



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-  
lehrgang

Studienplan (Curriculum)  
für das  
Bachelorstudium  
Technische Mathematik  
UE 033 201

Technische Universität Wien  
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien  
mit Wirksamkeit 21. Juni 2021

Gültig ab 1. Oktober 2021

# Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage und Geltungsbereich	3
2. Qualifikationsprofil	3
3. Dauer und Umfang	5
4. Zulassung zum Bachelorstudium	5
5. Aufbau des Studiums	5
6. Lehrveranstaltungen	8
7. Studieneingangs- und Orientierungsphase	8
8. Prüfungsordnung	10
9. Studierbarkeit und Mobilität	11
10. Bachelorarbeit	11
11. Akademischer Grad	12
12. Qualitätsmanagement	12
13. Inkrafttreten	13
14. Übergangsbestimmungen	14
A. Modulbeschreibungen	15
B. Lehrveranstaltungstypen	35
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	36
D. Semesterempfehlung für schiefeinsteigende Studierende	38
E. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	40

# 1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das naturwissenschaftliche Bachelorstudium *Technische Mathematik* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 BGBl. I Nr. 120/2002 (UG) und dem Satzungsteil *Studienrechtliche Bestimmungen* der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung des Studiums orientieren sich an folgendem Qualifikationsprofil.

## 2. Qualifikationsprofil

Mathematik spielt seit Jahrhunderten eine wichtige Rolle in der Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Die Bedeutung der Mathematik als Schnittstelle zur Technik wurde durch die digitale Revolution im 20. Jahrhundert noch verstärkt.

Das Bachelorstudium *Technische Mathematik* vermittelt eine breite, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Grundausbildung, welche die Absolvent\_innen zur Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt:

- Forschung und Entwicklung in Industrie (z.B. klassische Ingenieurbereiche wie Maschinenbau und Elektrotechnik) und in der Informatik, sowie auch in Biologie und Medizin,
- Entwicklung und Vertrieb von Software für Industrie, Verwaltung, Dienstleister,
- Ansprechpartner\_innen für Fragen zur Modellierung und Computersimulation,
- Management in den o.g. Bereichen, sowie in der Verwaltung.

Typischerweise werden Absolvent\_innen und in diesen Bereichen als Mitarbeiter\_innen in einer Arbeitsgruppe tätig sein. Typische Aufgabenstellungen sind etwa:

- Auswahl und Entwicklung mathematischer Modelle, welche die reale Welt vereinfacht und abstrahiert abbilden, um eine computergestützte Behandlung zu ermöglichen,
- Analyse des Ressourcenaufwands und Optimierung von Algorithmen,
- Ansprechpartner\_innen an der Schnittstelle zwischen Mathematik, Technik, Informatik und praktischen Anwendungen; Kommunikation mit Ingenieur\_innen, Manager\_innen und Softwareentwickler\_innen.

Das Bachelorstudium *Technische Mathematik* befähigt insbesondere zu weiterführenden Studien in Mathematik, sowie eingeschränkt in fachverwandten Bereichen in Naturwissenschaften, Technik, Informatik und Wirtschaft.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Bachelorstudium *Technische Mathematik* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

**Fachliche und methodische Kompetenzen** Das Studium vermittelt wesentliche Kenntnisse und ein kritisches Verständnis der Mathematik und ihrer Anwendungen in den folgenden mathematischen Gebieten:

- Analysis
- Algebra
- Numerische Mathematik
- Programmieren und mathematische Software
- Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

In den Gebieten und Methoden, die für technisch-naturwissenschaftliche Problemstellungen relevant sind, werden vertieft Kenntnisse in mehreren der folgenden Themen vermittelt:

- Modellierung mit gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen,
- mathematische Theorie von Differentialgleichungen
- numerische Behandlung dieser Gleichungen
- Simulation und Optimierung technischer Prozesse
- diskrete Mathematik
- Geometrie
- praktische und theoretische Informatik

Das Studium vermittelt Grundkenntnisse in benachbarten Gebieten der Ingenieur- und Naturwissenschaften; die Studierenden treffen dabei eine Auswahl aus Themen der Elektrotechnik, Informatik, Physik und Mechanik.

**Kognitive und praktische Kompetenzen** Das Studium vermittelt wesentliche mathematischen Denk- und Arbeitsweisen vor allem in Hinblick auf den Einsatz der Mathematik in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Dazu zählen insbesondere:

- Erkennen von Strukturen, Abstraktionsvermögen
- logisches und algorithmisches Vorgehen
- kreativer Einsatz der gewonnenen Kenntnisse in konkreten Situationen
- eigenständiger Umgang mit modernen mathematischen Werkzeugen (z.B. Simulationssoftware, Programmiersprachen)
- Befähigung zum selbständigen Einarbeiten in neue fachrelevante Fragestellungen, Methoden und (vor allem englischsprachige) Literatur
- Fähigkeit zur Dokumentation von Lösungen und deren kritischer Evaluation
- Befähigung zur Kooperation mit Ingenieur\_innen und Naturwissenschaftler\_innen
- Kommunikation und Präsentation, auch auf Englisch

**Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen** Das breite Einsatzfeld von technischen Mathematiker\_innen und ihre meist interdisziplinäre Arbeitsumgebung stellt hohe Anforderungen an die eigene Arbeitsweise und die Interaktion mit anderen Personen. Wichtige diesbezügliche Kompetenzen sind:

- strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge
- Genauigkeit und Ausdauer
- Selbstorganisation
- Eigenverantwortlichkeit

- Eigeninitiative
- wissenschaftliche Neugierde
- kritische Reflexion
- Präsentation von Ergebnissen und Hypothesen
- wissenschaftliche Argumentation
- Anpassungsfähigkeit und die Bereitschaft, sich mit anderen Wissenschaften, die oft das Umfeld eines Projektes bilden, kritisch und intensiv auseinander zu setzen,
- selbstständiges Einarbeiten in neue Gebiete
- kreativer Einsatz der erworbenen Kenntnisse und Methoden
- auf Basis der erworbenen Kenntnisse in einschlägigen Anwendungen die Kompetenz zur Kommunikation und Kooperation mit Anwender\_innen
- Teamfähigkeit

### 3. Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Bachelorstudium *Technische Mathematik* beträgt 180 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 6 Semestern als Vollzeitstudium.

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

### 4. Zulassung zum Bachelorstudium

Voraussetzung für die Zulassung zum Bachelorstudium *Technische Mathematik* ist die allgemeine Universitätsreife.

Personen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, haben die Kenntnis der deutschen Sprache, sofern dies gem. §63 Abs. 1 Z 3 UG erforderlich ist, nachzuweisen.

Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

In einzelnen Lehrveranstaltungen kann der Vortrag in englischer Sprache stattfinden bzw. können die Unterlagen in englischer Sprache vorliegen. Daher werden Englischkenntnisse auf 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 Bachelorstudium *Technische Mathematik* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen.

### **Analysis**

Analysis (19,5 ECTS)

### **Lineare Algebra und Geometrie**

Lineare Algebra und Geometrie (19,5 ECTS)

### **Programmieren und Numerische Mathematik**

Programmieren (11,5 ECTS)

Numerische Mathematik A (9,0 ECTS)

### **Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik**

Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie (15,0 ECTS)

Statistik (6,5 ECTS)

### **Höhere Analysis**

Höhere Analysis (17,0 ECTS)

### **Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen**

Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen (14,5 ECTS)

### **Diskrete Mathematik**

Diskrete Mathematik (16,5 ECTS)

### **Vertiefung (Wahlmodule)**

Gebundene Wahlfächer (18,0 ECTS)

### **Wissenschaftliches Arbeiten**

Wissenschaftliches Arbeiten (13,0 ECTS)

## **Freie Wahlfächer und Transferable Skills**

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (18,0 ECTS)

## **Orientierung und Einführung**

Orientierung und Einführung (2,0 ECTS)

Das Modul „Orientierung und Einführung“ wird samt ECTS-Umfang und „mit Erfolg teilgenommen“ im Abschlusszeugnis aufgelistet.

## **Kurzbeschreibung der Module**

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Bachelorstudiums *Technische Mathematik* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

**Analysis (19,5 ECTS)** Reelle Zahlen, Konvergenz, Differential- und Integralrechnung in  $R$  und  $R^n$ , Taylorreihen, Grundlagen der Topologie und Komplexen Analysis

**Diskrete Mathematik (16,5 ECTS)** Diskrete Mathematik beschäftigt sich mit diskreten mathematischen Strukturen wie etwa mit Grundkonzepten der Algebra oder mit diskreten Algorithmen.

**Freie Wahlfächer und Transferable Skills (18,0 ECTS)** Freie Wahlfächer, Transferable Skills, Technik für Menschen.

**Gebundene Wahlfächer (18,0 ECTS)** Aus den angebotenen Wahlfächern sind insgesamt 18 ECTS-Punkte zu wählen; in diesem Modul vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse in den angebotenen mathematischen Gebieten und/oder lernen Anwendungen der Mathematik kennen.

**Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen (14,5 ECTS)** Gewöhnliche Differentialgleichungen, qualitative Theorie, Randwertprobleme, partielle Differentialgleichungen, Eigenfunktionen, Distributionen.

**Höhere Analysis (17,0 ECTS)** In diesem Modul werden aufbauend auf den Modulen Analysis und Lineare Algebra sowie auf der Vorlesung Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1 tieferliegende mathematische Konzepte entwickelt.

**Lineare Algebra und Geometrie (19,5 ECTS)** Matrizenrechnung, Vektorräume, Lineare Abbildungen, Spektralsatz, Lineare Geometrie

**Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie (15,0 ECTS)** Maßtheoretische Grundlagen, Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeitsräume, Lebesgue-Stieltjes-Integral, Gesetz der großen Zahlen, Martingale,  $L_p$  Räume, zentrale Grenzverteilungssätze

**Numerische Mathematik A (9,0 ECTS)** Interpolation und Approximation, Quadratur, Verfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Eigenwertberechnung.

**Orientierung und Einführung (2,0 ECTS)** Sprache, Denkweise und Methodik der höheren Mathematik. Überblick über das Studium als Ganzes und die verschiedenen Anwendungsgebiete der Mathematik.

**Programmieren (11,5 ECTS)** Objektorientierte Programmierung, Mathematische Pakete, Mathematische Textverarbeitung,  $\LaTeX$

**Statistik (6,5 ECTS)** Aufgabe der Statistik, Stichproben von Normalverteilungen, Bereichsschätzungen für Parameter, Nichtparametrische Schätzung von Verteilungsfunktionen, Statistische Tests, Einfache Varianzanalyse.

**Wissenschaftliches Arbeiten (13,0 ECTS)** Wissenschaftliches Arbeiten (unter Anleitung) und Präsentation der Ergebnisse.

## 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 Universitätsgesetzes beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (Abschnitt 8) 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 Mathematik und Geoinformation auf.

## 7. Studieneingangs- und Orientierungsphase

Die Studieneingangs- und Orientierungsphase (StEOP) soll den Studierenden eine verlässliche Überprüfung ihrer Studienwahl ermöglichen. Sie leitet vom schulischen Lernen zum universitären Wissenserwerb über und schafft das Bewusstsein für die erforderliche Begabung und die nötige Leistungsbereitschaft.

Die StEOP umfasst auch die Orientierungslehrveranstaltung Einführung ins Mathematische Arbeiten, die 1 ECTS umfasst und zur inhaltlichen Orientierung dient. Diese Orientierungslehrveranstaltung muss zur positiven Absolvierung der StEOP mit „mit Erfolg teilgenommen“ absolviert werden. Die Orientierungslehrveranstaltung soll zu Studienbeginn in den ersten Semesterwochen absolviert werden. Darum wird die Orientierungslehrveranstaltung sowohl im Winter- als auch im Sommersemester angeboten.

Die Lehrveranstaltungen der StEOP (Wintersemester und Sommersemester) werden in einem gemeinsamen StEOP-Pool zusammengefasst. Dieser Pool umfasst folgende Lehrveranstaltungen aus dem:

- Modul Orientierung und Einführung
  - Einführung ins Mathematische Arbeiten VU

- Anwendungsgebiete der Mathematik VO
- Teil-Pool Mathematik Basis
  - Analysis 1 VO
  - Analysis 1 UE
  - Lineare Algebra und Geometrie 1 VO
  - Lineare Algebra und Geometrie 1 UE
- Modul Programmieren
  - Einführung ins Programmieren für TM VU
  - Computermathematik VU

Die StEOP gilt als positiv absolviert, wenn zumindest 10,5 ECTS aus dem StEOP-Pool, davon mindestens 3,5 ECTS aus dem Teil-Pool Mathematik Basis (also zumindest eine Lehrveranstaltung), und die Lehrveranstaltung Einführung ins Mathematische Arbeiten positiv/mit Erfolg teilgenommen absolviert sind. (Es werden entweder die Lehrveranstaltungen Analysis 1 VO+UE oder die Lehrveranstaltungen Lineare Algebra und Geometrie 1 VO+UE sowohl im Winter- als auch im Sommersemester angeboten.)

Vor der vollständigen Absolvierung der StEOP dürfen 22 ECTS an Lehrveranstaltungen des Studienplanes, die nicht in der StEOP enthalten sind, absolviert werden; Lehrveranstaltungen des Moduls Wissenschaftliches Arbeiten dürfen nicht vor der vollständigen Absolvierung der StEOP besucht werden.

Die positiv absolvierte Studieneingangs- und Orientierungsphase ist jedenfalls Voraussetzung für die Absolvierung der im Bachelorstudium vorgesehenen Lehrveranstaltungen, in deren Rahmen die Bachelorarbeit abzufassen ist.

## Wiederholbarkeit von Teilleistungen

Für alle StEOP-Lehrveranstaltungen müssen mindestens zwei Antritte im laufenden Semester vorgesehen werden, wobei einer der beiden auch während der Lehrveranstaltungs-freien Zeit abgehalten werden kann. Es muss ein regulärer, vollständiger Besuch der Vorträge mit prüfungsrelevanten Stoff im Vorfeld des ersten Prüfungstermins möglich sein.

Bei Lehrveranstaltungen mit einem einzigen Prüfungsakt ist dafür zu sorgen, dass die Beurteilung des ersten Termins zwei Wochen vor dem zweiten Termin abgeschlossen ist, um den Studierenden, die beim ersten Termin nicht bestehen, ausreichend Zeit zur Einsichtnahme in die Prüfung und zur Vorbereitung auf den zweiten Termin zu geben.

Die Beurteilung des zweiten Termins ist vor Beginn der Anmeldung für prüfungsimmanente Lehrveranstaltungen des Folgesemesters abzuschließen.

Bei prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen ist dies sinngemäß so anzuwenden, dass entweder eine komplette Wiederholung der Lehrveranstaltung in geblockter Form angeboten wird oder die Wiederholbarkeit innerhalb der Lehrveranstaltung sichergestellt wird.

Wiederholbarkeit innerhalb der Lehrveranstaltung bedeutet, dass Teilleistungen, ohne die keine Beurteilung mit einem Notengrad besser als „genügend“ (4) bzw. „mit Erfolg

teilgenommen“ erreichbar ist, jeweils wiederholbar sind. Teilleistungen sind Leistungen, die gemeinsam die Gesamtnote ergeben und deren Beurteilungen nicht voneinander abhängen. Diese Wiederholungen zählen nicht im Sinne von § 16 (6) des studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien in der Fassung vom 27.6.2016 als Wiederholung.

Zusätzlich können Gesamtprüfungen angeboten werden, wobei eine derartige Gesamtprüfung wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden muss.

## 8. Prüfungsordnung

Für den Abschluss des Bachelorstudiums ist die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module erforderlich. Ein Modul gilt als positiv absolviert, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung positiv absolviert wurden.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Modul „Orientierung und Einführung“, welches samt ECTS-Umfang und „mit Erfolg teilgenommen“ aufgelistet wird,
- (c) das Thema der Bachelorarbeit und
- (d) die Gesamtbeurteilung gemäß UG § 73 (3) in der Fassung vom 26. Juni 2017 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 den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen.

Die Studieneingangs- und Orientierungsphase gilt als positiv absolviert, wenn die im Studienplan vorgegebenen Leistungen zu Absolvierung der StEOP erbracht wurden.

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

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

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. Die

Lehrveranstaltungen des Moduls „Orientierung und Einführung“ werden mit „mit Erfolg teilgenommen“ bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ beurteilt. Nur Lehrveranstaltungen im Modul „Orientierung und Einführung“ sowie eventuell im Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ dürfen mit „mit/ohne Erfolg teilgenommen“ beurteilt werden; derartige Beurteilungen gehen nicht in die oben genannten Mittelungen für die Benotung des Prüfungsfaches und für die Gesamtnote des Studiums ein.

## 9. Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Bachelorstudiums *Technische Mathematik*, die ihre Studienwahl im Bewusstsein der erforderlichen Begabungen und der nötigen Leistungsbereitschaft getroffen und die Studieneingangs- und Orientierungsphase, die dieses Bewusstsein vermittelt, absolviert haben, sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren. Studierenden, die ihr Studium im Sommersemester beginnen, wird empfohlen, ihr Studium nach der Semesterempfehlung in Anhang D zu absolvieren.

Die Beurteilungs- und Anwesenheitsmodalitäten von Lehrveranstaltungen der Typen UE, LU, PR, VU, SE und EX sind im Rahmen der Lehrvereinbarungen mit dem studienrechtlichen Organ festzulegen und den Studierenden in geeigneter Form, zumindest in der elektronisch zugänglichen Lehrveranstaltungsbeschreibung anzukündigen, soweit sie nicht im Studienplan festgelegt sind. Für mindestens eine versäumte oder negative Teilleistung, die an einem einzigen Tag zu absolvieren ist (z.B. Test, Klausur, Laborübung), ist zumindest ein Ersatztermin spätestens innerhalb von 2 Monaten anzubieten.

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

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind in der elektronisch zugänglichen Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung entsprechend gekennzeichnet. Außerdem sind die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze anzugeben. Die Lehrveranstaltungsleiter\_innen sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

## 10. Bachelorarbeit

Die Bachelorarbeit ist eine im Bachelorstudium eigens anzufertigende schriftliche Arbeit, welche eigenständige Leistungen beinhaltet. Die Bachelorarbeit wird im Rahmen der Lehrveranstaltung „PR Projekt mit Bachelorarbeit“ abgefasst. Die fertige Bachelorar-

beit soll eine intensive Beschäftigung mit einem Problem der reinen oder angewandten Mathematik nachweisen.

Im Rahmen eines Seminars ist eine Seminararbeit zu verfassen. Die Seminararbeit dient als Vorbereitung für die Bachelorarbeit und soll ebenfalls eine intensive Beschäftigung mit einem Problem der reinen oder angewandten Mathematik nachweisen, wenn auch in geringerem Ausmaß.

Die Bachelorarbeit besitzt einen Regelarbeitsaufwand von 10 ECTS-Punkten; Seminar und Seminararbeit haben zusammen 3 ECTS-Punkte. Seminararbeit und Bachelorarbeit werden im Modul „Wissenschaftliches Arbeiten“ angefertigt.

## 11. Akademischer Grad

Den Absolvent\_innen des Bachelorstudiums *Technische Mathematik* wird der akademische Grad *Bachelor of Science* – abgekürzt *BSc* – verliehen.

## 12. Qualitätsmanagement

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

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

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung

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

## Lehrveranstaltungskapazitäten

Für die folgenden Typen von prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen (siehe Anhang B) dienen die folgenden Gruppengrößen als Richtwert:

Lehrveranstaltungstyp	Gruppengröße
UE	25
SE	15

Zu Beginn einer Lehrveranstaltung ist damit zu rechnen, dass der Richtwert deutlich übertroffen wird. Das Ziel ist, so viele Gruppen einzurichten, dass im Laufe des Semesters der Richtwert erreicht wird. Ressourcenbedingte Einschränkungen sind für Studierende des Bachelorstudiums *Technische Mathematik* nicht vorgesehen.

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

Zur Gewährleistung der Studierbarkeit gemäß § 54 Abs. 8 UG iVm. § 59 Abs. 7 UG werden in allen Lehrveranstaltungen Studierende, die zum Bachelorstudium *Technische Mathematik* zugelassen sind und diese Lehrveranstaltungen im Rahmen ihres Studiums verpflichtend zu absolvieren haben, bevorzugt aufgenommen. Die Anmeldung Studierender anderer Studien (ausgenommen Statistik und Wirtschaftsmathematik sowie Finanz- und Versicherungsmathematik) zu den Lehrveranstaltungen (außer vom Typ VO) sowie die Prüfungsberechtigung in Lehrveranstaltungen des Typs VO des Bachelorstudiums *Technische Mathematik* setzt die bereits erfolgreich absolvierte StEOP im jeweiligen eigenen Studium voraus; diese Einschränkung gilt nicht für die Lehrveranstaltungen Einführung ins Mathematische Arbeiten, Analysis 1 VO+UE und Lineare Algebra und Geometrie 1 VO+UE.

## 13. Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2021 in Kraft.

## **14. Übergangsbestimmungen**

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

## A. Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Semesterstunden sind ein Maß für die Beauftragung der Lehrenden. Bei Vorlesungen entspricht eine Semesterstunde einer Vorlesungseinheit von 45 Minuten je Semesterwoche. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in Anhang B im Detail erläutert.

### Analysis

**Regelarbeitsaufwand:** 19,5 ECTS

#### Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Definitionen und Theoreme der Analysis anwenden, um analytische Problemstellungen zu untersuchen und zu lösen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytische Konzepte und Prinzipien anwenden, um numerische und symbolische Berechnungen durchzuführen,
- klare und präzise Beweise verfassen,
- sich in auf der Analysis aufbauenden mathematischen, technischen, naturwissenschaftlichen bzw. wirtschaftstheoretischen Fachgebieten selbstständig einarbeiten/vertiefen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Inhalte der Analysis sowohl schriftlich als auch in mündlicher Form effektiv kommunizieren.

**Inhalt:** Zahlensysteme, Konstruktion der reellen Zahlen, Begriff der Konvergenz (Metrik, Konvergenz, offene Menge etc.), Reihen, Funktionen (Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz, etc.), Elementare Funktionen, Differentiation, Taylorentwicklung und Potenzreihen, Riemannintegral, Grundlegendes über Normen und Banachräume, Mehrdimensionale Differentialrechnung, Wegintegrale, Grundlagen der komplexen Analysis (Holomorphie, Cauchyscher Integralsatz), Grundlagen der Theorie topologischer Räume (Umgebungen, Abschluss, Stetigkeit, etc.)

**Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Elementare Mengenlehre und Logik; Rechnen mit Termen, Polynomen, komplexen Zahlen; Umformen von Gleichungen und Ungleichungen; elementare Differential- und Integralrechnung; elementare ebene und räumliche Geometrie. Für VO+UE Analysis 2 werden Grundlagen der Linearen Algebra und Geometrie 1 benötigt.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Es wird erwartet dass die hier angeführten fachlichen Kompetenzen diskutiert und angewendet werden können.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Fähigkeit die organisatorischen Herausforderungen der Vorlesungen bzw. Übungen zu bewältigen. Es wird eine gewisse Begeisterung für die Mathematik als Ganzes erwartet.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die theoretischen Grundlagen sowie Methoden und praktische Fertigkeiten der Lernergebnisse eignen sich die Studierenden durch die Teilnahme an den Vorlesungseinheiten und Studium der begleitenden Literatur an. Einüben des Gelernten durch möglichst selbständiges Lösen der Übungsbeispiele und Präsentation in den Übungen. Leistungsbeurteilung der Vorlesungen durch Prüfungen in einem Prüfungsakt mit einer schriftlichen Teilprüfung und einer mündlichen Teilprüfung; für die Übungen durch laufende Beurteilung in der Lehrveranstaltung und Übungstests.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

7,0/4,5 VO Analysis 1

3,5/2,0 UE Analysis 1

6,0/4,0 VO Analysis 2

3,0/2,0 UE Analysis 2

**Diskrete Mathematik**

**Regelarbeitsaufwand:** 16,5 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können Methoden der diskreten Mathematik anwenden, um diskrete Problemstellungen zu untersuchen und zu lösen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Konzepte und Prinzipien der diskreten Mathematik anwenden, um Berechnungen durchzuführen,
- klare und präzise Beweise verfassen,
- sich in auf der diskreten Mathematik aufbauenden mathematischen, technischen, naturwissenschaftlichen bzw. wirtschaftstheoretischen Fachgebieten selbstständig einarbeiten/vertiefen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können die Inhalte der diskreten Mathematik sowohl schriftlich als auch in mündlicher Form effektiv kommunizieren.

Fundamental für diese Kompetenzen ist ein Verständnis der grundlegenden mathematischen Begriffe, Ideen und Zusammenhänge. Die Vermittlung dieses Verständnisses ist ein übergeordnetes Lehrziel.

### **Inhalt:**

Algebra: Grundlegende algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper, Verbände, Boolesche Algebren, Abstrakte ("universelle") Algebren, Varietäten, Freie Algebren), Unterstrukturen, Homomorphismen, Teilbarkeitslehre in kommutativen Ringen (Hauptidealringe, euklidische Ringe, faktorielle Ringe), Polynomringe über Körpern, Körpererweiterungen (Zerfällungskörper, algebraisch abgeschlossene Körper), Fundamentalsatz der Algebra, Endliche Körper.

Diskrete und geometrische Algorithmen: kombinatorische Abzählprinzipien, Grundbegriffe der Graphentheorie, Rekursionsgleichungen, teile-und-herrsche Algorithmen, gierige Algorithmen, Datenstrukturen, Sortieren, Suchen, dynamische Programmierung, Randomisierung, lineare Programmierung, grundlegende geometrische Algorithmen, Analyse und Aufwandsabschätzung von Algorithmen.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Lernergebnisse aus den LVAn Analysis 1, Lineare Algebra und Geometrie 1, Einführung in das Programmieren.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Lernergebnisse aus Analysis 1, Lineare Algebra und Geometrie 1, sowie Einführung in das Programmieren sollen soweit beherrscht werden, dass auch dazu passende, konkrete Problemstellungen gelöst werden können.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Kompetenz mathematische Probleme zu formulieren, mit anderen zu diskutieren, eigene Gedanken im Gespräch zu präzisieren und die Überlegungen anderer aufzugreifen. Kompetenz der Problemlösung durch kreativ-logisches Denken einerseits als Einzelperson und andererseits als Mitglied einer Kleingruppe. Es wird mathematische Reife erwartet.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vorlesung und Übung. In der Übung tragen die Studierenden die von ihnen ausgearbeiteten Lösungen vor. Die Vorlesungen werden in einem Prüfungsakt mit einer schriftlichen Prüfung (Diskrete und geometrische Algorithmen) bzw. mit einer mündlichen Prüfung (Algebra) geprüft.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

5,0/3,5 VO Algebra

2,5/1,5 UE Algebra

6,0/4,0 VO Diskrete und geometrische Algorithmen

3,0/2,0 UE Diskrete und geometrische Algorithmen

## Freie Wahlfächer und Transferable Skills

**Regelarbeitsaufwand:** 18,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Dieses Modul dient der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen, unter anderem auch Transferable Skills sowie Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Technikgeschichte, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management.

**Inhalt:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen, grundsätzlich bestimmt durch das Interesse der Studierenden.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot von wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 3 ECTS<sup>1</sup> aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere die Lehrveranstaltungen aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen. Im Rahmen der „Transferable Skills“ sind außerdem Lehrveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 3 ECTS zu wählen, welche Themen aus dem Themenpool Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Technikgeschichte, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management abhandeln; dafür wird speziell die Lehrveranstaltung

3,0/2,0 VO Technik für Menschen M&G

empfohlen.

## Gebundene Wahlfächer

**Regelarbeitsaufwand:** 18,0 ECTS

**Inhalt:** In den Wahlfächern vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse in den angebotenen mathematischen Gebieten und/oder lernen Anwendungen der Mathematik kennen.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Punkten zu wählen. In Klammern sind die Studienpläne

---

<sup>1</sup>Die Lehrveranstaltung „Einführung in das Programmieren“ vermittelt bereits 6 ECTS-Punkte an fachübergreifenden Qualifikationen.

angegeben, in denen diese LVA vorkommen. (Diese Angabe fehlt, wenn die Lehrveranstaltungen zu einem alten Mathematik-Bachelorstudienplan gehören.)

### **Naturwissenschaften und Elektrotechnik**

Analytische Mechanik für TPH VU (BA Technische Physik)  
Datenkommunikation VO (Elektrotechnik und Informationstechnik)  
Elastizitätstheorie VO (MA Maschinenbau)  
Elektrodynamik 1 VU (BA Elektrotechnik)  
Epidemiologie VO (MA Biomedical Engineering)  
Festkörperphysik I VO (BA Technische Physik)  
Grenzschichttheorie VO (MA Maschinenbau)  
Grundlagen der Elektrotechnik für MB/VT VO (MB/VT)  
Hamiltonsche Systeme VO (MA Maschinenbau)  
Materialwissenschaften VO (BA Technische Physik)  
Mathematical Systems Biology VO (MA Biomedical Engineering)  
Mechanik für TPH VU (Wird nicht mehr gelesen)  
Physik für Elektrotechnik VO (BA Elektrotechnik)  
Physik für Elektrotechnik UE (BA Elektrotechnik)  
Quantentheorie 1 VU (BA Technische Physik)  
Quantentheorie 2 VU (BA Technische Physik)  
Signale und Systeme 1 VU (BA Elektrotechnik)  
Signale und Systeme 2 VU (BA Elektrotechnik)  
Statistische Physik 1 VU (BA Technische Physik)  
Strömungslehre für TPH VO (BA Technische Physik)  
Technische Mechanik für TPH VU (BA Technische Physik)

### **Theoretische und praktische Informatik**

Algorithmen und Datenstrukturen 2 VU (Wird nicht mehr gelesen)  
Datenbanksysteme VU (BA Technische Informatik)  
Datenmodellierung VU (BA Technische Informatik)  
Fortgeschrittene objektorientierte Programmierung VU (MA Logic and Computation)  
Introduction to Cryptography VU (BA Medieninformatik und Visual Computing)  
Logik und Grundlagen der Mathematik VO  
Logik und Grundlagen der Mathematik UE  
Objektorientierte Modellierung VU (BA Technische Informatik)  
Theoretische Informatik VO  
Theoretische Informatik UE

### **Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie**

Angewandte Geometrie VO (UF DG)  
Angewandte Geometrie UE (UF DG)  
Fehlerkorrigierende Codes VO  
Fehlerkorrigierende Codes UE  
Klassische Differentialgeometrie VO (UF DG)

Klassische Differentialgeometrie UE (UF DG)  
Mathematische Methoden der Kryptologie VO (Wird nicht mehr gelesen)  
Mathematische Methoden der Kryptologie UE (Wird nicht mehr gelesen)  
Modellierung und Visualisierung 1 VO (UF DG)  
Modellierung und Visualisierung 1 UE (UF DG)  
Modellierung und Visualisierung 2 VO (UF DG)  
Modellierung und Visualisierung 2 UE (UF DG)  
Nichteuklidische Geometrien VO (UF DG)  
Nichteuklidische Geometrien UE (UF DG)  
Projektive Geometrie VO (UF DG)  
Projektive Geometrie UE (UF DG)  
Zahlentheorie für TM VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Zahlentheorie für TM UE (Wird nicht jedes Jahr gelesen)

### **Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie**

Computerstatistik VU  
Informations- und Codierungstheorie VO  
Informations- und Codierungstheorie UE

### **Analysis, Numerik und Scientific Computing**

Einführung in Scientific Computing VU  
Iterative Lösung großer Gleichungssysteme VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Iterative Lösung großer Gleichungssysteme UE (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Modellbildung und Simulation VO (nach SS2018 nicht mehr gelesen)  
Modellbildung und Simulation PR(nach SS2018 nicht mehr gelesen)  
Modeling and Simulation VU (MA Data Science; MA Business Informatics)  
Numerik von Differentialgleichungen VO  
Numerik von Differentialgleichungen UE  
Einführung in die Optimierung VU (BA Statistik und Wirtschaftsmathematik)

### **Masterlehrveranstaltungen**

Alle Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen des Masterstudiums Technische Mathematik

Algorithmische Geometrie VO  
Algorithmische Geometrie UE  
Analyse von Algorithmen VO  
Analyse von Algorithmen UE  
Computeralgebra und alg. Spezifikationen VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Computeralgebra und alg. Spezifikationen UE (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Computergestützte Differentialgeometrie VU (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Differentialgleichungen 2 VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Differentialgleichungen 2 UE (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
Diskrete Methoden VO

Diskrete Methoden UE  
 Funktionalanalysis 2 VO  
 Funktionalanalysis 2 VO  
 Gebiete der mathematischen Logik VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
 Geometrie in der Technik VO (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
 Geometrie in der Technik UE (Wird nicht jedes Jahr gelesen)  
 Komplexe Analysis VO  
 Komplexe Analysis UE  
 Mathematische Statistik VO  
 Mathematische Statistik UE  
 Stochastische Analysis für VM 1 VO  
 Stochastische Analysis für VM 1 UE  
 Stochastische Analysis für VM 2 VO  
 Stochastische Analysis für VM 2 UE  
 Theorie stochastischer Prozesse VO  
 Theorie stochastischer Prozesse UE  
 Topologie VO  
 Topologie UE  
 Topologie: lokalkompakte Gruppen und Kombinatorik VO  
 Topologie: lokalkompakte Gruppen und Kombinatorik UE  
 (Es wird entweder Topologie oder Topologie: lokalkompakte Gruppen und Kombinatorik  
 gelesen)  
 Variationsrechnung VO  
 Variationsrechnung UE  
 Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen VO  
 Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen UE  
 Numerik partieller Differentialgleichungen: stationäre Probleme VO  
 Numerik partieller Differentialgleichungen: stationäre Probleme UE  
 Numerik partieller Differentialgleichungen: instationäre Probleme VO  
 Numerik partieller Differentialgleichungen: instationäre Probleme UE

Ebenfalls gewählt werden können Master-Lehrveranstaltungen mit den Kürzeln  
 AKANA, AKALG, AKANW, AKBIO, AKDIS, AKFVM, AKGEO, AKINF, AKLOG,  
 AKMOD, AKNUM, AKOEK, AKOR, AKSTA, AKSIM, AKTHI, AKVWT, AKVWL  
 und AKWTH, wobei Vorlesungen mit den Kürzel AKSIM, AKTHI, AKVWT nicht  
 mehr gelesen werden.

## **Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen**

**Regelarbeitsaufwand:** 14,5 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absol-

vieren, können

- Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen von Anfangswertaufgaben untersuchen,
- elementare Lösungsmethoden für Differentialgleichungen anwenden,
- lineare Systeme und Randwertprobleme analysieren und lösen,
- Grundbegriffe der qualitativen Theorie angeben und erklären,
- Sturm-Liouville-Eigenwertprobleme untersuchen,
- die wichtigsten Grundtypen partieller Differentialgleichungen erkennen,
- Lösungsansätze und die dazu notwendigen mathematischen Grundlagen anwenden,
- lineare partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung klassifizieren,
- verallgemeinerte und Fundamentallösungen berechnen und damit Rand- und Anfangswertprobleme lösen,
- Eigenfunktionsentwicklung von Lösungen parabolischer und hyperbolischer Probleme berechnen,
- schwache Formulierungen von linearen PDEs erstellen und analysieren
- Existenz von Lösungen untersuchen und
- die Ideen und Methoden, die zum Beweisen der zentralen Theoreme verwendet werden, skizzieren.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolvieren, können Problemstellungen aus den Bereichen der Differentialgleichungen und deren Anwendungen mathematisch formulieren und geeignete mathematische Lösungsverfahren verwenden.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolvieren, können Ideen und Ergebnisse präzise und formal korrekt formulieren und diese vor einer Gruppe präsentieren.

### **Inhalt:**

Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen): Existenz und Eindeutigkeit der Lösung von Anfangswertproblemen, elementare Lösungsmethoden, Systeme linearer Differentialgleichungen, lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung, Grundbegriffe der qualitativen Theorie, Randwertprobleme, Sturm-Liouville Problem, Anwendungen von Differentialgleichungen.

Partielle Differentialgleichungen: Sobolev Räume, schwache Ableitung, Charakteristikenmethode für Gleichungen erster Ordnung, Lineare partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung (elliptisch, parabolisch, hyperbolisch), Rand- und Anfangswertprobleme, Eigenfunktionsentwicklungen, Distributionen, schwache Formulierung.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* erarbeitet in den Modulen *Analysis* und *Lineare Algebra und Geometrie*. Zusätzlich werden für *VU Partielle Differentialgleichungen* fachlichen und methodischen Kompetenzen erwartet, welche in den LVAn VO+UE *Gewöhnliche Differentialgleichungen* und in den Modulen *Höhere Analysis* sowie *Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie* erarbeitet werden.

Insbesondere hervorzuheben sind die Lernergebnisse Lösen von Gleichungen 1. und 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten (auch inhomogen), Variation der Konstanten, Trennen der Variablen (Differentialgleichungen 1) und Kompaktheit, starke/schwache Konvergenz,  $L_p$  Räume, Hilberträume, Dualräume, Darstellungssatz von Riesz-Fischer, lineare Operatoren, Spektrum (Funktionalanalysis).

Es wird empfohlen, die Prüfungen für die LVAn bzw. Module insbesondere vor dem Besuch der VU Partielle Differentialgleichungen positiv abzuschließen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Stoff und Methodik der angeführten LVAs soll vertraut sein, und soweit beherrscht werden, dass theoretische Überlegungen und konkrete Problemstellungen selbstständig angestellt bzw. gelöst werden können.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Fähigkeit die organisatorischen Herausforderungen der Vorlesungen bzw. Übungen zu bewältigen, sowie Fähigkeit zur selbständigen Kommunikation mit Kollegen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** In der Vorlesung wird der Stoff, sowie dazu passende Beispiele und Anwendungen präsentiert. Die Vorlesungsprüfung zur Differentialgleichung 1 ist ein Prüfungsakt mit einer schriftlichen Prüfung. Einüben des Gelernten geschieht durch möglichst selbständige Lösung der Übungsbeispiele und Präsentation in der Übungs-LVA bzw. in den Übungsteilen der VU. Das Erreichen der Lernergebnisse können Studierende durch Lösen der Übungsbeispiele und Präsentation der Ergebnisse nachweisen.

Partielle Differentialgleichungen: es werden eventuell zusätzlich Übungstests und/oder mündliche Prüfungen durchgeführt.

Die Vorlesung und Übung (VU) *Partielle Differentialgleichungen* findet in der Regel geblockt in den ersten drei Monaten des Semesters statt.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

4,5/3,5 VO Differentialgleichungen 1

3,0/1,5 UE Differentialgleichungen 1

7,0/4,5 VU Partielle Differentialgleichungen

## Höhere Analysis

**Regelarbeitsaufwand:** 17,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Definitionen und Theoreme der höheren Analysis und grundlegenden Funktionalanalysis anwenden, um analytische Problemstellungen zu untersuchen und zu lösen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- erläutern und ableiten, wie die Funktionalanalysis die Theorie der Vektorräume und der metrischen Räume sowie der höheren Analysis verwendet und vereinheitlicht,
- (funktional)analytische Konzepte und Prinzipien anwenden, um numerische und symbolische Berechnungen durchzuführen,
- sich in auf der (Funktional)Analysis aufbauenden mathematischen, technischen, naturwissenschaftlichen bzw. wirtschaftstheoretischen Fachgebieten selbstständig einarbeiten/vertiefen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Inhalte der (Funktional)Analysis sowohl schriftlich als auch in mündlicher Form effektiv kommunizieren.

### **Inhalt:**

Analysis 3: Hauptsatz über implizite Funktionen (Lagrange Multiplikatoren), Satz von Arzelà-Ascoli, Satz von Stone-Weierstrass, Integrationstheorie aufbauend auf der Maßtheorie, Faltung, Transformationsregel, Fourierreihen, Fouriertransformation, Eingebettete Mannigfaltigkeiten, Oberflächenmass, Integralsätze, schwache Ableitung, Mollifier.

Funktionalanalysis 1: Kompaktheit, Satz von Tychonoff, Topologische Vektorräume (endlichdimensionale,  $L^p$ ,  $C(X)$ , etc), Hilberträume (Projektionen, Orthonormalbasen), Satz von Baire und seine Konsequenzen (uniform boundedness, open mapping), Sätze von Hahn-Banach, Trennung konvexer Mengen, lokalkonvexe topologische Vektorräume, Minkowski Funktionale, Dualräume, schwache Topologien, Satz von Banach-Alaoglu, lineare Operatoren (konjugierte, kompakte, selbstadjungierte, unitäre), Spektrum und Resolvente.

Funktionalanalysis für TM: Spektralmaße, Spektraltheorie für beschränkte selbstadjungierte Operatoren, Sturm-Liouville Gleichungen.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Es wird erwartet, dass die Studierenden mit den Lernergebnissen der Module Analysis und Lineare Algebra und Geometrie sowie der LVA Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1 vertraut sind. Analysis 3 und Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2 sollten im gleichen Semester gehört werden, da zu jeweiligen Lernergebnissen Bezug genommen wird.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Es wird erwartet dass die hier angeführten fachlichen Kompetenzen reproduziert, erläutert und benutzt werden können.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Fähigkeit die organisatorischen Herausforderungen der Vorlesungen bzw. Übungen zu bewältigen, sowie Fähigkeit zur selbständigen Kommunikation mit Kollegen\_Kolleginnen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** In der Vorlesung wird der Stoff sowie dazu passende Beispiele und Anwendungen präsentiert.

Einüben des Gelernten durch möglichst selbständige Lösung der Übungsbeispiele und Präsentation in der Übungs-LVA. Eventuell Übungstests. Leistungsbeurteilung für die Vorlesung durch Prüfungen mit einem mündlichen und einem schriftlichen Teil (Analysis 3) bzw. mit nur einem mündlichen Teil (Funktionalanalysis). Die beiden mündlichen Prüfungen zu VO Funktionalanalysis 1 bzw. VO AKANA Funktionalanalysis für TM werden an einem Prüfungstermin geprüft, können aber auf Wunsch des Prüflings terminlich getrennt absolviert werden.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

6,0/4,0 VO Analysis 3

3,0/2,0 UE Analysis 3

4,5/3,0 VO Funktionalanalysis 1

1,5/1,0 VO AKANA Funktionalanalysis für TM

2,0/1,0 UE Funktionalanalysis 1

## **Lineare Algebra und Geometrie**

**Regelarbeitsaufwand:** 19,5 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Definitionen und Theoreme der Linearen Algebra und Geometrie anwenden, um algebraische und geometrische Problemstellungen zu untersuchen und zu lösen,
- die Konzepte und die Theorie der linearen Algebra und Geometrie in den hier in den Inhalten aufgelisteten Gebieten diskutieren und ausgewählte Theoreme aus diesen Gebieten formal beweisen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die grundlegenden Anwendungen der aufgelisteten Modulinhalte durchführen und ihre Bedeutung in der modernen Wissenschaft demonstrieren.
- sich in auf der Linearen Algebra und Geometrie aufbauenden mathematischen, technischen, naturwissenschaftlichen bzw. wirtschaftstheoretischen Fachgebieten selbstständig einarbeiten/vertiefen,

- algebraische und geometrische Konzepte und Prinzipien anwenden, um numerische und symbolische Berechnungen durchzuführen,
- klare und präzise Beweise verfassen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- mit anderen über die hier aufgelisteten Inhalte effektiv kommunizieren und mathematische Ergebnisse zu den aufgelisteten Inhalten auf logische und kohärente Weise präsentieren,
- Problemstellungen zu den aufgelisteten Inhalten eigenständig lösen und gemeinsam als Teil eines Teams/einer Übungsgruppe diskutieren,
- die Inhalte der Linearen Algebra und Geometrie sowohl schriftlich als auch in mündlicher Form effektiv kommunizieren.

**Inhalt:** Matrizenrechnung, Rechen- und Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme und andere Probleme in Koordinatenräumen, Determinanten. Vektorräume über beliebigen Körpern. Lineare Abbildungen, Eigenwerte, Jordan-Normalform, Räume linearer Abbildungen (insbesondere Dualraum). Determinantenformen, Bilinearformen und Sesquilinearformen. Vektorräume mit Skalarprodukt (insbesondere euklidische und unitäre Räume). Spektralsatz für selbstadjungierte Abbildungen und seine Anwendungen. Lineare Geometrie in Vektorräumen. Der Schwerpunkt liegt auf Räumen endlicher Dimension.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Lernergebnisse der EIMA und Sekundarstufenmathematik (vor allem elementare Mengenlehre, Grundbegriffe aus Algebra und Logik; Rechnen mit Termen, Polynomen; Umformen von Gleichungen und Ungleichungen; elementare Differential- und Integralrechnung; elementare Geometrie).

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Lernergebnisse der EIMA und Sekundärstufenmathematik sollen soweit beherrscht werden, dass auch dazu passende, konkrete Problemstellungen gelöst werden können.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Fähigkeit, die organisatorischen Herausforderungen der Vorlesungen bzw. Übungen zu bewältigen. Es wird eine gewisse Begeisterung für die Mathematik als Ganzes erwartet.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die oben genannten Lernergebnisse erzielen die Studierenden primär durch den regelmäßigen Besuch der Vorlesungen, durch Rückfragen während der Unterrichtseinheiten, durch Diskussionen in den allenfalls angebotenen Fragestunden und durch Selbststudium von empfohlenen Skripten und/oder Büchern. Das Einüben des Gelernten erfolgt durch selbstständiges Lösen der gestellten Übungsaufgaben in Form von Hausübungen und Präsentation der Lösungen in den Übungsstunden.

Leistungsbeurteilung der Vorlesungen werden durch Prüfungen in einem Prüfungsakt mit einer schriftlichen Teilprüfung und einer mündlichen Teilprüfung abgehalten; für die Übungen durch laufende Beurteilung in der Lehrveranstaltung.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

- 7,0/4,5 VO Lineare Algebra und Geometrie 1
- 3,5/2,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 1
- 6,0/4,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 2
- 3,0/2,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 2

## **Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie**

**Regelarbeitsaufwand:** 15,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die wesentlichen Definitionen und Sätze aus den Gebieten, die unter „Inhalte“ aufgelistet sind, zitieren, idealerweise sinngemäß, notfalls auch wörtlich,
- konkrete Beispiele, die als Rechenbeispiele oder kleine Theoreme formuliert sind, selbständig lösen,
- die Ideen und Methoden, die zum Beweisen der zentralen Theoreme verwendet werden, beschreiben und in ähnlichen Situationen korrekt anwenden
- die Berechnungs- und Konstruktionsmethoden für konkrete Anwendungen erklären,
- an weiterführenden Lehrveranstaltungen in den Gebieten Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik teilnehmen und dort konstruktiv mitarbeiten,
- (moderat) komplexe Fragestellungen aus dem Bereich der Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie analysieren und einzelne Lösungsschritte formulieren.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Fragestellungen der Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie analysieren,
- das konkrete Problem mit dem abstrakten Konzept verbinden,
- adäquate Verfahren auswählen und diese dann bei praktischen Problemlösungen anwenden

**Inhalt:** Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie, Mengensysteme, Maßfunktionen, Wahrscheinlichkeit, stochastische Abhängigkeit und Unabhängigkeit, Lebesgue-Stieltjes Maße, Verteilungsfunktionen, messbare Funktionen und Zufallsvariable, Konvergenzarten, Lebesgue-Integral und Erwartungswert, Zusammenhang zwischen Riemann- und Lebesgue-Integral, Produkträume und mehrdimensionale Zufallsvariable, Gesetze der großen Zahlen, Radon-Nikodym-Ableitung und bedingte Erwartung,  $L_p$ -Räume und gleichgradige Integrierbarkeit, Transformationssätze, Martingale, Verteilungskonvergenz, charakteristische Funktionen und Zentraler Grenzwertsatz.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Elementare Mengenlehre, Folgen und Reihen, klassische Differential- und Integralrechnung, ab 3. Semester: Grundkenntnisse der komplexen Analysis.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Fähigkeit, die oben angeführten Kenntnisse bei der Lösung von Problemen der Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie praktisch anzuwenden.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Studierende erreichen die Lernergebnisse durch:

- aktive Mitarbeit in der Vorlesung,
- Durcharbeiten der schriftlichen Unterlagen,
- selbständiges Lösen der Übungsaufgaben und Diskussion der Ergebnisse mit Kollegen.

Lehrformen: Vortrag über die theoretischen Grundbegriffe und Methoden der oben angeführten Fachgebiete, sowie ihres Einsatzes bei der Lösung praktischer Probleme.

Beurteilung: In einem Prüfungsakt mit einer schriftlichen und einer mündlichen Teilprüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen (VO). Vertiefung und Anwendung des gelernten Stoffes durch das regelmäßige Lösen von Übungsbeispielen, Leistungskontrolle durch Hausaufgaben und Präsentation der Lösungen (UE).

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

4,5/3,0 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1

3,0/2,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1

4,5/3,0 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2

3,0/2,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2

**Numerische Mathematik A**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden beherrschen die unten genannten Inhalte und somit Basisalgorithmen der numerischen Mathematik, einige Grundtechniken der numerischen Analysis und sind in algorithmische Denkweisen eingeführt.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden haben Basiswissen in der Numerischen Mathematik, das sie befähigt, für ein Problem einen geeigneten Algorithmus auszuwählen. Sie haben Grundkenntnisse zur Beurteilung von Effizienz und Genauigkeit numerischer Algorithmen sowie zu ihrer Realisierung auf Computern (z.B. in MATLAB, C).

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Entwickeln von eigenständigen Ideen zur Lösung von Aufgaben und ihre Umsetzung. Präsentation und Darstellung der Lösung und ihrer Umsetzung in einer problemgemäßen Form.

**Inhalt:** Computerarithmetik, Stabilität und Kondition, Interpolation und Approximation, numerische Integration, Iterationsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, numerische lineare Algebra, numerische Software, numerische Behandlung von Eigenwertproblemen.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Stoff der Module „Analysis“ und „Lineare Algebra und Geometrie“

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Aktive Beherrschung der zum Stoff von Analysis 1+2 und Linearer Algebra und Geometrie 1+2 gehörenden Rechentechniken; Grundkenntnisse des Programmierens.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* wissenschaftliche Neugier, strategisches Denken, mathematisch abstraktes Denken, Genauigkeit und Ausdauer, Selbstorganisation, Eigenverantwortlichkeit

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vorlesung: Vortrag über die theoretischen Grundlagen und die praktischen und algorithmischen Aspekte der Lehrinhalte. Die Leistungskontrolle erfolgt durch eine mündliche Prüfung.

Übung: Vertiefen und Einüben des Vorlesungsstoffes anhand von Theorie- und Programmieraufgaben, Präsentation und Diskussion von Lösungen in der Übung; ggf. schriftliche Ausarbeitung von Lösungen. Die Leistungskontrolle erfolgt mit Hilfe der Ausarbeitungen und den Präsentationen in der Übung.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

6,0/4,0 VO Numerische Mathematik A

3,0/2,0 UE Numerische Mathematik

## **Orientierung und Einführung**

**Regelarbeitsaufwand:** 2,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden bekommen einen ersten Eindruck von der Sprache, Denkweise, und Methodik der höheren Mathematik, und es werden einige grundlegende Objekte studiert. Anhand von einfachen, voraussetzungsfreien Beispielen werden Beweistechniken demonstriert und geübt.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Durch das Modul erwerben die Studierenden einen Überblick über das Studium als Ganzes, wie auch der verschiedenen Anwendungsgebiete der Mathematik.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Durch die Vermittlung grundlegender Fach- und Sozialkompetenzen lernen Studierende zusammen zu arbeiten. Auf Grund von Initiativen von Lehrenden und Studierenden wird Teamwork und Kooperationsbereitschaft gefördert.

**Inhalt:** Vorstellung der Fakultät, Überblick über das Studium und Anwendung der Mathematik, Mengen, Relationen und Funktionen, Zahlen, logisches Schließen und Beweismethoden, grundlegende algebraische Strukturen.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Keine

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen in „Einführung ins Mathematische Arbeiten“ und Vorträge (Vortrag live und/oder optional Online) in „Anwendungsgebiete der Mathematik“.

Die Leistungsbeurteilung der „Einführung ins Mathematische Arbeiten VU“ erfolgt durch die Anwesenheit in den Übungsteilen der VU. Die Leistungsbeurteilung der „Anwendungsgebiete der Mathematik VO“ erfolgt durch Online-Wissenschecks.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

1,0/1,0 VU Einführung ins Mathematische Arbeiten

1,0/3,0 VO Anwendungsgebiete der Mathematik

## Programmieren

**Regelarbeitsaufwand:** 11,5 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Vor- und Nachteile von numerischen Rechnungen im Vergleich zu symbolischen Rechnungen (mittels Computeralgebra) einschätzen,
- die Grenzen und das potentielle Versagen von numerischen Rechnungen verstehen,
- den Unterschied zwischen imperativer und objektorientierter Programmierung erkennen und ihren sinnvollen Einsatz kompetent beurteilen,
- die Einsatzmöglichkeiten der behandelten Softwaresysteme und Programmiersprachen benennen,
- zwischen reinen Existenzaussagen in der Mathematik und konstruktiven Lösungsmethoden (exakt oder approximativ) unterscheiden,
- Kenntnisse aus den mathematischen Grundvorlesungen als Algorithmen formulieren und am Computer umsetzen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- schriftlich formulierte Problemstellungen formal korrekt umsetzen,
- algorithmische Lösungen kritisch hinterfragen, analysieren und testen,
- auf einem Server mit Mehrbenutzersystem arbeiten,
- in einer höheren Programmiersprache programmieren (mit Fokus auf mathematisch-numerischen Aufgabenstellungen),
- ein gängiges Computeralgebra-System kompetent verwenden, sowohl als interaktives Werkzeug als auch zur Umsetzung symbolischer und numerischer Algorithmen,
- eine Entwicklungsumgebung für numerische Simulation und Visualisierung verwenden,
- mathematische Formeln und Texte verarbeiten (in Dokumenten und Präsentationen),
- mathematische Sachverhalte und Simulationsergebnisse visualisieren und präsentieren.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- eigene Lösungen kompetent präsentieren und erläutern,
- eigene und fremde Lösungen sowie auch auftretende Probleme mit Betreuenden und Mitstudierenden effektiv, konstruktiv und wertschätzend diskutieren und analysieren,
- die eigene Arbeit kritisch bewerten und hinterfragen,
- mit eigenen Fehlern konstruktiv umgehen,
- eine systematische Fehlersuche durchführen,
- sich weiteres Wissen über andere Programmiersprachen selbständig aneignen,
- sich selbständig fortbilden und fachlich weiterentwickeln.

### **Inhalt:**

- Umgang mit einem gängigen Betriebssystem auf einem Mehrbenutzersystem (z.B. Linux)
- Programmierung in einer höheren Programmiersprache (z.B. C)
- Grundlagen der objektorientierten Programmierung (z.B. C++)
- Verwendung und Programmierung einer Entwicklungsumgebung für numerische Simulation und Visualisierung (z.B. MATLAB)
- Verwendung und Programmierung eines gängigen Computeralgebra-Systems (z.B. Maple)
- Mathematische Textverarbeitung (z.B. LaTeX)
- Grundlagen des wissenschaftlichen Publizierens inkl. fachspezifischer Literatursuche (z.B. MathSciNet) und korrekten Zitierens

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:*

- elementare Mengenlehre und Logik

- Rechnen mit Termen, Polynomen und komplexen Zahlen
- Umformen von Gleichungen und Ungleichungen
- elementare Differential- und Integralrechnung
- elementare ebene und räumliche Geometrie

*Kognitive und praktische Kompetenzen:*

- kompetente Verwendung von PC und Internet
- Beherrschung von Standardsoftware

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:*

- Fähigkeit und Bereitschaft zur semantischen Analyse einer Aufgabenstellung zwecks Umsetzung in eine algorithmische Lösung
- respektvoller Umgang mit Betreuenden und Mitstudierenden in den Übungsgruppen und in den Online-Foren

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Studierende eignen sich die Lernergebnisse an durch:

- Besuch der Vorlesungen und aktive Auseinandersetzung mit den dort angebotenen Inhalten und Materialien,
- gemeinsame Diskussion und Lösung der gestellten Übungsaufgaben im Team mit anderen Studierenden,
- Wöchentliche Ausarbeitung von theoretischen Aufgaben und Programmieraufgaben
- freiwilliger Besuch der vorlesungsbegleitenden Tutorien,
- aktive Teilnahme in den Übungen und in den Online-Foren der Lehrveranstaltungen.

Angewandte Lehrformen sind:

- Vorlesung inklusive Präsentationen am Rechner und Diskussion von exemplarischen Anwendungen,
- Übungen in Kleingruppen.

Beurteilung basierend auf schriftlichen Tests sowie dem Umfang an gelösten (Programmier-)Aufgaben plus deren Präsentation in den wöchentlichen Übungen.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

6,0/4,0 VU Einführung in das Programmieren für TM

5,5/3,5 VU Computermathematik

## Statistik

**Regelarbeitsaufwand:** 6,5 ECTS

### Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden sollen mit den grundlegenden Methoden der schließenden Statistik vertraut gemacht werden. Dies umfasst modellbasierte statistische Datenanalyse und die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Fähigkeit zur Analyse komplexer Sachzusammenhänge auf Basis statistischer Methoden und stochastischer Modelle.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Systemische Betrachtungsweise nichtdeterministischer kausaler Zusammenhänge.

**Inhalt:** Erwerb der Fertigkeiten zur Verwendung des Statistik-Analysesystems „R“ in ausreichender Tiefe. Grundlagen, Aufgabe der Statistik, Prüfverteilungen, Stichproben von Normalverteilungen, Objektivistische Punktschätzungen, Bereichsschätzungen für Parameter, Nichtparametrische Schätzung von Verteilungsfunktionen, Statistische Tests, Elemente der Bayes-Statistik, Lineare Modelle, Einfache Varianzanalyse.

### Erwartete Vorkenntnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:*

Lineare Algebra, Analysis, Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vorlesungen und zugehörige Übungen (Übungen unter Berücksichtigung statistischer Software). Die Leistungsbeurteilungen in den Übungen erfolgt durch laufende Kontrolle der Mitarbeit. Die Leistungsbeurteilung der Vorlesungen erfolgt durch einem Prüfungsakt mit einer mündlichen Prüfung.

### Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VO Einführung in die Statistik

2,0/1,5 UE Einführung in die Statistik

## Wissenschaftliches Arbeiten

**Regelarbeitsaufwand:** 13,0 ECTS

### Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden, die dieses Modul positiv absolviert haben, können sich in ein wissenschaftliches (mathematisches) Thema einarbeiten und mit ihren erworbenen Kenntnissen wissenschaftlich arbeiten.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden, die dieses Modul positiv absolviert haben, können ihnen noch fehlende Kenntnisse spezifizieren und anhand der wissenschaftlichen Literatur ergänzen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden, die dieses Modul positiv absolviert haben, können wissenschaftliche Ergebnisse präsentieren und wissenschaftliche Berichte verfassen.

**Inhalt:** Auseinandersetzen mit dem wissenschaftlichen Arbeiten, ohne dass die Studierenden selbst wissenschaftlich innovativ werden, sondern indem sie vorhandene wissenschaftliche Arbeiten nachvollziehen.

**Erwartete Vorkenntnisse:** Pflichtmodule der ersten vier Semester, sowie mathematische Reife.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Positive Absolvierung der StEOP.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Die Studierenden beschäftigen sich (unter Anleitung) eingehend mit einem Problem der reinen oder angewandten Mathematik, und sie präsentieren ihre Erkenntnisse in einem Vortrag, in einer Seminararbeit sowie einer Bachelorarbeit. Präsentation, Seminar- und Bachelorarbeit bilden die Basis der Erfolgsbeurteilung.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

3,0/2,0 SE Seminar mit Seminararbeit

10,0/4,0 PR Projekt mit Bachelorarbeit

## B. Lehrveranstaltungstypen

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

**LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende in Gruppen unter Anleitung von Betreuer\_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.

**PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich an den praktischberuflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

**SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.

**UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrer\_innen sowie Tutor\_innen) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

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

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

## C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

### 1. Semester (WS)

1,0 VU Einführung ins Mathematische Arbeiten  
7,0 VO Analysis 1  
3,5 UE Analysis 1  
6,0 VU Einführung in das Programmieren für TM  
7,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 1  
3,5 UE Lineare Algebra und Geometrie 1

### 2. Semester (SS)

1,0 VO Anwendungsgebiete der Mathematik  
6,0 VO Analysis 2  
3,0 UE Analysis 2  
5,5 VU Computermathematik  
6,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 2  
3,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 2  
4,5 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1  
3,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1

### 3. Semester (WS)

6,0 VO Analysis 3  
3,0 UE Analysis 3  
4,5 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2  
3,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2  
6,0 VO Numerische Mathematik A  
3,0 UE Numerische Mathematik

### 4. Semester (SS)

5,0 VO Algebra  
2,5 UE Algebra  
4,5 VO Differentialgleichungen 1  
3,0 UE Differentialgleichungen 1  
4,5 VO Funktionalanalysis 1  
1,5 VO AKANA Funktionalanalysis für TM  
2,0 UE Funktionalanalysis 1

## **5. Semester (WS)**

6,0 VO Diskrete und geometrische Algorithmen  
3,0 UE Diskrete und geometrische Algorithmen  
7,0 VU Partielle Differentialgleichungen  
3,0 SE Seminar mit Seminararbeit

## **6. Semester (SS)**

4,5 VO Einführung in die Statistik  
2,0 UE Einführung in die Statistik  
10,0 PR Projekt mit Bachelorarbeit

18,0 Modul „18,0 ECTS Freie Wahlfächer und Transferable Skills“

18,0 Modul „18,0 ECTS Gebundene Wahlfächer“

## D. Semesterempfehlung für schiefeinsteigende Studierende

Im Fall eines Studienbeginns im Sommersemester (SS) ist eine Studienverzögerung um ein Semester nur mit Mehraufwand vermeidbar.

### 1. Semester (SS)

1,0 VU Einführung ins Mathematische Arbeiten  
1,0 VO Anwendungsgebiete der Mathematik  
6,0 VU Einführung in das Programmieren für TM  
5,5 VU Computermathematik

### 1. Semester (SS) oder 2. Semester (WS)

7,0 VO Analysis 1  
3,5 UE Analysis 1  
7,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 1  
3,5 UE Lineare Algebra und Geometrie 1

Es wird entweder VO+UE Analysis 1 oder VO+UE Lineare Algebra und Geometrie 1 im Sommersemester angeboten.

### 3. Semester (SS)

6,0 VO Analysis 2  
3,0 UE Analysis 2  
6,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 2  
3,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 2  
4,5 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1  
3,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1

### 4. Semester (WS)

6,0 VO Analysis 3  
3,0 UE Analysis 3  
6,0 VO Diskrete und geometrische Algorithmen  
3,0 UE Diskrete und geometrische Algorithmen  
4,5 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2  
3,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2  
6,0 VO Numerische Mathematik A  
3,0 UE Numerische Mathematik

## **5. Semester (SS)**

5,0 VO Algebra  
2,5 UE Algebra  
4,5 VO Einführung in die Statistik  
2,0 UE Einführung in die Statistik  
4,5 VO Differentialgleichungen 1  
3,0 UE Differentialgleichungen 1  
4,5 VO Funktionalanalysis 1  
1,5 VO AKANA Funktionalanalysis für TM  
2,0 UE Funktionalanalysis 1

## **6. Semester (WS)**

7,0 VU Partielle Differentialgleichungen  
3,0 SE Seminar mit Seminararbeit  
10,0 PR Projekt mit Bachelorarbeit

18,0 Modul „18,0 ECTS Freie Wahlfächer und Transferable Skills“

18,0 Modul „18,0 ECTS Gebundene Wahlfächer“

## **E. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen**

### **Prüfungsfach „Analysis“**

#### **Modul „Analysis“ (19,5 ECTS)**

7,0/4,5 VO Analysis 1  
3,5/2,0 UE Analysis 1  
6,0/4,0 VO Analysis 2  
3,0/2,0 UE Analysis 2

### **Prüfungsfach „Lineare Algebra und Geometrie“**

#### **Modul „Lineare Algebra und Geometrie“ (19,5 ECTS)**

7,0/4,5 VO Lineare Algebra und Geometrie 1  
3,5/2,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 1  
6,0/4,0 VO Lineare Algebra und Geometrie 2  
3,0/2,0 UE Lineare Algebra und Geometrie 2

### **Prüfungsfach „Programmieren und Numerische Mathematik“**

#### **Modul „Programmieren“ (11,5 ECTS)**

6,0/4,0 VU Einführung in das Programmieren für TM  
5,5/3,5 VU Computermathematik

#### **Modul „Numerische Mathematik A“ (9,0 ECTS)**

6,0/4,0 VO Numerische Mathematik A  
3,0/2,0 UE Numerische Mathematik

### **Prüfungsfach „Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik“**

#### **Modul „Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie“ (15,0 ECTS)**

4,5/3,0 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1  
3,0/2,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1  
4,5/3,0 VO Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2  
3,0/2,0 UE Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 2

#### **Modul „Statistik“ (6,5 ECTS)**

4,5/3,0 VO Einführung in die Statistik  
2,0/1,5 UE Einführung in die Statistik

## **Prüfungsfach „Höhere Analysis“**

### **Modul „Höhere Analysis“ (17,0 ECTS)**

6,0/4,0 VO Analysis 3  
3,0/2,0 UE Analysis 3  
4,5/3,0 VO Funktionalanalysis 1  
1,5/1,0 VO AKANA Funktionalanalysis für TM  
2,0/1,0 UE Funktionalanalysis 1

## **Prüfungsfach „Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen“**

### **Modul „Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen“ (14,5 ECTS)**

4,5/3,5 VO Differentialgleichungen 1  
3,0/1,5 UE Differentialgleichungen 1  
7,0/4,5 VU Partielle Differentialgleichungen

## **Prüfungsfach „Diskrete Mathematik“**

### **Modul „Diskrete Mathematik“ (16,5 ECTS)**

5,0/3,5 VO Algebra  
2,5/1,5 UE Algebra  
6,0/4,0 VO Diskrete und geometrische Algorithmen  
3,0/2,0 UE Diskrete und geometrische Algorithmen

## **Prüfungsfach „Vertiefung (Wahlmodule)“**

### **Modul „Gebundene Wahlfächer“ (18,0 ECTS)**

## **Prüfungsfach „Wissenschaftliches Arbeiten“**

### **Modul „Wissenschaftliches Arbeiten“ (13,0 ECTS)**

3,0/2,0 SE Seminar mit Seminararbeit  
10,0/4,0 PR Projekt mit Bachelorarbeit

## **Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“**

### **Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (18,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Technik für Menschen M&G

## **Prüfungsfach „Orientierung und Einführung“**

### **Modul „Orientierung und Einführung“ (2,0 ECTS)**

1,0/1,0 VU Einführung ins Mathematische Arbeiten

1,0/3,0 VO Anwendungsgebiete der Mathematik