des Visual Computing

Media Understanding

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- The students understand the communalities and differences of media analysis areas such as Audio Retrieval, Biosignal Processing, Content-Based Image Retrieval, Environmental Sound Classification, Face Recognition, Genome Analysis, Music Genre Classification, Speech Recognition, Technical Stock Analysis, Text Retrieval, Video Analysis and Video Surveillance.
- The students understand the process of feature extraction, classification and evaluation in media understanding.
- The students are aware of the theories behind digital media, human perception, semantics and concepts.

- The students are able to identify the fundamental building blocks of feature transforms.
- The students are able to extract simple color, texture, shape, audio and video features from audiovisual content.
- The students are able to extract complex local features, spectral audio features and time-based video features from audiovisual content.
- The students are able to extract semantic features from media content.
- The students are able to apply statistical filtering methods on the extracted features.
- The students are aware of dynamic filtering methods.
- The students are able to select and apply a simple classification method on the extracted features.
- The students understand the four psychological theories of human similarity perception and are able to apply them.
- The students understand complex machine learning techniques such as Support Vector Machines and Mixture Models.
- The students understand brain-like artificial neural networks such as Spiking nets, Hopfield nets and Boltzmann machines.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- The students are aware of the psychological theory of human similarity perception.
- The students are able to implement media understanding applications in JavaME on mobile devices.
- The students are able to implement sophisticated media understanding applications in Matlab.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- The students gain experience in scientific team work
- The students are able to discuss the lecture contents in scientific discourses.
- The students are able to discuss semantic features extraction and classification in scientific discourses.

Inhalt:

- Low-level feature extraction from audiovisual media
- Fundamentals of information theory, media theory, mathematical tools, logistics
- Semantic feature modeling including symmetry, self-similarity, etc.
- Similarity modeling and feature classification
- Advanced machine learning: neural nets, boundaries of learning, etc.
- Performance evaluation and statistical data analysis
- Examples of applications and advanced topics including dynamic systems, measure theory, etc.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Vortrag basierend auf den Bedürfnissen der TeilnehmerInnen + mündliche Prüfung (VU-Vorlesungsteil)
- Selbständiges Lösen kleiner Projekte in Gruppen von 2-3 Personen (VU-Übungsteil)

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mindestens 6.0 Ects zu wählen aus:

- 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 Grundlagen des Information Retrieval
- 3.0/2.0 VU Advanced Information Retrieval

Methoden für Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Vertiefende Kenntnisse von Methoden des Visual Computing

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Praktische Umsetzung der theoretischen Kenntnisse in der Form von Software.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erkennen von praktischen Problemstellungen und Anwendung theoretischer Methoden auf diese.

Inhalt:

- Algorithmik:
 - Algorithmen auf Graphen
 - Algorithmische Geometrie
 - Verteilte und parallele Algorithmen
- Statistik und Optimierung:
 - Statistik Vertiefung (incl. robuste Statistische Verfahren)
 - Optimierung Vertiefung
 - Variationsrechnung (incl. Snakes, active contours and surfaces)
- Digitale Signalverarbeitung
- Farbe

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)

- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6.0 ECTS zu wählen aus:

- 6.0/4.0 VU Algorithmics
- 3.0/2.0 VU Algorithmische Geometrie
- 1.5/1.0 UE Algorithmische Geometrie
- 1.5/1.0 UE Geometrie für Informatik
- 6.0/4.0 VU Distributed Algorithms
- 3.0/2.0 VO Statistik 2
- 3.0/2.0 VU Approximation Algorithms
- 3.0/2.0 VU Heuristic Optimization Techniques
- 3.0/2.0 VU Mathematical Programming
- 4.5/3.0 VU Variationsrechnung
- 4.0/4.0 VU Digitale Signalverarbeitung, Vertiefung
- 3.0/2.0 VO Farbe
- 3.0/2.0 VU Computational Geometry and Topology
- 3.0/2.0 VU Parallele Algorithmen
- 3.0/2.0 VU Fortgeschrittene objektorientierte Programmierung
- 4.5/3.0 VU Weiterführende Multiprocessor Programmierung
- 6.0/4.0 VU GPU Architectures and Computing

Mustererkennung – Vertiefung

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Feature Extraction, analysis and dimensionality reduction
- Clustering methodologies e.g. fuzzy clustering, Gaussian mixture models
- Different advanced classifiers e.g. support vector machines, kernel methods
- Parameter Estimation e.g. maximum likelihood, maximum a posteriori, expectation maximization
- Classifier combination
- Graphs, maps and grammars
- Selected application of pattern recognition in practice

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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
- Präzise schriftliche Dokumentation von Lösungen
- Fähigkeit zur überzeugenden technischen Präsentation und Kommunikation in einem interdisziplinären Umfeld

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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

Inhalt: The lecture is composed of classroom sessions and lab exercises: Feature Extraction, Preprocessing, Normalisation, Clustering, Fuzzy Clustering, Gaussian Mixture Models, Classifiers, Support Vector Machines, Kernel Methods, Parameter Estimation, Maximum Likelihood, Maximum a Posteriori, Expectation Maximisation, Overfitting, Classifier Combination, Graphs, maps and grammars.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

- Introduction to Pattern Recognition
- Statistics

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mindestens 6.0 Ects zu wählen aus:

- 3.0/2.0 VU Ausgewählte Kapitel der Mustererkennung
- 4.5/3.0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 3.0/2.0 VO Strukturelle Mustererkennung
- 3.0/2.0 UE Strukturelle Mustererkennung
- 3.0/2.0 VO Statistische Mustererkennung
- 3.0/2.0 UE Statistische Mustererkennung

Virtual Reality und Augmented Reality

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Basic knowledge of tracking technologies
- Basic knowledge of display technologies
- Distributed VR/AR systems
- Understanding basic concepts such as tracking, stereo rendering techniques, distributed graphics, 3D input..

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Developing state-of-the-art collaborative and distributed Virtual and Augmented Reality applications with modern 3D input and output devices.

- Understanding current research and publications in this field.
- Conducting own research projects and user studies in this area.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Steigerung des individuellen Kreativitäts- und Innovationspotentials (Neugierde)
- Selbstorganisation, Eigeninitiative und Eigenverantwortlichkeit
- Kompetenz zur Teamarbeit und Verantwortung in komplexen Projekten
- Kommunikation und Kritikfähigkeit
- Folgenabschätzung und ethische Bewertung

Inhalt: Vorlesung:

- 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 and Output Devices: Tracking and display technologies, interaction devices
- VR software: 3D graphics toolkits and standards (Open Inventor, Java 3D, VRML)
- User interfaces and 3D interaction
- Psychological aspects (Presence, Immersion, ...)

Uebung:

- Within the lab course VR applications are developed by using a VR framework based on the Unity3D game engine.
- Developing state-of-the-art collaborative and distributed Virtual and Augmented Reality applications with modern 3D input and output devices.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Die erweiterten Lehrveranstaltungen des Moduls erfordern die Absolvierung der Grundlehrveranstaltungen: VO und LU Virtual und Augmented Reality.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 6 Ects aus folgender Liste zu wählen, wobei die mit Stern markierten Lehrveranstaltungen verpflichtend zu wählen sind.

- * 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: Geräte und Methoden
- 4.5/3.0 VU Augmented Reality für Mobile Geräte
- 3.0/2.0 VO Multimedia Interfaces
- 1.5/1.0 LU Multimedia Interfaces

Visualisierung – Vertiefung

Regelarbeitsaufwand: mind. 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Das Modul vermittelt ein vertiefendes Wissen und Verstehen wichtiger Teilgebiete der Visualisierung.
- Die Studierenden verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien, Konzepte und Algorithmen der Visualisierung. Ihr Wissen und Verstehen entspricht dem Stand der Fachliteratur im Bereich der Visualisierung.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Die Studierenden können ihr Wissen und Verstehen praktisch in komplexen Visualisierungsaufgaben anwenden und Problemlösungen und Argumente für Visualisierungsaufgaben erarbeiten und weiterentwickeln.

- Die Studierenden können für die Visualisierung relevante Informationen sammeln, bewerten und interpretieren.
- Die Studierenden verstehen Anforderungen und Nebenbedingungen in wichtigen Visualisierungsanwendungen.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Die Studierenden sind in der Lage ihr Wissen selbständig zu vertiefen.
- Die Studierenden können visualisierungsbezogene Positionen und Problemlösungen formulieren, sich mit InformatikerInnen und DomänenexpertInnen darüber austauschen und Verantwortung in einem Team übernehmen.
- Die Studierenden lernen ihre eigenen Fähigkeiten und Grenzen einzuschätzen und erwerben die Kritikfähigkeit an der eigenen und fremden Arbeit.
- Die Studierenden erlernen Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit zum eigenständigen Lösen von Aufgaben.

Inhalt:

- Vertiefende Konzepte der Wissenschaftlichen Visualisierung, Informationsvisualisierung, Visuellen Analyse
- Räumliche Daten in der Visualisierung
- Interaktionstechniken
- Evaluierung
- Visualisierung sehr grosser Datenmengen
- Visuelle Analyse und Erkenntnisgewinnung aus Datenbeständen, visuelle Datenbehandlung, -verarbeitung und -analyse
- Echtzeit-Visualisierung
- Aesthetische Aspekte der Visualisierung
- Illustrative Visualisierung
- Vertiefende Konzepte zu ausgewählten Visualisierungsanwendungen wie z.B. medizinische Visualisierung, Einsatz von Visualisierung auf mobilen Geräten, Visualisierung in Augmented-Reality-Anwendungen

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für dieses Modul werden die inhaltlichen Voraussetzungen für das Masterstudium Visual Computing erwartet.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Es werden die kognitiven und praktischen Fertigkeiten eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Es werden die sozialen Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität eines einschlägigen Bachelorabsolventen erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag + mündliche Prüfung (VO)
- Selbständiges Lösen von Programmierbeispielen + Abgaben (UE)
- Selbständige Suche von Literatur und Ausarbeitung von gestellten Themen in schriftlicher und mündlicher Form

Die Lehrveranstaltungen bestehen aus einem Vorlesungsteil und einem Übungsteil. Die beschriebenen Inhalte und Konzepte werden im Rahmen der Vorlesungseinheit erläutert und im Übungsteil praktisch erprobt und angewendet.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind mind. 6.0 ECTS zu wählen aus:

3.0/2.0 VU Echtzeit-Visualisierung

3.0/2.0 VO Informationsvisualisierung

1.5/1.0 UE Informationsvisualisierung

3.0/2.0 VU Visualisierung medizinischer Daten 1

3.0/2.0 VU Visualisierung medizinischer Daten 2

3.0/2.0 VU Modellierung, Visualisierung und Interaktion von medizinischen Daten im Bereich der Rehabilitation

3.0/2.0 VU Computational Aesthetics

3.0/2.0 SE Seminar aus Visualisierung

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 Betreuerinnen und Betreuern 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 (Universitätslehrerinnen und -lehrer sowie Tutorinnen und Tutoren) 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)

4.5/3.0 VU Echtzeitgraphik

4.5/3.0 VU Mustererkennung

4.5/3.0 VU Computer Vision

3.0/2.0 VU Geometrie für Informatik

3.0/2.0 VU Diskrete Mathematik für Informatik

2. Semester (SS)

- 4.5/3.0 VU Visualisierung 2
- 3.0/2.0 VU Computernumerik
- 3.0/2.0 VU Mathematische Methoden des Visual Computing
- * 3.0/2.0 SE Seminar aus Computergraphik
- * 3.0/2.0 SE Seminar aus Computer Vision und Mustererkennung
- * 9.0/6.0 PR Praktikum aus Visual Computing

3. Semester (WS)

- * 3.0/2.0 SE Seminar aus Computergraphik
- * 3.0/2.0 SE Seminar aus Computer Vision und Mustererkennung
- * 9.0/6.0 PR Praktikum aus Visual Computing

D. Innovation – Supplementary Curriculum

Qualification profile

The supplementary master curriculum *Innovation* offers an advanced, scientific, and methodologically sound complementary education that is targeted towards sustainable knowledge and has a strong focus on practice. The graduates will be competent and internationally competitive in the following fields of informatics and business informatics:

- Entrepreneurship and company foundation
- Intrapreneurship and innovation management
- University engagement and research transfer

According to professional requirements, the innovation curriculum conveys qualifications on top of a regular informatics or business informatics master study with respect to the following categories.

Functional and methodological knowledge The innovation curriculum conveys the following knowledge:

- Innovation management
- Business model and plan
- Legal and economical aspects of innovation
- Financial aspects of innovation
- Social and organisational aspects of innovation

Cognitive and practical skills By investigating innovation methods practically and theoretically, the following skills are acquired:

- Company foundation and expansion
- Innovation of processes, products, and services in existing enterprises
- Innovation transfer and university-company cooperation

Social, innovation and creative competence The focus of the innovation curriculum is on fostering creativity and high innovation potentials, in particular:

- Methods and techniques to foster creativity
- Interaction with highly creative people and teams
- Handling of conflicts and crises

Prerequisites

The innovation curriculum is planned exclusively as supplementary education to a regular master study in informatics or business informatics. Admission requires a bachelor, master or diploma degree in informatics or business informatics.

The study is restricted to 20 exceptionally qualified and highly motivated students. A two-stage admission procedure is conducted during the first semester of the regular master study in informatics or business informatics. First, a written application (in English, containing curriculum of studies, practical experience, additional qualifications, and a motivation letter) has to be submitted by October 31. Second, during December and January, interviews will be held with the most promising candidates. Candidates are finally selected based on their knowledge, skills, and potential by an evaluation committee (appointed by the dean for student affairs).

Modules

The innovation curriculum is implemented as four obligatory modules with a total of 30 Ects, to be completed during the second to fourth semester of the regular master study in informatics or business informatics. Specialisation is possible by choosing the topic of the innovation project.

Semester	Regular study	Innovation curriculum
1	30.0 Ects	admission procedure
2	30.0 Ects	6.0 Ects Module <i>Innovation and Creativity</i> 6.0 Ects Module <i>Innovation Planning</i>
3	30.0 Ects	6.0 Ects Module <i>Innovation Implementation</i>
4	30.0 Ects	12.0 Ects Module <i>Innovation Practice</i>
Total	120.0 Ects	30.0 Ects

For a detailed description of the modules, see section 5 and appendix A.