

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das

Masterstudium
Digital Civil Engineering Science
UE 066 522

Technische Universität Wien & Montanuniversität Leoben
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien am 17. Juni 2024
Beschluss des Senats der Montanuniversität Leoben am 5. Juni 2024

Gültig ab 1. Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

§1 Grundlage und Geltungsbereich	3
§2 Qualifikationsprofil	3
§3 Dauer und Umfang	5
§4 Unterrichts- und Prüfungssprache	5
§5 Zulassung zum Masterstudium	5
§6 Aufbau des Studiums	6
§7 Lehrveranstaltungen	9
§8 Prüfungsordnung	11
§9 Studierbarkeit und Mobilität	13
§10 Masterarbeit	13
§11 Akademischer Grad	13
§12 Qualitätsmanagement	13
§13 Inkrafttreten	14
A Modulbeschreibungen	15
B Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	33
C Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	34

§1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das gemeinsam an der Technischen Universität Wien (TUW) und Montanuniversität Leoben (MUL) eingerichtete ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Digital Civil Engineering Science*. Dieses Masterstudium basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF) – und den *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der beteiligten Universitäten (Technische Universität Wien und Montanuniversität Leoben)* in der jeweils geltenden Fassung sowie der Verordnung der Rektorate gemäß §54e UG für das gemeinsam eingerichtete Masterstudium *Digital Civil Engineering Science*. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß Abschnitt §2.

§2 Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* 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.

- Angewandte Forschung und Entwicklung im Bauwesen, an außeruniversitären Forschungseinrichtungen und an Universitäten
- Forschungsbasierte Entwicklung von innovativen und computergestützten Simulationen und die dafür notwendigen Methoden in Eigenverantwortung und im Team
- Verbesserung von rechenintensiven, computergestützten Simulationsprogrammen in bauingenieurwissenschaftlichen Anwendungsbereichen von hoher wissenschaftlicher und industrieller Relevanz

Im Rahmen der Industrialisierung 4.0 steht das Bauwesen vor einer digitalen Revolution. Das Masterstudium vermittelt die erforderlichen wissenschaftlichen und ingenieurmäßigen Methoden für eine durchgängige Digitalisierung von Entwurfs-, Herstellungs- und Nutzungsprozessen im Bau- und Umweltingenieurwesen. Die Absolvent_innen erwerben somit einen hohen Grad an Kompetenz in der Digitalisierung und automationsgestützten Darstellung, Verarbeitung und Analyse ingenieurwissenschaftlicher Methoden und Prozesse im Bauwesen. Die Studierenden werden interdisziplinär ausgebildet. Das heißt, sie erwerben alle erforderlichen Grundkenntnisse sowohl aus dem Bereich der Informatik als auch aus dem Bauwesen, um darauf aufbauend gezielt interdisziplinäres Wissen zum digitalen Planen, Bauen und Betreiben zu erwerben.

Gemäß der Devise *Technik für Menschen* und ihrer Exzellenz in den Ingenieurwissenschaften stellen sich die Technische Universität Wien und die Montanuniversität Leoben mit einer Fokussierung ihrer Aktivitäten im Bereich der digitalen Transformation des Bauwesens dieser Herausforderung sowohl in der Forschung als auch in der forschungsgeleiteten Lehre.

Das forschungsorientierte Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* hat die Ambition, internationale Studierende mit hoher Begabung anzuziehen, um langfristig Spitzenniveau zu erreichen. Aufgrund der internationalen Ausrichtung dieses Studiums werden alle Pflichtlehrveranstaltungen dieses Masterstudiums in englischer Sprache abgehalten. Ein Zulassungsprozess stellt eine qualitative Ausbildung auf höchstem Niveau sicher.

Um die Studierenden adäquat vorzubereiten, wird das Wissen sowohl selbstverantwortlich in Eigenregie als auch in Gruppen erarbeitet.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachliche und methodische Kompetenzen Absolvent_innen sind in der Lage, verschiedene Konzepte der Informatik:

- Big Data, Data Analytics und maschinelles Lernen,
- Modellierung, BIM und Simulation,
- Kollaboration und Interoperabilität,
- Visualisierung, virtuelle und gemischte Realität,
- Kommunikation und Internet of Things,
- Informationssicherheit,
- Sensorik, Aktorik und Automatisierung sowie
- Robotik und additive Bauweise/Fertigung,

die als Treiber der Digitalisierung dienen, im Kontext des Bauwesens einzusetzen. Die Absolvent_innen sind in der Lage, diese Techniken und Methoden unter anderem für folgende Aufgaben im Bauwesen einzusetzen:

- Simulation der Bauprozesse (Ressourcen, Zeit, Kosten) durchführen,
- Logistikplanung (Örtlichkeiten, just-in-time),
- Digital unterstützte Überwachungs- und Controlling-Routinen, Regelkreise,
- Digitale, auch bildgebende Dokumentation inklusive Reporting und Benchmarking,
- 3D-Modellierung des Gebäudes bzw. der baulichen Infrastrukturmaßnahme,
- Simulationsunterstütztes Planen Bauen und Betreiben zur Zielerreichung und Vertragserfüllung und
- Circular Construction Economy.

Kognitive und praktische Kompetenzen Absolvent_innen erkennen das Potential informationstechnologischer Konzepte für das Bauwesen, sie verfügen über die Kompetenz zur Implementierung dieser Konzepte im Bauwesen und können die Risiken und Folgen dieser Umsetzung auch im Sinne des Lebenszyklusmanagements und der Nachhaltigkeit abschätzen. Mit diesen Kompetenzen verfügen sie über ein ganzheitliches Verständnis für die Digitalisierung im Bauwesen und treiben den digitalen Transformationsprozess im Hoch- und Tiefbau voran. Somit tragen sie zur Steigerung der Effizienz, Qualität und Nachhaltigkeit des Bauwesens bei.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen Absolvent_innen können existierende Methoden und Technologien der Digitalen Transformation kritisch bewerten und gegebenenfalls verbessern. Sie sind sich der gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimensionen und Verantwortung ihrer Tätigkeit bewusst. Durch die englischsprachige Ausbildung und Zusammenarbeit mit internationalen Mitstudierenden sind sie es gewöhnt, in multikulturellen und diversen Teams zu arbeiten. Sie sind fähig und bereit zur stetigen fachlichen Weiterbildung und zur Übernahme von Führungsverantwortung. Ausgehend von der inhärenten Kooperationskultur zwischen den durchführenden Universitäten sind sie darin geübt fächer- und institutionsübergreifend zu arbeiten.

§3 Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

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

§4 Unterrichts- und Prüfungssprache

Unterrichts- und Prüfungssprache ist Englisch.

§5 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus. Jedenfalls fachlich in Frage kommend sind die Bachelorstudien *Bauingenieurwesen* und *Informatik* sowie *Industrial Data Science* und *Rohstoffingenieurwesen* der Montanuniversität Leoben.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können alternative oder zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums zu absolvieren sind.

Die Unterrichtssprache ist Englisch. Studienbewerber_innen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Englischkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen vorausgesetzt.

Die Zulassung zum Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* setzt weiters den Erhalt eines Studienplatzes gemäß der von den Rektoraten der *Technischen Universität*

Wien und der *Montanuniversität Leoben* erlassenen Verordnungen über das Aufnahmeverfahren für das Masterstudium *Digital Civil Engineering Science* voraus.

§6 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 *Digital Civil Engineering Science* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen. Die mit Stern markierten Prüfungsfächer sind entsprechend der Vorbildung der Studierenden (entweder Bauingenieurwesen oder Informatik) zu absolvieren: Studierende mit Informatik-Vorbildung müssen das Prüfungsfach *Civil Engineering Foundations* absolvieren, Studierende mit Bauingenieurwesen-Vorbildung das Prüfungsfach *Computer Science Foundations*. Zur Absolvierung eines Prüfungsfaches sind die ihm zugeordneten Module zu absolvieren.

Civil Engineering Foundations * (24,0 ECTS)

Building Processes and Economics
Building Technology
Geotechnics
Infrastructure
Mechanics and Structural Analysis

Computer Science Foundations * (24,0 ECTS)

Information Systems
Programming and Algorithms
Security and Privacy
Visual Computing

Digital Civil Engineering Core (33,0 ECTS)

Data Science
Integrated Building Information Modeling
Mixed Reality

Monitoring and Sensors
Project Digital Civil Engineering
Robotics

Digital Civil Engineering Advanced (24,0 ECTS)

Digital Engineering
IT in Engineering

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Masterarbeit (30,0 ECTS)

Siehe Abschnitt §10.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Digital Civil Engineering Science* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Building Processes and Economics (4,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich der baubetrieblichen Planung, der Organisation und Abwicklung von Bauvorhaben und Digitalisierung, der Modellierung und Simulation von Bauprozessen, der Kalkulation und Kostenrechnung im Baubetrieb, des Managements und der Abwicklung von Bauvorhaben und dem Industriebau und der Projektentwicklung unter dem Aspekt integraler Planungen.

Building Technology (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich der Bau- und Gebäudetechnik sowie numerischen Simulationsmethoden für die Analyse der gebauten Umwelt. Es betrachtet Innenraumqualität, Dauerhaftigkeit von Konstruktionen und die Auswirkungen gesellschaftlicher Veränderungen auf Gebäude und Infrastruktur. Numerische Methoden werden zur Prognose von Klima, Verhalten in Gebäuden und Auswirkungen auf Konstruktionen und Energieversorgung angewendet.

Geotechnics (4,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich den Grundlagen der Boden- und Felsmechanik, der Charakterisierung von Locker- und Festgestein als Baustoff, den maßgebenden geotechnischen Kennwerten und deren Ermittlung. Die in Feld- und Laborversuchen ermittelten Daten werden zur Parametrisierung von Boden und Fels für analytische und numerische Berechnungsverfahren typischer geotechnischer Fragestellungen genutzt.

Infrastructure (4,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich in Bezug auf Verkehrsinfrastruktur (Straße/Schiene/Tunnel) den Grundlagen zu Planung und Projektierung, Dimensionierung sowie zu Eigenschaften und Anwendung wesentlicher Baustoffe und Konstruktionen. Der Aspekt der Kreislaufwirtschaft wird dabei berücksichtigt.

Mechanics and Structural Analysis (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich den Grundkonzepten der Mechanik, mit einem besonderen Augenmerk auf die Analyse des Lastabtragungs- und Verformungsverhaltens von Baukonstruktionen, und umfasst somit im Bauingenieurwesen häufig behandelte Rand- und Anfangswertprobleme.

Information Systems (6,0 ECTS) Das Modul widmet sich dem Aufbau und der Funktion von Informationssystemen. Insbesondere stellt es die Grundkonzepte der Modellierung, Speicherung, Manipulation und Analyse von Daten in Informationssystemen vor, mit besonderem Fokus auf die Anwendung von Datenbankmanagementsystemen.

Programming and Algorithms (8,0 ECTS) Das Modul widmet sich den Grundlagen der Programmierung. Es richtet sich an Programmieranfänger_innen und bildet die Basis für die weitere Informatikausbildung. Der Schwerpunkt liegt auf einer systematischen Vorgehensweise beim Programmieren und dem Entwurf von Algorithmen. Studierende erwerben neben Fachkenntnissen vor allem praktische Fertigkeiten in der Programmierung. Abstrakte Denkweisen werden gefördert.

Security and Privacy (5,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich den Grundlagen der IT-Sicherheit. IT-Sicherheit ist ein kritisches Element erfolgreicher IT-Projekte. Trotz funktional gut ausgeführter Projekte können diese bei schweren Sicherheitsproblemen je nach Anwendungsgebiet geschäftsschädigende Auswirkungen haben. Die Studierende sollen in der Lage sein, diese Sicherheitsprobleme zu erkennen und Sicherheitsmaßnahmen anzuwenden, um IT-Projekte auch aus Sicherheitssicht erfolgreich abzuschließen.

Visual Computing (5,0 ECTS) Das Modul widmet sich den Grundkonzepten der Themengebiete Bildverarbeitung, Computer Vision, Computergraphik und 3D Modellierung. Es umfasst somit Techniken zur Erzeugung, Speicherung und Verarbeitung visueller Daten in 2D und 3D.

Data Science (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich den Zielsetzungen, Anforderungen und Methoden der Informationsgewinnung aus Daten. Dies umfasst die statistischen Grundlagen von datengetriebenen Verfahren, Ansätze mit und ohne Supervision sowie ausgewählte Verfahren des Maschinellen Lernens. Wesentliche Inhalte sind auch Modellselektion und Validierung, um zuverlässige Schlüsse aus Daten ziehen zu können.

Integrated Building Information Modeling (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich der Datenstrukturgrundlage im Bauwesen und den Grundlagen der lebenszyklusorientierten BIM-Planung. Ein Fokus liegt bei der Generierung und Validierung eigener Daten auf Basis der IFC-Datenstruktur. Den zweiten Fokus bildet die BIM-gestützte Lebenszyklusplanung sowie Werkzeuge und Schnittstellen für Kostenplanung, Ökobilanzierung, Kreislaufwirtschaft und Gebäudezertifizierung behandelt.

Mixed Reality (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich dem Thema Virtual and Augmented Reality (VR/AR). Es werden Grundkenntnisse über VR/AR Hardware und Software, 3D-Input- und Output-Methoden, userspezifische Aspekte, Usability und psychologische Aspekte vermittelt. Darüber hinaus wird ein Überblick über aktuelle Forschungsgebiete gegeben. Kenntnisse in allen diesen Gebieten sind notwendig, um sinnvolle VR/AR-Applikationen zu entwickeln.

Monitoring and Sensors (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich den Grundlagen des Monitorings mittels Sensoren. Es beinhaltet die Auswahl der optimalen Messinstrumente, deren ideale Positionierung sowie die Interpretation der Messergebnisse. Darüber hinaus erfolgt die Anwendung an geotechnischen Problemstellungen bei Untertage-Infrastrukturen.

Project Digital Civil Engineering (3,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich einem kleinen Projekt, in dem Studierende mit unterschiedlicher Vorbildung gemeinsam arbeiten und dabei die unterschiedlichen Disziplinkulturen kennenlernen sollen.

Robotics (6,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich modernen Methoden der Robotik. Aufbauend auf eine Einführung in die Grundlagen der Roboterkinematik, Dynamik und Simulation, werden Regelungs-, Planungs-, Navigations- und Kartierungsalgorithmen vorgestellt und getestet. Darüber hinaus werden maschinelle Lernmethoden zur Bewegungskoordination und zum Modelllernen behandelt. Die praktischen Anwendungen basieren auf der modernen und in der Industrie weit verbreiteten Entwicklungsumgebung genannt „Robot Operating System“ ROS2.

Digital Engineering (8,0–16,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich der vertieften Behandlung der Digitalisierung im Bauwesen mit besonderem Fokus auf den bauingenieur-nahen Fächern sowie dem praxisnahen Einsatz der IT.

IT in Engineering (8,0–16,0 ECTS) Dieses Modul widmet sich der Vertiefung der für die verstärkte Digitalisierung des Bauwesens erforderlichen IT-Kenntnisse.

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

§7 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 §8) festgelegt.

Beschreibung von Lehrveranstaltungstypen:

an der Technischen Universität Wien

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätzen vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich

und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.

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

an der Montanuniversität Leoben

- EX:** Exkursionen tragen zur Veranschaulichung und Vertiefung des Unterrichts bei.
- GU:** In Geländeübungen wird die selbstständige Durchführung von Datenaufnahme und fachspezifischen Experimenten im Gelände zur Kartierung des Untergrunds vermittelt.

- IV:** Integrierte Lehrveranstaltungen sind Kombinationen von Vorlesungen mit Lehrveranstaltungen gemäß Absatz 1, 4 bis 7 (Exkursionen (EX), Konversatorien (KO), Privatissima (PV), Repetitorien (RE) oder Seminaren (SE)), die didaktisch eng miteinander verknüpft sind und gemeinsam beurteilt werden. Integrierte Lehrveranstaltungen sind innerhalb eines Semesters abzuschließen.
- KO:** Konversatorien sind Lehrveranstaltungen in Form von Diskussionen und Anfragen an die Lehrenden.
- PV:** Privatissima sind spezielle Forschungsseminare für Studierende im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Abschlussarbeiten.
- RE:** Repetitorien sind Wiederholungskurse, die den gesamten Stoff einer oder mehrerer Lehrveranstaltungen umfassen. Den Studierenden ist in Repetitorien Gelegenheit zu geben, Wünsche über die zu behandelnden Teilbereiche zu äußern.
- SE:** Seminare dienen der wissenschaftlichen Diskussion. Von den Teilnehmer_innen werden eigene Beiträge geleistet.
- UE:** In Übungen sind konkrete Aufgabenstellungen rechnerisch, konstruktiv oder experimentell zu bearbeiten.
- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, bei denen die Wissensvermittlung durch Vortrag der Lehrenden erfolgt. Die Prüfung findet in einem einzigen Prüfungsakt statt, der mündlich oder schriftlich oder schriftlich und mündlich stattfinden kann.
- VU:** Vorlesungen mit integrierten Übungen sind Lehrveranstaltungen, die aus einem prüfungsimmanenten Übungsteil und einem Vorlesungsteil bestehen, der in einem Prüfungsakt geprüft wird. Der Übungs- und der Vorlesungsteil werden gemeinsam beurteilt. Die positive Absolvierung des Übungsteils ist Voraussetzung für den Antritt zur Teilprüfung über den Vorlesungsteil. Vorlesungen mit integrierten Übungen bieten neben der Einführung in Teilbereiche des Faches oder Moduls und deren Methoden auch Anleitungen zum eigenständigen Wissenserwerb oder zur eigenständigen Anwendung in Beispielen. Der minimale Vorlesungs- bzw. Übungsanteil darf ein Viertel des Gesamtumfanges der gesamten Lehrveranstaltung nicht unterschreiten.

§8 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 Masterarbeit und

3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung (Defensio). Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* sowie gemäß § 29 und § 35 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Montanuniversität Leoben* und dient der Präsentation und Verteidigung der Masterarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und gemäß § 34 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Montanuniversität Leoben* 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 Masterarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß § 72a UG.

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

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

Zusätzlich können bei an der Technischen Universität Wien abgehaltenen Lehrveranstaltungen zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen und § 15 (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. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

§9 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Digital Civil Engineering Science* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

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

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ.

Zur Unterstützung der Studierbarkeit werden die Pflichtlehrveranstaltungen der ersten beiden Semester in einem Blended-Learning-Konzept abgehalten, da es in den ersten beiden Semestern Pflichtlehrveranstaltung an allen beteiligten Universitäten gibt. In diesen Semestern finden vereinzelt Präsenzwochen an den beteiligten Universitäten sowie Online-Learning zwischen den Präsenzterminen statt.

§10 Masterarbeit

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

Das Prüfungsfach *Masterarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Masterarbeit), die mit 25 ECTS-Punkten bewertet wird, einem „Seminar Masterarbeit“ im Ausmaß von 3 ECTS-Punkten sowie aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 2 ECTS-Punkten.

Die Masterarbeit ist in englischer Sprache abzufassen.

§11 Akademischer Grad

Den Absolvent_innen des Masterstudiums *Digital Civil Engineering Science* wird der akademische Grad „Master of Science“ – abgekürzt „MSc“ – verliehen.

§12 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Digital Civil Engineering Science* erfolgt entsprechend den jeweiligen Bestimmungen der Technischen Universität Wien oder der Montanuniversität Leoben für die an der jeweiligen Universität abgehaltenen Lehrveranstaltungen.

§13 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2025 in Kraft.

A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist im §7 *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 9 im Detail erläutert.

Building Processes and Economics

Regelarbeitsaufwand: 4,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende bauwirtschaftliche Definitionen wiederzugeben, die Abwicklung von Bauvorhaben zu beschreiben, Ansätze zur Projektorganisation wiederzugeben sowie den Ablauf eines Vergabeverfahrens zu beschreiben. Weiters können sie Begriffe und Grundlagen der Kosten- und Terminplanung als auch der Grundlagen der Kalkulation und Preisbildung wiedergeben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die Problemstellungen und Gesamtzusammenhänge in der Bauwirtschaft zu verstehen, grundlegende vertragsrechtliche Prinzipien wiederzugeben sowie Preisermittlungen mittels Kalkulationsformblätter vorzunehmen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, neue Methoden und Modelle der Projektabwicklung kritisch zu hinterfragen sowie die Fähigkeit ganzheitlicher Denkansätze zu fördern.

Inhalt:

- Allgemeine Einführung in die Bauwirtschafts- und Volkswirtschaftslehre,
- Projektphasen – von der Projektidee bis zur Inbetriebnahme,
- Rechtliche Grundlagen und Vertragsrecht,
- Ausschreibung und Vergabe,
- Angebotsbearbeitung des Bieters,
- Bauverträge,
- Bauvorbereitung und Risiken,
- Projektmanagement,
- Kosten- und Terminplanung sowie
- Kalkulation und Preisfindung.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/3,0 VO Building Processes and Economics

Building Technology

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Komponenten der Bautechnik und Gebäudetechnik zu beschreiben, wesentliche Zusammenhänge zu Komfort, Energieverbrauch und Ökobilanz zu formulieren und zu berechnen sowie auf Basis einer Aufgabenstellung von Teilen des Gesamtsystems Modelle für Personen, Bauteile, Gebäude, Mobilitätssysteme und der Infrastruktur auszuwählen. Weiters können sie den Aufbau eines digitalen Zwillings eines Gebäudes zur Prognose der Systemperformance begleiten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, interdisziplinäre Teams bei der Modellierung von Bautechnik und Gebäudetechnik zu unterstützen sowie die Anwendbarkeit von verschiedenen Performance-Berechnungsmethoden auf ein bestimmtes Problem im Bauingenieurwesen zu bewerten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, allein und in kleinen Gruppen Fragestellungen zu analysieren, die den Aufbau eines digitalen Zwillings benötigen, Lösungen zu erarbeiten sowie einfache Umgebungen zu erstellen. Weiters können sie analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken.

Inhalt:

- Einführung in die Bau- und Gebäudetechnik,
- wesentliche Komponenten von Baukonstruktionen und Gebäudetechniksystemen, Performance-Indikatoren und Modelle für diverse Teilsysteme,
- numerische Simulationsmethoden zur Erforschung der bebauten Umwelt (Prognosen zu Klimaeinflüssen, Verhaltensweisen in Gebäuden und den Auswirkungen auf Bauwerke und Energieversorgungssysteme),
- Methoden zur Identifikation unbekannter Parameter,
- Einsatz von Datenbanken für Monitoring und Prognosen sowie
- Visualisierung von Prognoseergebnissen zur Entscheidungsunterstützung.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VO Building Technology

Geotechnics

Regelarbeitsaufwand: 4,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, zu erkennen, ob ein geologisches Material ein Boden oder ein Fels ist und dies auch zu begründen sowie zu bestimmen, welche Parameter zur Parametrisierung von Boden- und Gesteinsmaterialien erforderlich sind. Weiters können sie grundlegende Boden- und Gesteinsdaten im Gelände erheben, als auch im Labor bestimmen. Die Studierenden können außerdem Feld- und Labordaten zur Parametrisierung von Boden- und Felsmaterialien für analytische und numerische Berechnungsverfahren typischer geotechnischer Fragestellungen nutzen sowie Programme auf konkrete Fragestellungen anwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, das Potential für Fehler, Unsicherheit und Heterogenität der im Feld erhobenen Daten zu prüfen, zu entscheiden, welche analytische oder numerische Lösung hinsichtlich des angetroffenen Materials und der zu untersuchende geotechnische Fragestellung am besten geeignet ist, sowie die Ergebnisse der Berechnungen hinsichtlich Plausibilität zu beurteilen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, als Team Boden- und Gesteinsdaten in situ zu sammeln und auszuwerten sowie eine geotechnische Fragestellung kritisch durchzudenken, um zu erkennen, welche geotechnischen Lösungen dafür geeignet sind.

Inhalt:

- Art und Herkunft der geologischen Materialien,
- Boden als Baumaterial: Quantifizierung, Erkundung des Baugrunds, Laborversuche, Verhalten,
- Gestein als Baumaterial: Quantifizierung, Erkundung des Baugrunds, Laborversuche, Gebirgsverhalten,
- Geo- und bautechnische Problemstellungen: Gründungen, Böschungstabilität und Baugruben sowie
- Analytische und numerische Berechnungsverfahren zur Lösung von geotechnischen Fragestellungen.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Geotechnics

1,0/1,0 UE Geotechnics field and lab work (ZaB and Geotechnical Lab)

Infrastructure

Regelarbeitsaufwand: 4,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen zur Planung, Projektierung und Erhaltung der Straßen-, Schienen- und Tunnelinfrastruktur sowie deren Dimensionierung zu kennen und zu verstehen. Weiters kennen sie die Eigenschaften und die Anwendung wesentlicher Baustoffe und Konstruktionsweisen unter Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Dokumente, Pläne und sonstige Unterlagen zur Planung und Projektierung, insbesondere in Bezug auf Digitalisierungsmöglichkeiten gemeinsam mit Fachkolleg_innen zu bewerten und Instrumente der Planung und Projektierung sachverständig weiterzuentwickeln. Ebenso gilt dies für aktuelle Normen und Richtlinien zu Dimensionierung, zu Materialien und Bautechnik sowie im Überblick auch der Anlagen- und Maschinentechnik beim Infrastrukturbau sowie deren Betrieb und Erhaltung.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, selbstverantwortlich in interdisziplinären Teams zu arbeiten. Sie haben ein Verständnis der technischen Sprache der anderen Fachdisziplin und Bereitschaft zur vertieften Erklärung von Grundlagen der eigenen Fachdisziplin.

Inhalt:

- Erforderliche Schritte im Planungsablauf von der Projektidee bis zur Projektrealisierung festlegen,
- Einführung zu Infrastrukturbauwerken Straße/Schiene/Tunnel, rechtliches und normatives Umfeld,
- Planung und Projektierung inkl. Überblick zum Ablauf und zu Entwurfsgrundlagen,
- Material-, Bau- sowie Maschinentechnik,
- Dimensionierung sowie
- Erhaltung und Erneuerung insbesondere in Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft,
- Sicherheitskonzepte für Untertage-Infrastrukturen,
- aerodynamische Anforderungen für Untertage-Infrastrukturen,
- Querschnitte für Untertage-Infrastrukturen sowie
- BuS-Ausstattung für Untertage-Infrastrukturen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Modul Geotechnics

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,5/2,0 VO Infrastructure Fundamentals

1,5/1,0 VO Infrastructure Tunneling

Mechanics and Structural Analysis

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, für die im Bauingenieurwesen häufig verwendete Rand- und Anfangswertprobleme entsprechende Lösungskonzepte anzuwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Grundgleichungen und semi-analytische Lösungskonzepte von Rand- und Anfangswertprobleme anzuwenden.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Aufgaben selbständig zu lösen sowie die berechneten Ergebnisse zu kontrollieren, aufzubereiten, zu kommunizieren und zu begründen.

Inhalt:

- Grundgleichungen, Anwendungsgrenzen und Lösungskonzepte zu Rand- und Anfangswertproblemen:
 - gekoppelte gewöhnliche oder partielle Differentialgleichungssysteme,
 - Randbedingungen (bei Randwertproblemen) sowie
 - Anfangsbedingungen (bei Anfangswertproblemen).
- Behandelte Theorien:
 - Dreidimensionale Thermo-Elastizitätstheorie,
 - Viskoelastizität,
 - Stabtheorie I. Ordnung,
 - Stabtheorie II. Ordnung,
 - Kirchhoffsche Plattentheorie I. Ordnung sowie
 - Wärmeleitung.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VO Mechanics and Structural Analysis

Information Systems

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden in der Lage, Konzepte der UML-Objekt- und Klassendiagramme sowie verschiedener Informations- und Datenmodelle und Formate zu interpretieren, in natürlicher Sprache beschriebene Sachverhalte zu abstrahieren, auf die relevanten Merkmale zu reduzieren und in den zuvor genannten Sprachen zu modellieren bzw. zu formatieren sowie Daten in verschiedenen Datenmodellen zu manipulieren und abzufragen. Weiters können sie den Ablauf des Zusammenführens von Daten aus verschiedenen (externen) Datenquellen beschreiben und die Integration der darin enthaltenen Daten planen als auch verschiedene Methoden der Datenanalyse unterscheiden und deren Vorgehensweise erklären. Die Studierenden können außerdem grundlegende formale Abhängigkeiten benennen und zur Beschreibung von einfachen Beziehungen und Einschränkungen anwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die methodischen Ansätze auf konkrete Aufgabenstellungen umzusetzen, Systeme und Sachverhalte mittels formaler konzeptueller Modelle zu beschreiben und zu dokumentieren sowie Vor- und Nachteile verschiedener Datenmodelle und Analysemethoden für konkrete Anwendungen beurteilen und darauf basierend eine geeignete Auswahl zu treffen. Weiters können sie Datenbanksysteme und Abfragesprachen zur Verwaltung und Verarbeitung von Daten einsetzen sowie diesen Einsatz planen, Daten aus verschiedenen Quellen sammeln und verarbeiten sowie Softwarebibliotheken zum Erstellen und Evaluieren von Analysemodellen einsetzen. Die Studierenden können außerdem Probleme bei der Modellierung und Planung datenbasierter Artefakte (z.B. von Schemata, Datenintegrationsprozessen, etc.) identifizieren, deren Qualität bewerten und verschiedene Lösungen vergleichen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, zu den vorgestellten Themen mittels der entsprechenden Fachbegriffe zu diskutieren, Fachliteratur zu den Themen einzuordnen, zu bewerten und zur vertiefenden Auseinandersetzung zu verwenden sowie umfangreichere Aufgabenstellungen eigenverantwortlich zu lösen.

Inhalt:

- Grundlagen von Informationssystemen und Datenmodellen,
- Konzeptueller Entwurf und Modellierung mittels UML Klassen- und Objektdiagramm,
- das relationale Datenmodell inklusive relationaler Abfragesprachen (SQL),
- semistrukturierte Datenmodelle und ihre Verarbeitung,
- Grundkonzepte der Datenintegration,
- Datenaustausch unter Verwendung (standardisierter) Schnittstellen,
- grundlegende Methoden der Datenanalyse und Modellvalidierung sowie
- (relationale) Abhängigkeitstheorie.

Erwartete Vorkenntnisse:

Modul Programming and Algorithms

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Information Systems

Programming and Algorithms

Regelarbeitsaufwand: 8,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, wichtige Konzepte einer aktuellen Programmiersprache zu beschreiben. Weiters können sie bei der Erstellung von Programmen systematisch vorgehen und ausgewählte Algorithmen und Datenstrukturen nachvollziehen und einsetzen. Die Studierenden können außerdem häufige Fehlerquellen erkennen und einfache Techniken zur Qualitätssicherung einsetzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Inhalte einfacher natürlichsprachiger Programmieraufgaben in ausführbare Programme umzusetzen. Weiters können sie einfache Algorithmen entwerfen und programmieren. Die Studierenden können außerdem geeignete Werkzeuge in der Programmierung einsetzen und vorhandene Software-Bibliotheken einbinden.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, einfache Programmieraufgaben selbständig zu lösen, in kleinen Teams zusammenzuarbeiten, sowie Programmeigenschaften zu kommunizieren.

Inhalt:

- Grundlegende Programmierkonzepte (Variablen, Datentypen, Schleifen, Verzweigungen),
- Funktionen und Rekursion,
- Listen und Dictionaries,
- Testen, Debuggen,
- Ausnahmen,
- Klassen und OOP,
- Komplexität von Algorithmen,
- ausgewählte Algorithmen und Datenstrukturen sowie
- Einbindung von Bibliotheken.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

8,0/5,5 VU Programming and Algorithms

Security and Privacy

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die größten Herausforderungen in aktuellen IT-Systemen im Bereich der Security und Privacy zu beschreiben. Weiters können sie die grundlegenden Konzepte und Eigenschaften von Technologien und Tools zum Schutz moderner IT-Systeme und der Privacy ihrer Nutzer zu erläutern. Sie können außerdem einfache Klassen von Sicherheitslücken und deren Auswirkungen auf die Sicherheit von IT-Systemen erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die Denkweise von Angreifer_innen nachzuvollziehen und einfache Attacks zu realisieren sowie die grundlegende Best-Practice Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, bei IT-Projekten die potenziellen Sicherheitsrisiken einzuschätzen sowie die Relevanz von diesen Sicherheitsaspekten an weitere Projektbeteiligte zu kommunizieren.

Inhalt:

- Grundlagen der symmetrischen Kryptographie,
- Grundlagen der asymmetrischen Kryptographie,
- One-Way-Hashfunktionen und Message Authentication Codes,
- Digitale Signaturen, elektronische Zertifikate und Public-Key-Infrastrukturen (PKI),
- Identifikations- und Authentifikationsverfahren,
- Grundlagen von Netzwerken,
- Firewall-Systeme,
- E-Mail-Sicherheit und Verschlüsselung (PGP und S/MIME),
- Grundlegende Technologien des Internets: Protokolle, Sprachen und Anatomie einer Web-Anwendung,
- Web-Angriffe,
- Technologie zum Schutz der Privacy im Internet sowie
- Malware und entsprechende Schutzmechanismen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Modul Programming and Algorithms

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/3,0 VU Security and Privacy

Visual Computing

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Studierende sind in der Lage, die Konzepte und Techniken im Bereich Visual Computing mit fachspezifischer Terminologie zu beschreiben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Studierende sind in der Lage, einfache Techniken der Bildverarbeitung, Computer Vision und Computergraphik methodisch umzusetzen sowie dreidimensionale Objekte zu modellieren und visuell darzustellen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Studierende sind in der Lage, Aufgaben in Visual Computing selbständig und fristgerecht zu lösen sowie die erstellten Lösungen zu kommunizieren und zu begründen.

Inhalt:

- 2D-Aufnahmeverfahren: Digitale Bildaufnahme, Sensorik, Bildformate, Kompression,
- 3D-Aufnahmeverfahren: Sensorik, Formate,
- Bildoperationen: Punktoperationen, lokale und globale Operationen,
- radiometrische und Geometrische Transformationen (2D und 3D),
- grafische Repräsentationen und Primitive,
- Rendering Pipeline,
- Beleuchtungsmodelle,
- Farben und Farbmodelle,
- Computer-Aided Design,
- Merkmalsextraktion,
- Image Matching,
- Virtual und Mixed Reality,
- Anwendungen, Probleme und Stand der Technik verschiedener Visual Computing Themengebiete sowie
- Machine Learning für Visual Computing Anwendungen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Modul Programming and Algorithms

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/3,5 VU Visual Computing

Data Science

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, wesentliche Methoden der Data Science anzuwenden, die statistischen Grundlagen zu erläutern und daraus die Zuverlässigkeit von erzielten Ergebnissen zu beurteilen sowie typische Algorithmen des Maschinellen Lernens anzuwenden und ihre Auswahl zu argumentieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, in Projekten Zielsetzungen aus der Sicht der Data Science zu formulieren und Evaluierungsmöglichkeiten zu beurteilen. Weiters können sie Methoden der Data Science mit Hilfe von Software-Paketen effizient umsetzen und die Ergebnisse quantitativ bewerten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vorgestellten Themen mittels der entsprechenden Fachbegriffe zu diskutieren, Fachliteratur zu den Themen einzuordnen, zu bewerten und zur vertiefenden Auseinandersetzung zu verwenden sowie umfangreichere Aufgabenstellungen eigenverantwortlich zu lösen.

Inhalt:

- Ziele und Motivation der Data Science,
- statistische Grundlagen von datengetriebenen Verfahren,
- supervised und unsupervised Ansätze,
- ausgewählte Verfahren des Maschinellen Lernens sowie
- Modellselektion und Validierung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Foundation-Module

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Data Science Lab

Integrated Building Information Modeling

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die Standard-Datenstruktur IFC (Industry Foundation Classes) zu verstehen, zu beschreiben, zugehörige Daten in diesem Format zu generieren und zu validieren sowie die Datenstruktur in Kontext eines openBIM-Projekts anzuwenden. Weiters können verschiedene

Strukturen und Ebenen zur Implementierung von BIM über den Lebenszyklus eines Gebäudes, Methoden zur BIM-gestützten lebenszyklusorientierten Planung sowie Methoden zur Erstellung von physischen BIM-Modellen, strukturellen BIM-Modellen und Digital Twins beschreiben und erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Daten im IFC-Datenformat im Kontext eines openBIM-Projekts programmiertechnisch zu generieren, entsprechende Prüfregele zu entwickeln, sowie Lastenhefte und Backlogs zu erstellen. Weiters können sie verschiedene BIM-Modellierungstools und deren Zwecke erkennen, als auch verschiedene Simulationswerkzeuge und -methoden für verschiedene Zwecke der Lebenszyklusoptimierung spezifizieren (z.B. Kostenplanung, Ökobilanz und Kreislaufwirtschaft, Energieausweis, Gebäudezertifizierung).

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die Datenstruktur zu diskutieren und Anforderungen sowie die programmiertechnische Umsetzbarkeit zu bewerten und zu besprechen (zur Erstellung eines Lastenhefts bzw. eines Backlogs). Weiters können sie in Gruppen unterschiedlicher Disziplinen mit interdisziplinäre Kommunikations- und Koordinationsfähigkeiten die Fachsprache wiedergeben.

Inhalt:

- Grundlagen der IFC-Datenstruktur,
- Programmieren von Prüfregele und Validierungsregeln für IFC,
- Definierung von Anforderungen an die IT-Umsetzung (Lastenheft, Backlog),
- Grundlagen der lebenszyklusorientierten Planung (Planungsphasen, Umfang von Planungsleistungen lt. Normen und Honorarordnungen),
- Konzeptualisierung und Implementierung von BIM im Lebenszyklus (BIM-Dimensionen, BIM-Entwicklungsstufen),
- Werkzeuge und Schnittstellen für BIM-gestützte Lebenszyklusplanung (Kostenplanung, Ökobilanzierung, Kreislaufwirtschaft, Gebäudezertifizierung),
- Modellierungsmethodik für physische BIM-Modelle, strukturelle BIM-Modelle und Digital Twin sowie
- Anwendungsfälle für BIM.

Erwartete Vorkenntnisse:

Foundation-Module

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/3,0 SE BIM Data Structure

3,0/3,0 SE BIM for Life Cycle

Mixed Reality

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, neue Arten der Interaktion, neue Schnittstellen, aufkommende Technologien im Bereich der Post-WIMP-Interaktion, Tracking-Technologien, Display-Technologien, verteilte VR/AR-Systeme, grundlegende Konzepte wie Tracking, Stereo-Rendering-Techniken, verteilte Grafik, 3D-Eingabe usw. zu benennen und zu erklären. Weiter können sie den Einsatz von VR/AR-Technologien in verschiedenen Kontexten und deren Auswirkungen einschätzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Koordinationsanwendungen mit innovativen Schnittstellen zu entwerfen, umzusetzen und zu bewerten. Sie können alternative Realisierungen in verschiedenen Bereichen des Ubiquitären Computings im Hinblick auf Relevanz, Angemessenheit und Nutzbarkeit vergleichen und bewerten. Weiters können sie kollaborative und verteilte virtuelle und erweiterte Realitätsanwendungen mit modernen 3D-Eingabe- und Ausgabegeräten nach dem Stand der Technik entwickeln.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, sich selbst zu organisieren, Eigeninitiative und Eigenverantwortlichkeit zu entwickeln. Sie können ihr individuelles Kreativitäts- und Innovationspotential (Neugierde) steigern. Weiters können sie, die eigenen Fähigkeiten und Grenzen reflektieren und Probleme formulieren sowie Lösungen entwickeln.

Inhalt:

- Einführung in Virtual und Augmented Reality sowie in nicht-traditionelle Interaktionstechniken
- Grundlagen über VR/AR-Hardware und -Software, Eingabe- und Ausgabetechnologien und -geräte, neue Interaktionsstile und Schnittstellen, benutzerspezifische Aspekte, Usability und psychologische Aspekte, greifbare Objekte, mobile Plattformen, eingebettete Sensoren und Displays sowie
- Überblick über aktuelle Forschung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Foundation-Module

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

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

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

Monitoring and Sensors

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, optimalen Messinstrumente für eine vorgegebene Herausforderung auszuwählen, die optimale Anordnung von Messinstrumenten festzulegen sowie Messergebnisse zu interpretieren und darauf aufbauend die erforderlichen baulichen Maßnahmen zu setzen. Weiters können sie Messergebnisse nutzen, um z.B. (geotechnische) Versagenszenarien zu erkennen und um (Untertage-)Infrastrukturen sicher errichten und betreiben zu können.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, das Potential für Fehler in der Auslegung eines Monitoringprogramms zu erkennen, die wesentlichen Schritte bei der Installation der verschiedenen Messinstrumentierungen zu prüfen sowie bauliche Maßnahmen auf Basis der Interpretationen der Monitoringergebnisse beurteilen zu können (z.B. im Zuge einer geotechnischen Aufgabenstellung).

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, im Team ein Monitoringsystem auszulegen sowie Interpretationen von Messergebnissen kritisch zu hinterfragen.

Inhalt:

- Monitoringsysteme,
- Auswahl der Monitoringsysteme auf Basis der anstehenden Gegebenheiten,
- Installieren der Monitoringsysteme,
- Messergebnisse und deren Interpretation sowie
- erforderliche bauliche Maßnahmen anhand von Fallbeispielen (im Tief- und Tunnelbau).

Erwartete Vorkenntnisse:

Foundation-Module

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Monitoring

1,0/1,0 UE Monitoring Project ZaB

2,0/2,0 IV Sensors from the perspective of digitisation

Project Digital Civil Engineering

Regelarbeitsaufwand: 3,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, ein kleines IT-Projekt im Bauwesen im Team zu analysieren, zu planen und fertigzustellen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, IT-Problestellungen im Bauwesen in Gruppen zu bearbeiten und Modelle anzuwenden.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig als auch in Teams zu arbeiten. Sie berücksichtigen in IT-Projekten die Themen Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Technikgeschichte, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management.

Inhalt:

- Bauwesen-bezogenes IT-Projekt

Einige der Themen Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Technikgeschichte, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management werden bei dieser Projektarbeit adressiert werden.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/3,0 PR Project Digital Civil Engineering

Robotics

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die für die Robotik maßgebenden Konzepte und Techniken mit fachspezifischer Terminologie zu beschreiben und zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Algorithmen und Methoden zur Regelung, Planung, Navigation, Kartierung und Modellierung in Robotikanwendungen algorithmisch umzusetzen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, gestellte Aufgaben selbstständig und fristgerecht zu lösen sowie die erstellten Lösungen kommunizieren und begründen.

Inhalt:

- Roboter-Kinematik, -Dynamik und -Simulation,
- Bewegungsrepräsentationen und maschinelle Lernmethoden zum Modelllernen,
- Roboterregelungstechnik und Optimierung,
- Kartierung, Planning und Navigation sowie
- Robot Operating System ROS2.

Erwartete Vorkenntnisse:

Foundation-Module

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Robotics

Digital Engineering

Regelarbeitsaufwand: 8,0–16,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, durch die Auswahl von Lehrveranstaltungen dieses Moduls einen Teil ihres Kompetenzprofils zu gestalten, indem sie sich fachlich vertiefen sowie sich außerfachliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aneignen. Die erworbenen Kompetenzen sind von den gewählten Lehrveranstaltungen abhängig.

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

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8,0 ECTS und maximal 16,0 ECTS aus der folgenden Liste zu wählen. Die über 16,0 ECTS hinaus absolvierten ECTS-Punkte verringern die zu absolvierenden ECTS-Punkte im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills*.

Montanuniversität Leoben

2,0/2,0 IV An Introduction to Building Information Modeling (BIM) in the Domain of Subsurface Engineering

3,0/2,0 IV Computer based calculations in the field of Subsurface Engineering

1,5/1,0 VO Conventional Underground Construction Methods

1,5/1,0 VO Cost Calculation and Construction Management

2,0/2,0 UE Exercises to Numerical Methods in Geotechnics

3,0/2,0 VO Geotechnical Survey

4,0/2,0 VO Numerical Methods in Geotechnics

TU Wien

3,0/2,0 VO Advanced numerical methods – basics

3,5/3,0 VO Advanced numerical methods – whole buildings

3,5/1,0 VU Advanced Visualization and Numerical Methods in City Science

3,0/2,0 VU Applied system dynamics modelling in transport

8,0/8,0 SE Integrated BIM Design Lab

3,0/2,0 VU Introduction into Research Data Management

2,0/1,0 VU Introduction to Digital Twins for Buildings and Cities

3,0/2,0 VU Methods and models in settlement and transport planning

3,0/2,0 VO Multiscale Material Modelling

3,0/2,0 VO Pavement Design and Modelling

3,0/2,5 VU Risk and Climate Impact

3,0/2,0 VU System analysis, strategic planning and policy modelling with system dynamics

IT in Engineering

Regelarbeitsaufwand: 8,0–16,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, durch die Auswahl von Lehrveranstaltungen dieses Moduls einen Teil ihres Kompetenzprofils zu gestalten, indem sie sich fachlich vertiefen sowie sich außerfachliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aneignen. Die erworbenen Kompetenzen sind von den gewählten Lehrveranstaltungen abhängig.

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

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8,0 ECTS und maximal 16,0 ECTS aus der folgenden Liste zu wählen. Die über 16,0 ECTS hinaus absolvierten ECTS-Punkte verringern die zu absolvierenden ECTS-Punkte im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills*.

Montanuniversität Leoben

2,0/1,5 IV Artificial Intelligence
6,0/5,0 IV Applied Machine and Deep Learning
2,5/2,0 VU Data Description Languages
4,0/3,0 IV Decision-Making and Risk Analysis
3,0/2,0 IV Digital Twins
3,0/2,0 IV ICT Applications in Logistics
5,0/3,0 IV Integrated CPS Project
5,0/4,0 IV Interactive Machine Learning
4,0/4,0 IV IoT Devices
5,0/4,0 VU Machine Learning Algorithms
4,0/3,0 IV Modelling and simulation in building materials technology
3,0/2,0 IV Technology and Innovation Management

TU Wien

3,0/2,0 VO 3D Vision
3,0/2,0 UE 3D Vision
6,0/4,0 VU Advanced Aspects of IT-Law
4,5/3,0 VU Advanced Methods for Regression and Classification
3,0/2,0 VU Advanced Model Engineering
3,0/2,0 PR Advanced Model Engineering
3,0/2,0 VU Advanced Software Engineering
6,0/4,0 PR Advanced Software Engineering
4,5/3,0 VU Algorithmic Geometry
6,0/4,0 VU Business Intelligence
4,5/3,0 VU Computer Vision
3,0/2,0 VU Data-oriented Programming Paradigms
3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing
6,0/4,0 VU Design Thinking: Explorative Prototyping
6,0/4,0 VU Design Thinking: Ideation
6,0/4,0 VU Enterprise and Process Engineering
3,0/2,0 VU Experiment Design for Data Science
6,0/4,0 VU Foundations of Ubiquitous Computing and IoT
3,0/2,0 VO Industrial Information Systems
2,0/2,0 UE Industrial Information Systems
3,0/2,0 VO Information Visualization
1,5/1,0 UE Information Visualization
3,0/2,0 VU Innovation
3,0/2,0 VU Introduction to Semantic Systems
3,0/2,0 VU IT-based Management
1,5/1,0 VU Law of IT-Contracts
4,5/3,0 VU Machine Learning
4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
3,0/2,0 VU Management of Software Projects

3,0/2,0 VU Modeling and Simulation
6,0/4,0 VU Model Engineering
3,0/2,0 VO Multimedia Interfaces
1,5/1,0 LU Multimedia Interfaces
3,0/2,0 VU Recommender Systems
6,0/4,0 PR Visual Computing Project 1
3,0/2,0 VU Visual Data Science
6,0/4,0 VO Visualization

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden können durch die Auswahl von Lehrveranstaltungen dieses Moduls einen Teil ihres Kompetenzprofils gestalten, indem sie sich fachlich vertiefen sowie sich außerfachliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aneignen.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden.

B Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

1. Semester (WS)

3,0/3,0 PR Project Digital Civil Engineering

Für Studierende mit Vorbildung in Informatik:

4,0/3,0 VO Building Processes and Economics

6,0/4,0 VO Building Technology

3,0/2,0 VO Geotechnics

1,0/1,0 UE Geotechnics field and lab work (ZaB and Geotechnical Lab)

2,5/2,0 VO Infrastructure Fundamentals

1,5/1,0 VO Infrastructure Tunneling

6,0/4,0 VO Mechanics and Structural Analysis

Für Studierende mit Vorbildung in Bauingenieurwesen:

6,0/4,0 VU Information Systems

8,0/5,5 VU Programming and Algorithms

5,0/3,0 VU Security and Privacy

5,0/3,5 VU Visual Computing

2. Semester (SS)

6,0/4,0 VU Data Science Lab

3,0/3,0 SE BIM for Life Cycle

3,0/3,0 SE BIM Data Structure

3,0/2,0 VO Monitoring

1,0/1,0 UE Monitoring Project ZaB

2,0/2,0 IV Sensors from the perspective of digitisation

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

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

6,0/4,0 VU Robotics

3. Semester (WS)

Digital Engineering (8,0–16,0 ECTS)

IT in Engineering (8,0–16,0 ECTS)

4. Semester (SS)

25,0 ECTS Masterarbeit

3,0 ECTS Seminar Masterarbeit

C Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen

Prüfungsfach „Civil Engineering Foundations *“ (24,0 ECTS)

Modul „Building Processes and Economics“ (4,0 ECTS)

4,0/3,0 VO Building Processes and Economics

Modul „Building Technology“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VO Building Technology

Modul „Geotechnics“ (4,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Geotechnics

1,0/1,0 UE Geotechnics field and lab work (ZaB and Geotechnical Lab)

Modul „Infrastructure“ (4,0 ECTS)

2,5/2,0 VO Infrastructure Fundamentals

1,5/1,0 VO Infrastructure Tunneling

Modul „Mechanics and Structural Analysis“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VO Mechanics and Structural Analysis

Prüfungsfach „Computer Science Foundations *“ (24,0 ECTS)

Modul „Information Systems“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Information Systems

Modul „Programming and Algorithms“ (8,0 ECTS)

8,0/5,5 VU Programming and Algorithms

Modul „Security and Privacy“ (5,0 ECTS)

5,0/3,0 VU Security and Privacy

Modul „Visual Computing“ (5,0 ECTS)

5,0/3,5 VU Visual Computing

Prüfungsfach „Digital Civil Engineering Core“ (33,0 ECTS)

Modul „Data Science“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Data Science Lab

Modul „Integrated Building Information Modeling“ (6,0 ECTS)

3,0/3,0 SE BIM Data Structure

3,0/3,0 SE BIM for Life Cycle

Modul „Mixed Reality“ (6,0 ECTS)

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

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

Modul „Monitoring and Sensors“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Monitoring

1,0/1,0 UE Monitoring Project ZaB

2,0/2,0 IV Sensors from the perspective of digitisation

Modul „Project Digital Civil Engineering“ (3,0 ECTS)

3,0/3,0 PR Project Digital Civil Engineering

Modul „Robotics“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Robotics

Prüfungsfach „Digital Civil Engineering Advanced“ (24,0 ECTS)

Modul „Digital Engineering“ (8,0–16,0 ECTS)

2,0/2,0 IV An Introduction to Building Information Modeling (BIM) in the Domain of Subsurface Engineering

3,0/2,0 IV Computer based calculations in the field of Subsurface Engineering

1,5/1,0 VO Conventional Underground Construction Methods

1,5/1,0 VO Cost Calculation and Construction Management

2,0/2,0 UE Exercises to Numerical Methods in Geotechnics

3,0/2,0 VO Geotechnical Survey

4,0/2,0 VO Numerical Methods in Geotechnics

3,0/2,0 VO Advanced numerical methods – basics

3,5/3,0 VO Advanced numerical methods – whole buildings

3,5/1,0 VU Advanced Visualization and Numerical Methods in City Science

3,0/2,0 VU Applied system dynamics modelling in transport

8,0/8,0 SE Integrated BIM Design Lab

3,0/2,0 VU Introduction into Research Data Management

2,0/1,0 VU Introduction to Digital Twins for Buildings and Cities

3,0/2,0 VU Methods and models in settlement and transport planning

3,0/2,0 VO Multiscale Material Modelling

3,0/2,0 VO Pavement Design and Modelling

3,0/2,5 VU Risk and Climate Impact

3,0/2,0 VU System analysis, strategic planning and policy modelling with system dynamics

Modul „IT in Engineering“ (8,0–16,0 ECTS)

2,0/1,5 IV Artificial Intelligence

6,0/5,0 IV Applied Machine and Deep Learning
 2,5/2,0 VU Data Description Languages
 4,0/3,0 IV Decision-Making and Risk Analysis
 3,0/2,0 IV Digital Twins
 3,0/2,0 IV ICT Applications in Logistics
 5,0/3,0 IV Integrated CPS Project
 5,0/4,0 IV Interactive Machine Learning
 4,0/4,0 IV IoT Devices
 5,0/4,0 VU Machine Learning Algorithms
 4,0/3,0 IV Modelling and simulation in building materials technology
 3,0/2,0 IV Technology and Innovation Management
 3,0/2,0 VO 3D Vision
 3,0/2,0 UE 3D Vision
 6,0/4,0 VU Advanced Aspects of IT-Law
 4,5/3,0 VU Advanced Methods for Regression and Classification
 3,0/2,0 VU Advanced Model Engineering
 3,0/2,0 PR Advanced Model Engineering
 3,0/2,0 VU Advanced Software Engineering
 6,0/4,0 PR Advanced Software Engineering
 4,5/3,0 VU Algorithmic Geometry
 6,0/4,0 VU Business Intelligence
 4,5/3,0 VU Computer Vision
 3,0/2,0 VU Data-oriented Programming Paradigms
 3,0/2,0 VU Deep Learning for Visual Computing
 6,0/4,0 VU Design Thinking: Explorative Prototyping
 6,0/4,0 VU Design Thinking: Ideation
 6,0/4,0 VU Enterprise and Process Engineering
 3,0/2,0 VU Experiment Design for Data Science
 6,0/4,0 VU Foundations of Ubiquitous Computing and IoT
 3,0/2,0 VO Industrial Information Systems
 2,0/2,0 UE Industrial Information Systems
 3,0/2,0 VO Information Visualization
 1,5/1,0 UE Information Visualization
 3,0/2,0 VU Innovation
 3,0/2,0 VU Introduction to Semantic Systems
 3,0/2,0 VU IT-based Management
 1,5/1,0 VU Law of IT-Contracts
 4,5/3,0 VU Machine Learning
 4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
 3,0/2,0 VU Management of Software Projects
 3,0/2,0 VU Modeling and Simulation
 6,0/4,0 VU Model Engineering
 3,0/2,0 VO Multimedia Interfaces
 1,5/1,0 LU Multimedia Interfaces

3,0/2,0 VU Recommender Systems
6,0/4,0 PR Visual Computing Project 1
3,0/2,0 VU Visual Data Science
6,0/4,0 VO Visualization

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

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

Prüfungsfach „Masterarbeit“ (30,0 ECTS)

3,0/2,0 SE Seminar Masterarbeit
25,0 ECTS Masterarbeit
2,0 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung (Defensio)