

# MASTER STATISTIK-WIRTSCHAFTSMATHEMATIK

## § 1 Grundlage und Geltungsbereich

Das vorliegende Curriculum definiert und regelt das naturwissenschaftliche Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik an der Technischen Universität Wien (TU 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 am Qualifikationsprofil gemäß folgendem §2.

## § 2 Qualifikationsprofil

In den letzten Jahrzehnten hat die Bedeutung der Statistik und Wirtschaftsmathematik in Technologie, Wirtschafts-, Sozial- und Naturwissenschaften, aber auch im gesellschaftlichen Umfeld kontinuierlich zugenommen. Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik als die Theorie und Praxis der Erfassung und Analyse von Daten nichtdeterministischer Vorgänge unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Variabilität und Unschärfe ist von steigender Bedeutung in der immer komplexer werdenden Gesellschaft. Tagtäglich helfen weltweit Wirtschaftsmathematiker wichtige und weitreichende Entscheidungen zu treffen, welche den Erfolg von Unternehmen sowie regionaler, nationaler und internationaler Politik beeinflussen.

Das Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolventinnen und Absolventen sowohl für eine Weiterqualifizierung im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht:

- stochastische Modellentwicklung in Fächern wie etwa Elektronik, Geophysik und Astronomie, Biologie, Pharmakologie, Materialwissenschaften, bzw. allen anderen naturwissenschaftlichen Anwendungen.
- Neu- bzw. Weiterentwicklung von mathematisch fundierten Methoden der Statistik zur Informations- und Datenanalyse als Grundlage für Entscheidungen.
- Anwendung stochastischer Methoden der Prognose als Unterstützung für Technik, Politik und Verwaltung, Medizin oder sozialwissenschaftlichen Analysen.
- Optimale Informationsgewinnung in Technik und Industrie mittels Risiko- oder Entscheidungstheorie, statistischer Versuchsplanung und Stichprobentheorie.
- der Anwendung bzw. Neu- und Weiterentwicklung von mathematischen Methoden des Operations Research zur modellbasierten Entscheidungsfindung und zum effizienten Einsatz knapper Ressourcen;
- der Anwendung bzw. Neu- und Weiterentwicklung mathematischer ökonomischer Modelle und ökonometrischer Verfahren bei betriebs- und gesamtwirtschaftlichen, sowie bei strukturpolitischen Problemstellungen.

Absolventinnen und Absolventen sind damit befähigt

- zu einer eigenverantwortlichen, reflektierenden, innovativen und kreativen wissenschaftlich akademischen Karriere am Kreuzungspunkt von Technik und wirtschafts- sowie naturwissenschaftlicher Forschung
- zur eigenverantwortlichen wissenschaftlichen Tätigkeit in Industrie, angewandter Forschung und Administration, insbesondere der offiziellen Statistik.
- und zur methodenorientierten, forschungsgeleiteten und wissenschaftlichen Berufstätigkeit in
  - Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, Meinungsforschungs- und Wirtschaftsforschungsinstituten, in Banken, Versicherungen und öffentlichen Behörden
  - beziehungsweise im operativen Bereich von Unternehmen und Organisationen, aber auch in anderen Funktionsbereichen wie Vertrieb, Marketing oder Finanzierung.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt:

### **Fachliche und methodische Kenntnisse**

Das Studium liefert eine Basis für die Originalität im Entwickeln und Anwenden von statistischen und mathematischen Methoden in Wirtschaft und Technik. Als Fundament hierfür bietet der erste Teil des Studiums eine vertiefende mathematische Ausbildung.

Unter besonderer Berücksichtigung der für die oben beschriebenen Tätigkeitsbereiche relevanten Teilgebiete gliedert sich die weitere fachliche Ausbildung in die zwei **wählbaren** Schwerpunkte Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie beziehungsweise Wirtschaftsmathematik.

Die Ausbildung im Schwerpunkt Statistik befähigt zur Entwicklung und Anwendung von mathematisch-statistischen Methoden in den Fachgebieten Technische Statistik, wahrscheinlichkeitstheoretische Modelle, Stochastische Prozesse, Statistische Methoden, Computergestützte Statistik. Weiters werden vertiefende fachliche und methodische Kenntnisse in verschiedenen Anwendungsgebieten stochastischer Modellbildung und von statistischen Methoden vermittelt.

Die Ausbildung im Schwerpunkt Wirtschaftsmathematik befähigt zur Entwicklung und Anwendung von mathematischen Methoden in den Fachgebieten Mathematische Ökonomie, Operations Research und Ökonometrie. Besonderes Augenmerk wird in die Vermittlung von vertiefenden, anwendungsorientierten Kenntnisse und Methoden in ausgewählten wissenschaftlichen Gebieten gelegt.

### **Kognitive und praktische Fertigkeiten**

Mittels allgemeiner Fähigkeiten, die ein Mathematikstudium vermittelt, wie abstraktes Denkvermögen, Verständnis formaler Strukturen und der Fähigkeit, konkrete Fragen mit formalen Methoden zu bearbeiten, lehrt das Studium der Statistik - Wirtschaftsmathematik, Wissen zu integrieren und mit Komplexität umzugehen.

Insbesondere lernen die Studierenden, vorhandene mathematische Techniken und Modelle an verschiedene neue Problemstellungen anzupassen oder gegebenenfalls neu oder weiter zu entwickeln, sowie die notwendigen computerbasierten Werkzeuge bereitzustellen.

Die Studierenden werden darauf vorbereitet, Schlussfolgerungen, Wissen und die Prinzipien, welche der Statistik beziehungsweise Wirtschaftsmathematik zugrunde liegen, klar und eindeutig kommunizieren zu können, sowohl im wissenschaftlichen Diskurs mit Experten als auch erklärend für Laien. Auf Grund der im Studium verwendeten, meist fremdsprachigen Fachliteratur, erweitern die Studierenden fachspezifische Fremdsprachenkenntnisse (vorwiegend Englisch).

Im Schwerpunkt Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie lehrt das Studium mit komplexen Datensätzen und stochastischen Problemstellungen umzugehen und daraus optimale Informationen zu extrahieren. Im Einzelnen werden fortgeschrittene stochastische Modelle für reale Vorgänge ermittelt und wissenschaftlich fundierte Methoden der Analyse verschiedener nichtdeterministischer Vorgänge sowie mathematisch fundierte Prognosemodelle erarbeitet. Dies ermöglicht den Absolventen die selbständige Lösung statistischer Problemstellungen und stochastischer Modellierung. Die Absolventen werden darauf vorbereitet die Prinzipien und das Wissen, welches der Statistik und Stochastik zu Grunde liegen, zu verarbeiten und zu vermitteln.

Die im Schwerpunkt Wirtschaftsmathematik demonstrierten Fertigkeiten

- Entwicklung von mathematischen Modellen und Entscheidungsgrundlagen in der Wirtschaft und öffentlichen Verwaltung,
- Verwendung von mathematischen Techniken und Methoden zur Analyse der entwickelten Modelle,
- Planung und Realisierung von Prognosemethoden,
- Planung und Optimierung von Administrations- und Unternehmensabläufen,
- quantitative Evaluierung von Politiken, Unternehmens- und Wirtschaftsstrategien im Sinne einer umfassenden Qualitätskontrolle und -sicherung,
- interdisziplinäre, systemorientierte und flexible Denkweise

fördern das Verstehen und Anwenden der Wirtschaftsmathematik und forcieren die Problemlösungsfähigkeiten der Studierenden in neuen und unvertrauten Zusammenhängen innerhalb breiter Kontexte.

## **Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität**

In der Wirtschaftsmathematik werden Methoden und Werkzeuge entwickelt, um Problemstellungen in Forschung, Industrie, Wirtschaft und (öffentlicher) Verwaltung zu lösen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe werden die Studierenden für die Bereitschaft zur Übernahme von selbständiger, verantwortlicher Tätigkeit in diesem Arbeitsfeld vorbereitet. Dabei wird besonderer Wert auf folgende Kompetenzen gelegt:

- Initiative und Eigenverantwortung,
- kritische Reflexion, wissenschaftliche Neugierde und Innovation,
- strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge,
- selbstständiges Einarbeiten in neue Gebiete,
- kreativer Einsatz der erworbenen Kenntnisse und Methoden,
- Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer,
- Anpassungsfähigkeit und die Bereitschaft, sich mit anderen Wissenschaften intensiv und kritisch auseinander zu setzen.

## **§ 3 Dauer und Umfang**

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium Statistik - Wirtschaftsmathematik beträgt 120 ECTS-Punkte.<sup>1</sup> Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern (2 Jahre) als Vollzeitstudium.

## **§ 4 Zulassung zum Masterstudium**

Die Zulassung zu dem Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Statistik und Wirtschaftsmathematik, Finanz- und Versicherungsmathematik und Technische Mathematik an der Technischen Universität Wien.

Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit alternative oder zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind.

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

Im Verlauf des Studiums sind fortgeschrittene Kenntnisse der englischen Sprache von Vorteil, da Vorlesungen gelegentlich in englischer Sprache gehalten werden und fachspezifische Unterlagen und insbesondere die wissenschaftliche Literatur oft nur in englischer Sprache zur Verfügung stehen.

## **§ 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.

---

<sup>1</sup> ECTS (European Credit Transfer System) Punkte sind ein Maß für den Regelarbeitsaufwand der Studierenden, spiegelt aber keine Erfolgsbeurteilung wider. Ein ECTS Credit entspricht dem Arbeitsaufwand von 25 vollen Stunden von „Normstudierenden“. Der Regelarbeitsaufwand eines Studienjahres ist mit 60 ECTS Punkte normiert.

Je nach gewähltem **Schwerpunkt** ist die **Wahlmodulgruppe Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie** (Module Stochastische Methoden, Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie) **oder die Wahlmodulgruppe Wirtschaftsmathematik** (Module Wirtschaftsmathematik, Wirtschaftsmathematik Vertiefung) zu absolvieren.

Bei Wahl des Schwerpunktes Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie sind folgende Prüfungsfächern zu absolvieren:

Prüfungsfach	Umfang	Enthaltenes Modul	Umfang
Mathematik Vertiefung	22,0 ECTS	Mathematik Vertiefung	22,0 ECTS
Stochastische Methoden	25,0 ECTS	Stochastische Methoden	25,0 ECTS
Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie	19,0 ECTS	Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie	19,0 ECTS
Diplomarbeit mit Diplomprüfung	30,0 ECTS	Wissenschaftliches Arbeiten	30,0 ECTS
Ergänzungsfächer	15,0 ECTS	Ergänzungsfächer	15,0 ECTS
Freie Wahlfächer	9,0 ECTS	Freie Wahlfächer	9,0 ECTS
<b>Total</b>	<b>120,0 ECTS</b>		<b>120,0 ECTS</b>

Bei Wahl des Schwerpunktes Wirtschaftsmathematik sind folgende Prüfungsfächern zu absolvieren:

Prüfungsfach	Umfang	Enthaltenes Modul	Umfang
Mathematik Vertiefung	22,0 ECTS	Mathematik Vertiefung	22,0 ECTS
Wirtschaftsmathematik	20,0 ECTS	Wirtschaftsmathematik	20,0 ECTS
Wirtschaftsmathematik Vertiefung	24,0 ECTS	Wirtschaftsmathematik Vertiefung	24,0 ECTS
Diplomarbeit mit Diplomprüfung	30,0 ECTS	Wissenschaftliches Arbeiten	30,0 ECTS
Ergänzungsfächer	15,0 ECTS	Ergänzungsfächer	15,0 ECTS
Freie Wahlfächer	9,0 ECTS	Freie Wahlfächer	9,0 ECTS
<b>Total</b>	<b>120,0 ECTS</b>		<b>120,0 ECTS</b>

Die Lehrveranstaltungen der freien Wahl innerhalb des Moduls „Freie Wahlfächer“ dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Es ist empfohlen im Rahmen der Lehrveranstaltungen der freien Wahl zumindest eine Lehrveranstaltung mit wissenschaftstheoretischen und/oder methodenkritischen Inhalten in Bezug auf Geschlechterforschung zu wählen.

Zumindest 4,5 ECTS-Punkte an fachübergreifenden Qualifikationen (gemäß Satzung §3(1)9b und c) müssen im Rahmen des Moduls Freie Wahlfächer absolviert werden.

Die Module des Masterstudiums Statistik-Wirtschaftsmathematik sind im Anhang B detailliert beschrieben. Die folgende Tabelle enthält einen kurzen Auszug der wichtigsten Punkte in Bezug auf Eingangs- und Ausgangsqualifikation sowie der vermittelten Inhalte (Stoffgebiete):

Modul	Eingangs- Qualifikation	Ausgangs- Qualifikation	Stoffgebiete	Grundkonzeption
Mathematik Vertiefung	Analysis, Lineare Algebra, Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie	Grundlagen Funktionalanalysis, Differentialgleichungen, Stochastische Prozesse, Zeitreihenanalyse, komplexe Analysis	Funktionalanalysis, Stochastische Prozesse, Zeitreihenanalyse, Numerik von Differentialgleichungen, Partielle Differentialgleichungen, komplexe Analysis	Vorlesungen Übungen
Stochastische Methoden	Analysis, Lineare Algebra, Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie, Angewandte Mathematische Statistik, Computerstatistik, stochastische Prozesse, komplexe Analysis	Vertiefende Ausbildung in der Stochastik	Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie, mathematische Statistik, Bayes Statistik, Statistische Simulation	Vorlesungen Übungen
Statistik und Wahrscheinlich-	Vertiefte Ausbildung in der Stochastik, insb.	Vertiefende Ausbildung in Spezialgebieten der Statistik	Multivariate Statistik, computergestützte Statistik,	Vorlesungen Übungen

keitstheorie	Theorie stoch. Prozesse und Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie	und der Wahrscheinlichkeitstheorie	stochastische Analysis, Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie, stochastische Prozesse	Seminare
Wirtschaftsmathematik	Grundlagen zu Operations Research, Mikro- u. Makroökonomie und Differentialgleichungen	Vertiefende Ausbildung in der Wirtschaftsmathematik	Nichtlineare Optimierung, Spieltheorie, Dynamische Makroökonomie, Operations Research, Anwendungen	Vorlesungen Übungen
Wirtschaftsmathematik Vertiefung	Grundlagen zu Operations Research, Funktionalanalysis, Differentialgleichungen, Mikro- und Makroökonomie, Spieltheorie	Vertiefende Ausbildung in Spezialgebieten des Operations Research, in Kontrollsystemen, in der Ökonometrie und in der Mathematischen Ökonomie	Graphentheoretische Modelle und Methoden, Warteschlangentheorie, Kontrolltheorie, Analyse von Differentialgleichungssystemen, Simulation, Ökonometrie, Mikroökonomie, Anwendungen und Fallstudien zur Optimierung, Dynamische Makroökonomie, Monetäre Ökonomie, Umwelt- und Bevölkerungsökonomie, Spiel- und Auktionstheorie	Vorlesungen Übungen Seminare Projekte
Ergänzungsfächer	Abhängig von der Wahl der Fächer durch die Studierenden	Wählbare Fächer primär aus den Masterstudien der Mathematik an der TU Wien, aber auch ausgewählte Fächer aus anderen Studien an der TU Wien, sowie absolvierte Fächer bei Auslandsaufenthalten	Dieses Modul dient primär zur Erweiterung der mathematischen Ausbildung aber auch zur Ausbildung in Wirtschaftsfächern	Bedingt frei wählbare Fächer
Wissenschaftliches Arbeiten	Das gewählte Vertiefungsmodul	Wissenschaftlich Publizieren (Diplomarbeit)	Je nach gewähltem Schwerpunkt Statistik oder Wirtschaftsmathematik	Diplomarbeit
Freie Wahlfächer	Keine	Frei wählbar mit der Einschränkung, dass ein Mindestmaß an fachübergreifenden Qualifikationen (gemäß Satzung §3(1)9b und c) erworben werden	Aneignung außerfachlicher und fächerübergreifender Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen. (nicht notwendigerweise mathematisch)  EMPFOHLEN: wissenschaftstheoretische und methodenkritische Inhalte in Bezug auf Geschlechterforschung	Frei wählbare Lehrveranstaltungen

## § 6 Lehrveranstaltungen

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

Jede Änderung der Lehrveranstaltungen der Module wird in der Evidenz der Module dokumentiert und ist mit Übergangsbestimmungen zu versehen. Jede Änderung wird in den Mitteilungsblättern der Technischen Universität Wien veröffentlicht. Die aktuell gültige Evidenz der Module liegt sodann in der Rechtsabteilung auf.

## § 7 Prüfungsordnung

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

- a. die erfolgreiche Absolvierung aller im Curriculum vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung positiv absolviert wurden,
- b. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
- c. eine kommissionelle Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gem. §12 und §19 Satzungsteil „Studienrechtliche Bestimmungen“ der Technischen Universität Wien und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen.

Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gem. §18 Abs.1 Satzungsteil „Studienrechtliche Bestimmungen“ der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte a. und b. erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- a. die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- b. das Thema der Diplomarbeit, und
- c. eine auf den unter a) und b) angeführten Noten basierende Gesamtbeurteilung gemäß § 73 Abs. 3 UG 2002, 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 als 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Die Gesamtnote ergibt sich analog zu den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der Abschlussprüfung.

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

Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit "sehr gut" (1), "gut" (2), "befriedigend" (3) oder "genügend" (4), der negative Erfolg ist mit "nicht genügend" (5) zu beurteilen. Wählen Studierende in den Modulen „Mathematische Ergänzung“ bzw. „Freie Wahlfächer“ Lehrveranstaltungen, welche mit "mit Erfolg teilgenommen" beurteilt worden sind, dann geht diese Beurteilung in die oben genannten Mittelungen für die Benotung der entsprechenden Prüfungsfächer sowie Gesamtnote nicht ein.

## § 8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende im Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik, die ihre Studienwahl im Bewusstsein der erforderlichen Begabungen und der nötigen Leistungsbereitschaft getroffen haben, sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

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

Die Anerkennung von im Ausland und an inländischen Universitäten absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das Studienrechtliche Organ. Zu diesem Zwecke steht dem Studienrechtlichen Organ die in §27 Abs. 1 bis 3 der Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der TU Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung, und soll dazu eingesetzt werden, um die Mobilität der Studierenden zu erleichtern. Diese Bestimmungen können aber auch in Ausnahmefällen zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Modul „Ergänzungsfächer“ die Mobilität der Studierenden erleichtern/unterstützen soll.

## § 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine im Masterstudium eigens angefertigte schriftliche wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Prüfungsfach Diplomarbeit, bestehend aus der wissenschaftlichen Arbeit und der kommissionellen Abschlussprüfung, wird mit 30 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Abschlussprüfung 3 ECTS zugemessen werden.

Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden in Absprache mit einer Betreuerin / einem Betreuer frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

## § 10 Akademischer Grad

Den Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Statistik-Wirtschaftsmathematik wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“- verliehen (englische Übersetzung „Master of Science“, abgekürzt „MSc“) verliehen.

## § 11 Integriertes Qualitätsmanagement

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

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

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

## § 12 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt am 1. Oktober 2012 in Kraft.

## § 13 Übergangsbestimmungen

Das Masterstudium Wirtschaftsmathematik an der TU Wien kann bis 30. September 2016 in der im Studienjahr 2011/12 gültigen Fassung abgeschlossen werden, sofern eine gültige Inskription für dieses Studium im beziehungsweise vor dem Sommersemester 2012 vorliegt. Das Masterstudium Statistik an der TU Wien kann bis 30. September 2016 in der im Studienjahr 2011/12 gültigen Fassung abgeschlossen werden, sofern eine gültige Inskription für dieses Studium im beziehungsweise vor dem Sommersemester 2012 vorliegt. Eventuell nicht mehr abgehaltene Lehrveranstaltungen können durch gleichwertige ersetzt werden; die entsprechenden Bestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen in der Rechtsabteilung der Technischen Universität in aktueller Form auf.

Für Studierende des Masterstudiums Wirtschaftsmathematik beziehungsweise des Masterstudiums Statistik besteht ab Inkrafttreten des Curriculums für das Masterstudium Statistik-Wirtschaftsmathematik jeder Zeit unter Anrechnung der bereits erbrachten Leistung die Möglichkeit in das Studium Statistik-Wirtschaftsmathematik zu wechseln. Volle Anrechnung der erbrachten Leistung kann aber nur bei der Wahl der dem ursprünglich inskribierten Studium entsprechenden Wahlmodulgruppe (siehe dazu §5) gewährleistet werden. Die hierzu gültigen Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen in der Rechtsabteilung der Technischen Universität Wien in aktueller Form auf. Diese Übergangsbestimmungen sind auch anzuwenden, wenn Studierende bereits während eines der Mathematik Bakkalaureatsstudien Statistik und Wirtschaftsmathematik, Technische Mathematik, Finanz- und Versicherungsmathematik an der TU Wien LVAs aus dem zu diesem Zeitpunkt gültigen Mastercurriculum Wirtschaftsmathematik bzw. Statistik absolviert und diese LVAs nicht zur Absolvierung des Bachelorstudiums verwendet haben.

## Anhang A: Lehrveranstaltungstypen

**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.

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

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

**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.

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

Modus: folgende Kürzel stehen für den Prüfungs-/Beurteilungsmodus

(U) schriftliche und mündliche Prüfung

(M) mündliche Prüfung

(B) beurteilt (immanente Leistungsüberprüfung)

Bemerkung: eine SWS (Semesterwochenstunde) ist eine über ein Semester durchgeführte Lehr- und Lerneinheit mit einem wöchentlichen Umfang von 45 Minuten.

## Anhang A1: Auflistung der Lehrveranstaltungen

Module und Lehrveranstaltungen	Modus	Umfang	Aufwand
<b>Modul "Mathematik Vertiefung"</b>			<b>22,0 ECTS</b>
VO Partielle Differentialgleichungen	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Partielle Differentialgleichungen	B	1,5 SWS	2,5 ECTS
VO Stationäre Prozesse und Zeitreihenanalyse	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Stationäre Prozesse und Zeitreihenanalyse	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
VO Theorie stochastischer Prozesse	U	3,0 SWS	5,0 ECST
UE Theorie stochastischer Prozesse	B	2,0 SWD	3,0 ECTS
VO Funktionalanalysis 1	M	4,0 SWS	6,0 ECTS
UE Funktionalanalysis 1	B	1,0 SWS	2,0 ECTS
VO Numerik von Differentialgleichungen	M	4,0 SWS	5,0 ECTS
UE Numerik von Differentialgleichungen	B	2,0 SWS	3,0 ECTS
VO Komplexe Analysis	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Komplexe Analysis	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
<b>Modul "Stochastische Methoden"</b>			<b>25,0 ECTS</b>
VO Allgemeine Regressionsmodelle	U	2,0 SWS	3,0 ECTS
UE Allgemeine Regressionsmodelle	B	1,0 SWS	2,0 ECTS
VO Bayes-Statistik	U	2,0 SWS	3,0 ECTS
UE Bayes-Statistik	B	1,0 SWS	2,0 ECTS
VU Statistische Simulation&computerintensive Methoden	B	2,0 SWS	3,0 ECTS
VO Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
VO Mathematische Statistik	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Mathematische Statistik	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
<b>Modul "Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie"</b>			<b>19,0 ECTS</b>
Ausgewählte Vertiefungslehrveranstaltungen aus AKSTAT und AKWTH			
<b>Modul "Wirtschaftsmathematik"</b>			<b>20,0 ECTS</b>
VO Spieltheoretische Modellierung	U	2,0 SWS	3,0 ECTS
UE Spieltheoretische Modellierung	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
VO Nichtlineare Optimierung	U	2,0 SWS	3,0 ECTS
UE Nichtlineare Optimierung	B	1,0 SWS	2,0 ECTS
VO Dynamische Makroökonomie	U	2,0 SWS	3,0 ECTS
UE Dynamische Makroökonomie	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
VO Angewandtes Operations Research	U	3,0 SWS	4,5 ECTS
UE Angewandtes Operations Research	B	1,0 SWS	1,5 ECTS
<b>Modul "Wirtschaftsmathematik Vertiefung"</b>			<b>24 ECTS</b>
Ausgewählte Vertiefungslehrveranstaltungen aus AKOR, AKVWL und AKOEK			
<b>Modul "Ergänzungsfächer"</b>			<b>15,0 ECTS</b>
(LVAs bedingt durch die Wahl der Studierenden)			
<b>Modul "Wissenschaftliches Arbeiten"</b>			<b>30,0 ECTS</b>
Diplomarbeit			27,0 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung			3,0 ECTS
<b>Modul "Freie Wahlfächer"</b>			<b>9,0 ECTS</b>
(freie Wahlfächer)			

# Anhang B: Modulbeschreibungen

## B.1 Modul Mathematik Vertiefung

**Regelarbeitsaufwand des Moduls:** 22 ECTS

### **Bildungsziele des Moduls:**

#### Fachliche und Methodische Kenntnisse:

Kenntnis der unten genannten Inhalte der Funktionalanalysis, stochastischer Prozesse und der Zeitreihenanalyse. Kenntnis der wichtigsten numerischen Methoden zur näherungsweise Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen (Diskretisierungsverfahren) sowie Kennenlernen der wichtigsten Grundtypen partieller Differentialgleichungen. Erlangung der Grundkenntnisse der komplexen Analysis.

#### Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Beherrschung der grundlegenden Beweis- und Rechenmethoden, welche in der Funktionalanalysis sowie bei stochastischen Prozessen und in der Zeitreihenanalyse zum Einsatz kommen. Weiters Beherrschung von grundlegenden Methoden für die empirische Analyse von Zeitreihen.

Befähigung zur Verwendung einschlägiger Algorithmen zur numerischen Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen beziehungsweise Überblick über Lösungsansätze partieller Differentialgleichungen und die dazu notwendigen mathematischen Grundlagen.

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: Eigenverantwortlichkeit und Eigeninitiative, kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, kreativer Einsatz der erworbenen Kenntnisse und Methoden, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer

### **Inhalte des Moduls:**

Funktionalanalysis 1: Hilberträume (ONB, orthogonale Projektoren), lokalkonvexe Räume, schwache Topologien, Satz von Hahn-Banach, Satz von Alaoglu, Satz von Baire, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Bild, elementare Operatortheorie (Spektrum, kompakte Operatoren), Spektralsatz für beschränkte und selbstadjungierte Operatoren

Stationäre Prozesse und Zeitreihenanalyse: Multivariate (schwach) stationäre Prozesse in diskreter Zeit, Grundlagen, Autokovarianzfunktion, Spektraldarstellung, Spektrum, lineare Filter, Transferfunktion, AR/ARMA Prozesse, Prognose, Wold-Zerlegung, Schätzung

Theorie stochastischer Prozesse: Definition, Filtrationen und Stoppzeiten, Trajektorieneigenschaften und Messbarkeitsfragen, Markovketten in diskreter und stetiger Zeit, Markovprozesse, Martingale und Semimartingale, Ito-Integral, stochastische Differentialgleichungen.

Numerik von Differentialgleichungen: Anfangs- und Randwertprobleme für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen: Ein- und Mehrschrittverfahren, Steuerungsfragen. Einführung in numerische Verfahren für partielle Differentialgleichungen vom elliptischen, parabolischen und hyperbolischen Typ.

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

Komplexe Analysis: Potenz(Laurent)reihenentwicklung, Maximumprinzip, Lokal gleichmäßige Konvergenz und der Satz von Montel, Produktsatz von Weierstrass, Riemannscher Abbildungssatz

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

#### Fachliche und Methodische Kenntnisse:

Kenntnis jener Beweismethoden, welche in der Analysis, Linearen Algebra sowie Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie zum Einsatz kommen. Insbesondere Kenntnis von mathematischen und algebraischen Grundbegriffe, 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.

Zahlensysteme, Konstruktion der reellen Zahlen, Begriff der Konvergenz (Metrik, Konvergenz, offene Menge etc.), Reihen, Funktionen (Stetigkeit, glm. Konvergenz, Potenzreihen), Elementare Funktionen, Differentiation, Taylorentwicklung (Un)eigentliches Riemannintegral, Grundlegendes über Normen und Banachräume, Fourierreihen, Mehrdimensionale Differentialrechnung, Extremwerte (unter Nebenbedingungen), Hauptsatz über implizite Funktionen, Wegintegrale, Grundlagen der komplexen Analysis (z.B. Holomorphie), Cauchysche(r) Integralsatz(formel), Grundlagen der Theorie topologischer Räume (Umgebungen, Abschluss, Stetigkeit, etc.)

Wahrscheinlichkeitsräume und -verteilungen, maßtheoretische Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariable, stochastische Abhängigkeit und Unabhängigkeit, Verteilungsfunktionen, Erwartungswert,  $L_p$ -Räume, Produkträume und mehrdimensionale Zufallsvariable, Konvergenz von Folgen von Zufallsvariablen, Gesetze der großen Zahlen, Zentrale Grenzwertungssätze

Numerik von Differentialgleichungen: Computerarithmetik, Stabilität und Kondition, Interpolation und Approximation, Iterationsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, numerische lineare Algebra, numerische Software,

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

#### Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Fähigkeit des Übergangs vom konkreten Beispiel zur abstrakten Struktur und umgekehrt. Fähigkeit neuartige Begriffsbildungen zu verstehen und komplexe Zusammenhänge zu durchdringen. Fähigkeit der Problemlösung durch Behandlung in einem abstrakten Umfeld und/oder durch den Einsatz adäquater Rechenverfahren. Einsatz des Gelernten auf theoretische und praktische Aufgaben.

(Numerik von Differentialgleichungen:) Studierende benötigen Grundkenntnisse zur Beurteilung von Effizienz und Genauigkeit numerischer Algorithmen sowie zu ihrer Realisierung auf Computern (z.B. in MATLAB, C).

#### Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität:

Strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Genauigkeit und Ausdauer, Selbstorganisation, Präsentation von Ergebnissen

#### **Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

#### **Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. 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 schriftliche und mündliche Prüfung bzw. durch eine Prüfung mit nur einem mündlichen Teil (Numerik von Differentialgleichungen, Funktionalanalysis 1).

#### **Lehrveranstaltungen des Moduls**

VO	4,0 SWS Funktionalanalysis 1	6,0 ECTS
UE	1,0 SWS Funktionalanalysis 1	2,0 ECTS

Wahlweise

VO	3,0 SWS Theorie stochastischer Prozesse	5,0 ECTS
UE	1,0 SWS Theorie stochastischer Prozesse	3,0 ECTS
VO	3,0 SWS Komplexe Analysis	4,5 ECTS
UE	1,0 SWS Komplexe Analysis	1,5 ECTS

oder

VO	4,0 SWS Numerik von Differentialgleichungen	5,0 ECTS
UE	2,0 SWS Numerik von Differentialgleichungen	3,0 ECTS
VO	3,0 SWS Stationäre Prozesse und Zeitreihenanalyse	4,5 ECTS
UE	1,0 SWS Stationäre Prozesse und Zeitreihenanalyse	1,5 ECTS

Es ist empfohlen vorbereitend für die Wahlmodulgruppe Statistik den ersten Block und für die Wahlmodulgruppe Wirtschaftsmathematik den zweiten Block zu wählen.

Es besteht die Möglichkeit, Numerik von Differentialgleichungen durch Partielle Differentialgleichungen zu ersetzen (VO+UE eines Faches müssen gemeinsam absolviert werden):

VO	3,0 SWS Partielle Differentialgleichungen	4,5 ECTS
UE	1,5 SWS Partielle Differentialgleichungen	2,5 ECTS

Bei Wahl der Partiiellen Differentialgleichungen anstelle der Numerik von Differentialgleichungen entsteht eine Diskrepanz von einem ECTS Credit; um dem Rechnung zu tragen wird bei Wahl der Partiiellen Differentialgleichungen der Umfang des Moduls Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie beziehungsweise des Moduls Wirtschaftsmathematik Vertiefung um ein ECTS Credit erhöht.

**Ressourcenbedingte Beschränkungen:** Keine

## ***B.2 Modulgruppe Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie***

### ***B.2a Modul Stochastische Methoden***

**Regelarbeitsaufwand das Moduls:** 25,0 ECTS

#### **Bildungsziele des Moduls:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse: Kenntnis der Inhalte und Methoden der unten stehenden Lehrveranstaltung insbesondere der Beweis- und Anwendungsmethoden, die in stochastischen Modellen zum Einsatz kommen.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Fähigkeiten der Absolventen, stochastische Modelle zu erstellen und deren theoretische Eigenschaften und Zusammenhänge zu analysieren, sowie die numerische Umsetzung durchzuführen.

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: Entwickeln von eigenständigen Ideen zur Lösung von Aufgaben. Präsentation von Konzepten in verschiedenen, dem Problem angemessener Form, wie Tafelvortrag oder softwaregestützter Präsentation.

Dieses Modul bildet die grundlegende theoretische Basis für vielfältige Vertiefungen auf dem Gebiet der Stochastik. Aufbauend auf den vorangegangenen Modulen bzw. Lehrveranstaltungen des Bachelorstudium Statistik und

Wirtschaftsmathematik werden dort vorgestellte Konzepte der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik ausgebaut und verbunden.

### **Inhalte des Moduls:**

Modulinhalte bilden die zentralen Themen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastischen Prozesse Mathematischen Statistik. Einige wesentlichen Themen dieser Gebiete sind beispielsweise:

Charakteristische Funktionen, Konvergenz von Maßen, Stetigkeitssatz von Lévy, Reguläre bedingte Wahrscheinlichkeiten, Null-Eins Gesetze, Doob'sche Ungleichungen, allgemeine Grenzverteilungssätze, schwache Konvergenz, Übergangskerne, projektive Familien, Markov'sche Halbgruppen, unbegrenzt teilbare Verteilungen, Extremwerttheorie, Hausdorff-Maße, Martingale etc.

Lévy Prozesse, Erneuerungsprozesse, Gesetze des iterierten Logarithmus, Optional Sampling und Optional Stopping, Doob-Zerlegung, Prinzip der großen Abweichungen etc.

Test- und Schätztheorie, Exponentialfamilien, Entscheidungstheorie, Suffizienz und Vollständigkeit, Kernschätzung, asymptotische Eigenschaften der Maximum-Likelihood-Schätzung, Bayes-Prozeduren, hierarische Modelle, Haarsches Maß und invariante a-priori Verteilungen, Informationsmaße, lineare Modelle, multivariate Regression, Simulationsverfahren, Metropolitan-Hastings-Algorithmus, Monte-Carlo Simulation und Gibbs-Sampler etc.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse: Stoff der Lehrveranstaltungen, die allen Mathematik-Bachelorstudien gemeinsam sind, insbesondere die Inhalte der Lehrveranstaltungen aus Analysis 1 & 2, Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 1 & 2, Angewandte Mathematische Statistik, Lineare Algebra, Computerstatistik und Computermathematik.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Stoff und Methodik der angeführten Lehrveranstaltungen soll vertraut sein, und soweit beherrscht werden, dass theoretische Überlegungen und konkrete Problemstellungen selbstständig angestellt bzw. gelöst werden können. Allgemeine Programmierkenntnisse und Softwareerfahrung mit statistischen Programmpaketen sollen bereits erworben sein.

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer,

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

### **Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Die grundlegenden Inhalte und Konzepte werden von dem Leiter/der Leiterin der LVA präsentiert und mit Hilfe von Beispielen und Fallstudien illustriert und damit von den Studierenden eingeübt. In den LVAs vom Typ VO wird die Leistung durch eine Prüfung (schriftlich und/oder mündlich) am Ende des Semesters beurteilt. In den LVAs vom Typ UE realisieren die Studierenden erklärende, illustrative und vertiefende Beispiele teils unter Anleitung und teils selbständig und präsentieren diese; die Ausarbeitung der Beispiele bildet (eventuell zusammen mit Tests) die Basis der Beurteilung.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls**

VO	2,0 SWS Allgemeine Regressionsmodelle	3,0 ECTS
UE	1,0 SWS Allgemeine Regressionsmodelle	2,0 ECTS
VO	2,0 SWS Bayes-Statistik	3,0 ECTS
UE	1,0 SWS Bayes-Statistik	2,0 ECTS
VU	2,0 SWS Statistische Simulation & computerintensive Methoden	3,0 ECTS
VO	3,0 SWS Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie	4,5 ECTS
UE	1,0 SWS Höhere Wahrscheinlichkeitstheorie	1,5 ECTS
VO	3,0 SWS Mathematische Statistik	4,5 ECTS
UE	1,0 SWS Mathematische Statistik	1,5 ECTS

**Ressourcenbedingte Beschränkungen:** Keine

## B.2b Modul Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie

**Regelarbeitsaufwand des Moduls:** 19,0 ECTS

### **Bildungsziele des Moduls:**

**Fachliche und Methodische Kenntnisse:** Kenntnis der Inhalte und Fähigkeit zur Umsetzung der Methoden der unten stehenden Lehrveranstaltungen, insbesondere der Beweis- und Anwendungsmethoden auf dem Gebiet der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie.

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:** Vertiefung und Festigung der in den vorigen Modulen erlangten Fertigkeiten auf den Gebieten der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, die zur wissenschaftlichen Behandlung von Methoden und Modellen in diesen Gebieten sowie zur interdisziplinären Anwendung befähigt. Ein wichtiges Ziel ist es, zumindest in einer Spezialisierung die kognitive und praktische Fertigkeiten zu erarbeiten, um in diesem Gebiet eine Diplomarbeit schreiben zu können.

**Änderungsvorschlag der Statistiker:** Weiterer Ausbau und Festigung der in den vorigen Modulen erlangten Fähigkeiten auf dem Gebiet der Statistik, sodass gegebenenfalls eine Diplomarbeit auf diesem Gebiet geschrieben werden kann.

**Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität:** Entwickeln von eigenständigen Ideen zur Lösung von Aufgaben. Präsentation von Konzepten in verschiedenen, dem Problem angemessener Form, wie Tafelvortrag oder softwaregestützter Präsentation.

### **Inhalte des Moduls:**

Dieses Modul beinhaltet eine intensivierete Ausbildung auf dem Gebiet der mathematischen und angewandten Statistik, die zur wissenschaftlichen Behandlung von Modellen in diesem Gebiet und der interdisziplinären Anwendung der Statistik befähigt.

Modulinhalte bilden die zentralen Themen der mathematischen, multivariaten und computergestützten Statistik, sowie der Stochastischen Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastischen Prozesse. Einige wesentlichen Themen dieser Gebiete sind beispielsweise:

Nichtparametrische Modelle, Dichteschätzung, empirische Prozesse, Multiple Regression, Klassifikation und Diskriminanzanalyse, Varianzanalyse, Robuste Schätzverfahren, verallgemeinerte lineare Modelle, Bootstrap Verfahren, Hauptkomponentenanalyse, Faktor-Analyse, mehrdimensionale Skalierung, optimale Versuchspläne, Risikoanalyse, Stichprobenverfahren, zensierte Daten, statistische Software, Programmierung und Softwareentwicklung in R, Simulationsverfahren, Zufallszahlenerzeugung, anwendungsspezifische Verfahren in der technischen Statistik.

Wiener Prozess, stochastisches Integral, Ito-Formel, stochastische Differentialgleichungen, starke und schwache Lösung, Girsanov-Theorem, Martingaldarstellung, Markov-Ketten, Übergangskerne, Halbgruppen auf Funktionenräumen, Metriken für Wahrscheinlichkeitsmaße, Satz von Donsker, Markov-Sprungprozesse und Feller-Prozesse, Konvergenzsätze für Martingale, Verzweigungsprozesse, Galton-Watson-Prozesse, Warteschlangentheorie, Erneuerungstheoreme, Pollaczek-Khinchin-Formel.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

**Fachliche und Methodische Kenntnisse:** Stoff der Lehrveranstaltungen aus dem Mathematik-Bachelorstudium und dem Modul Stochastische Methoden.

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:** Beherrschung des Kalküls für stochastische Größen, Verteilungen und Konvergenzarten, Lösungskompetenz für konkrete Problemstellungen und eigenständiges Erstellen von statistischen Modellen, Erstellen von Software in R und anderen statistischen Programmiersystemen.

**Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität:** kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde und Innovation, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer, kreativer Einsatz der erworbenen Kenntnisse und Methoden.

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

**Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Die grundlegenden Inhalte und Konzepte werden von dem Leiter/der Leiterin der LVA präsentiert und mit Hilfe von Beispielen und Fallstudien illustriert und damit von den Studierenden eingeübt. In den LVAs vom Typ VO wird die Leistung durch eine Prüfung (schriftlich und/oder mündlich) am Ende des Semesters beurteilt. In den LVAs vom Typ UE realisieren die Studierenden erklärende, illustrative und vertiefende Beispiele teils unter Anleitung und teils selbständig und präsentieren diese; die Ausarbeitung der Beispiele bildet (eventuell zusammen mit Tests) die Basis der Beurteilung. In den LVAs vom Typ SE bereiten die Studierenden die von der Leiterin / vom Leiter der LVA vorgegebenen Inhalte vor und präsentieren diese vor den Teilnehmern der LVA. Die Beurteilung basiert auf der Präsentation (und eventuell auf einer auszuarbeitenden Seminararbeit). In LVAs vom Typ PR werden Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, oder theoretischen Aufgaben vertieft und ergänzt und die Ergebnisse in einer Projektarbeit dargestellt, welche die Basis der Beurteilung bildet.

**Aktuelle Lehrveranstaltungen des Moduls**

Frei wählbar sind sämtliche Vertiefungslehrveranstaltungen

AKSTAT Ausgewählte Kapitel aus Statistik

AKWTH Ausgewählte Kapitel aus Wahrscheinlichkeitstheorie.

Jährlich werden die aktiven Vertiefungslehrveranstaltungen durch Veröffentlichung im Mitteilungsblatt bekannt gemacht.

Es muss zumindest ein Seminar (SE) gewählt werden.

Sollte die gewählte Kombination von Lehrveranstaltungen einen Überhang über die für dieses Modul vorgesehene ECTS-Punkteanzahl bedingen, so steht es den Studierenden frei, sich den Überhang im Modul „Ergänzungsfächer“ anrechnen zu lassen.

**Ressourcenbedingte Beschränkungen:** Keine

## ***B.3 Modulgruppe Wirtschaftsmathematik***

### ***B.3a Modul Wirtschaftsmathematik***

**Regelarbeitsaufwand das Moduls:** 20 ECTS

**Bildungsziele des Moduls:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse:

Dynamische Makroökonomie: Die Studierenden sollen mit den wichtigsten ökonomischen Wachstumsmodellen vertraut gemacht werden. Es wird sowohl das transitorische als auch das stationäre Verhalten der dynamischen Makromodelle untersucht.

Nichtlineare Optimierung: Abstraktion von Entscheidungsproblemen in ein Modell der nichtlinearen Programmierung, Kenntnis der theoretischen Grundlagen der zentralen Lösungsmethoden der Nichtlinearen Programmierung

Spieltheoretische Modellierung: Kenntnis der grundlegenden Methoden und Modelle der Spieltheorie

Angewandtes Operations Research: Modellbildung, Kalibrierung und Validierung von Optimierungsmodellen, Modelllösung und Interpretation

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Dynamische Makroökonomie: Das Hauptaugenmerk liegt in der Anwendung der zentralen Modelltypen der dynamischen Makroökonomie auf zentrale Fragestellungen der Wachstumstheorie: Was sind die Determinanten langfristigen Wirtschaftswachstums? Welche Konsequenzen hat der demographische Wandel für Wirtschaftswachstum und Wohlstandsniveau? Welche Politikmaßnahmen sind geeignet um langfristiges Wirtschaftswachstum zu fördern?

Nichtlineare Optimierung: Fertigkeit zur selbständigen Anwendung der nichtlinearen Programmierung vor allem auf ökonomische Entscheidungsprobleme.

Spieltheoretische Modellierung: Bewusstsein um und Befähigung zur spieltheoretischen Modellierung

Angewandtes Operations Research: Anwendung von Methoden des Operations Research auf konkrete Optimierungsprobleme (statische und im Schwerpunkt dynamische Modelle).

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer,

**Inhalte des Moduls:**

Dynamische Makroökonomie: Einführung in die Problemstellungen und Methoden der modernen dynamischen Makroökonomie. Zunächst werden Grundkonzepte nichtlinearer dynamischer Prozesse in stetiger und diskreter Zeit, sowie die Methode der dynamischen Optimierung, wiederholt. Anschließend werden Modelle mit exogenem Wachstum ohne Mikrofundierung (Solow Modell) und mit Mikrofundierung (Ramsey Modell, Modell überlappender Generationen) vorgestellt. Abschließend werden verschiedene Varianten von Modellen mit endogenem Wachstum besprochen.

Nichtlineare Optimierung: Typen nichtlinearer Optimierungsprobleme, unbeschränkte Optimierung bei einer Variable und bei mehreren Variablen, Optimierung unter Gleichungsnebenbedingungen: Das Lagrange'sche Multiplikatortheorem, Optimierung unter Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen: Die Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen, Sattelpunktformulierungen und konvexe Optimierung, Quadratische Programmierung, Programmierung bei zerlegbaren Funktionen, numerische Optimierungsverfahren (u.a. Abstiegsverfahren, Sequentielle Minimierungstechnik ohne Nebenbedingungen (SUMT), Geometrische Programmierung

Spieltheoretische Modellierung: Nullsummenspiele, Kombinatorische Spiele, Strategische Spiele, Extensive Spiele, Evolutionäre Spiele, Wiederholte Spiele, Dynamische Spiele, Kooperative Spiele, Auktionen

Angewandtes Operations Research: Formulierung und Modellierung von statischen und dynamischen Optimierungsproblemen. Parametrisierung mit empirischen Daten. Lösung der Probleme mit geeigneten Methoden des Operations Research (mit Schwerpunkt auf dynamische Modelle). (Ökonomische) Interpretation der erhaltenen Lösungen. Sensitivitätsanalysen, Fallstudien.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse der Mathematik und ein kritisches Verständnis ihrer Methoden in den Fachgebieten Analysis, Maß- und Integrationstheorie, Mathematischer Statistik, und numerisches Rechnen. Insbesondere aber Kenntnis der grundlegenden Methoden zur Behandlung von Differentialgleichungen, grundlegenden Methoden des Operations Research, der Ökonometrie und der mathematischen Ökonomie (Mikroökonomie, Dynamische Makroökonomie).

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Mathematische Modellierung, Lösen von Linearen Programmierungsaufgaben, Dualität, Taylorentwicklung, Beherrschung der mehrdimensionalen Differentialrechnung, Lösung elementarer Differentialgleichungen, Analyse von linearen Differentialgleichungssystemen, praktischer Umgang mit numerischen Algorithmen, Verstehen des Pareto Prinzips

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer,

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

### **Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Die grundlegenden Inhalte und Konzepte werden von dem Leiter/der Leiterin der LVA präsentiert und mit Hilfe von Beispielen und Fallstudien illustriert und damit von den Studierenden eingeübt. In den LVAs vom Typ VO wird die Leistung durch eine Prüfung (schriftlich und/oder mündlich) am Ende des Semesters beurteilt. In den LVAs vom Typ UE realisieren die Studierenden erklärende, illustrative und vertiefende Beispiele teils unter Anleitung und teils selbständig und präsentieren diese; die Ausarbeitung der Beispiele bildet (eventuell zusammen mit Tests) die Basis der Beurteilung.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls**

VO	2,0 SWS Spieltheoretische Modellierung	3,0 ECTS
UE	1,0 SWS Spieltheoretische Modellierung	1,5 ECTS
VO	2,0 SWS Nichtlineare Optimierung	3,0 ECTS
UE	1,0 SWS Nichtlineare Optimierung	2,0 ECTS
VO	2,0 SWS Dynamische Makroökonomie	3,0 ECTS
UE	1,0 SWS Dynamische Makroökonomie	1,5 ECTS
VO	3,0 SWS Angewandtes Operations Research	4,5 ECTS
UE	1,0 SWS Angewandtes Operations Research	1,5 ECTS

**Ressourcenbedingte Beschränkungen:** Keine

## ***B.3b Modul Wirtschaftsmathematik Vertiefung***

**Regelarbeitsaufwand das Moduls:** 24 ECTS

### **Bildungsziele des Moduls:**

Vertiefende Ausbildung in Ökonometrie, Operations Research und Mathematischer Ökonomie; im Detail bedingt durch die Fächerwahl der Studierenden. Es ist zu erwarten, dass der modell-orientierte Zweig der Wirtschaftswissenschaften in Hinkunft vermehrt auf intertemporale, dynamische Modelle zurückgreifen wird; mit deterministischen aber auch stochastischen Ansätzen. Um diesen zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, sichern die Bildungsziele dieses Modul hierfür eine fundierte mathematische Basis. Allgemein ist anzuführen:

Fachliche und Methodische Kenntnisse: Vertiefende Kenntnis der Inhalte und Methoden von ausgewählten wissenschaftlichen Spezialgebieten des Operations Research, der Ökonometrie und der Mathematischer Ökonomie.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Vertiefung und Festigung der in den vorigen Modulen erlangten Fertigkeiten in ausgewählten wissenschaftlichen Spezialgebieten des Operations Research, der Ökonometrie und der Mathematischer Ökonomie, die zur wissenschaftlichen Behandlung von Methoden und Modellen in diesen Gebieten sowie zur interdisziplinären Anwendung befähigt. Ein wichtiges Ziel ist es, zumindest in einer Spezialisierung die kognitive und praktische Fertigkeiten zu erarbeiten, um auf diesem Gebiet eine Diplomarbeit schreiben zu können.

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde und Innovation, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer, kreativer Einsatz der erworbenen Kenntnisse und Methoden.

### **Inhalte des Moduls:**

Vertiefung in die wissenschaftlichen Gebiete der Ökonometrie (AKOEk), des Operations Research (AKOR) und der Mathematische Ökonomie (AKVWL), im Detail bedingt durch die Fächerwahl der Studierenden.

AKOEk: Fortgeschrittene Methoden und Modelle in Ökonometrie und Zeitreihenanalyse (Verallgemeinerte Momentenschätzer, Instrumentenvariablen Schätzung, Panel Modelle, Modelle mit qualitativen abhängigen Variablen

(logit/probit), Lebensdauermodelle, nicht stationäre Zeitreihenmodelle, unit root Tests, nicht lineare Zeitreihenmodelle, (G)ARCH Modelle).

AKOR: Vertiefende Ausbildung in den zentralen Teilgebieten des Operations Research, beispielsweise in Graphentheorie, Warteschlangentheorie oder Simulation. Unterstützt durch die vorhandenen wissenschaftlichen Kernkompetenzen wird eine umfangreiche, vertiefende wissenschaftliche Ausbildung in (Nichtlinearen) Dynamischen Systemen und Kontrollsystemen vorgesehen.

AKVWL: Vertiefende Ausbildung in der mathematischen Ökonomie, beispielsweise in dynamischer Makroökonomie, Umweltökonomie, Bevölkerungsökonomie, Monetäre Ökonomie, Ökonomische Simulation, Computational Economics, Volkswirtschaftspolitik sowie Politische Ökonomie, Angewandte Spiel- und Auktionstheorie,

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse der Mathematik und ein kritisches Verständnis ihrer Methoden in den Fachgebieten (Funktional)Analysis, Maß- und Integrationstheorie, Mathematischer Statistik, numerisches Rechnen und Differentialgleichungen. Insbesondere aber Kenntnis der grundlegenden Methoden des Operations Research, der Ökonometrie und der mathematischen Ökonomie (Mikro- und Makroökonomie)

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Neben den allgemeinen Fähigkeiten und Kompetenzen der Mathematik, wie abstraktem Denkvermögen, Verständnis formaler Strukturen und der Fähigkeit, konkrete Fragestellungen mit formalen Methoden zu bearbeiten, werden folgende Fertigkeiten erwartet: Vertrautheit mit den grundlegenden Methoden der Funktionalanalysis, stochastischer Prozesse und Zeitreihenanalyse sowie Fertigkeiten zur Behandlung/Lösung von Differentialgleichungen, Vertrautheit mit den Problemstellungen und Methoden der modernen dynamischen Makroökonomie

Soziale Kompetenz, Innovationskompetenz und Kreativität: kritische Reflexion und wissenschaftliche Neugierde, strategisches Denken und Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge, Selbstorganisation, Genauigkeit und Ausdauer,

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

### **Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Die grundlegenden Inhalte und Konzepte werden von dem Leiter/der Leiterin der LVA präsentiert und mit Hilfe von Beispielen und Fallstudien illustriert und damit von den Studierenden eingeübt. In den LVAs vom Typ VO wird die Leistung durch eine Prüfung (schriftlich und/oder mündlich) am Ende des Semesters beurteilt. In den LVAs vom Typ VU und UE realisieren die Studierenden erklärende, illustrative und vertiefende Beispiele teils unter Anleitung und teils selbständig und präsentieren diese; die Ausarbeitung der Beispiele bildet (eventuell zusammen mit Tests über die grundlegenden Inhalte der LVAs) die Basis der Beurteilung. In den LVAs vom Typ SE bereiten die Studierenden die von der Leiterin / vom Leiter der LVA vorgegebenen Inhalte vor und präsentieren diese vor den Teilnehmern der LVA. Die Beurteilung basiert auf der Präsentation (und eventuell auf einer auszuarbeitenden Seminararbeit). In LVAs vom Typ PR werden Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, oder theoretischen Aufgaben vertieft und ergänzt und die Ergebnisse in einer Projektarbeit dargestellt, welche die Basis der Beurteilung bildet.

### **Aktuelle Lehrveranstaltungen des Moduls**

Frei wählbar sind sämtliche Vertiefungslehrveranstaltungen

AKOR Ausgewählte Kapitel des Operations Research  
AKVWL Ausgewählte Kapitel der Volkswirtschaftslehre (Mathematischen Ökonomie)  
AKOEK. Ausgewählte Kapitel der Ökonometrie.

Jährlich werden die aktiven Vertiefungslehrveranstaltungen durch Veröffentlichung im Mitteilungsblatt bekannt gemacht.

Es muss zumindest ein Seminar (SE) und es darf maximal ein Projekt (PR) gewählt werden

Einige Vertiefungslehrveranstaltungen in diesem Modul werden aus anderen Studien übernommen. Eine aktuelle Liste derartiger LVAs ist im Anhang C unter AKOR und AKVWL zu finden.

Sollte die gewählte Kombination von Lehrveranstaltungen einen Überhang über die für dieses Modul vorgesehene ECTS-Punkteanzahl bedingen, so steht es den Studierenden frei, sich den Überhang im Modul „Ergänzungsfächer“ anrechnen zu lassen.

**Ressourcenbedingte Beschränkungen:** Keine

## ***B.4 Modul Ergänzungsfächer***

**Regelarbeitsaufwand des Moduls:** 15 ECTS

**Bildungsziele des Moduls:**

Ergänzende (mathematische) Ausbildung nach den Bedürfnis und Karriereabsichten der Studierenden.

**Inhalte des Moduls:**

Wissenschaftliche Ergänzung

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Bitte beachten Sie die Voraussetzungen für die von Ihnen konkret gewählten Fächer.

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

**Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Bedingt durch die Wahl der Lehrveranstaltungen durch die Studierenden.

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

Frei wählbar sind:

- Lehrveranstaltungen aus den anderen Mathematikmasterstudien Technische Mathematik bzw. Finanz- und Versicherungsmathematik, i.e. sämtliche Vertiefungslehrveranstaltungen aus AKALG, AKANA, AKANW, AKDIS, AKFVM, AKGEO, AKINF, AKLOG, AKMOD, AKNUM, AKVFM, und AKVWT. Jährlich werden die aktiven Vertiefungslehrveranstaltungen durch Veröffentlichung im Mitteilungsblatt bekannt gemacht. Einige Lehrveranstaltungen (z.B. Pflichtveranstaltungen) werden Mathematikmasterstudien Technische Mathematik bzw. Finanz- und Versicherungsmathematik nicht explizit als Vertiefungslehrveranstaltung angeführt, sind hier aber eine zulässige Wahl. Eine aktuelle Liste derartiger Lehrveranstaltungen ist im Anhang C zu finden;
- Nicht belegte Lehrveranstaltungen aus den Modulen Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie bzw. Wirtschaftsmathematik Vertiefung;
- Lehrveranstaltungen aus der nicht gewählten Wahlmodulgruppe;
- Ausgewählte Lehrveranstaltungen aus anderen Studien, falls verfügbar: Financial Management and Reporting VU, Controlling VU, Enterprise Risk Management (Fundamentals) VU, Betriebswirtschaftliches Rechnungswesen UE;
- Durch den Studiendekan / die Studiendekanin genehmigte Fächer (z.B. Auslandsaufenthalt, sofern diese Fächer nicht äquivalent zu den Pflichtveranstaltungen eingestuft oder zu der gewählten Wahlmodulgruppe zugerechnet werden können);

- Für Absolventen der Bachelorstudien Technische Mathematik bzw. Finanz- und Versicherungsmathematik besteht die Möglichkeit, folgende ausgewählte Pflichtlehrveranstaltungen aus dem Bachelorstudium Statistik und Wirtschaftsmathematik in diesem Modul zu platzieren: Grundlagen der Ökonometrie VO + UE, Einführung in die stochastischen Prozesse und Zeitreihen VO + UE, Einführung in die Optimierung VU, Operations Research VO + UE, Makroökonomie für WM VO + UE, Mikroökonomie für WM VO + UE, Computerstatistik VU, Technische Statistik VO + UE.

Sollte die gewählte Kombination von Lehrveranstaltungen einen Überhang über die für dieses Modul vorgesehene ECTS-Punkteanzahl bedingen, so steht es den Studierenden frei, sich den Überhang im Modul „Frei Wahlfächer“ anrechnen zu lassen.

## **B.5 Wissenschaftliches Arbeiten**

**Regelarbeitsaufwand des Moduls:** 30 ECTS

### **Bildungsziele des Moduls:**

Die Diplomarbeit ist eine im Masterstudium eigens angefertigte schriftliche wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema größtenteils selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten.

### **Inhalte des Moduls:**

Anfertigung einer schriftlichen wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), wobei erwartet wird, dass die Studierenden selbst (teilweise unter Anleitung) wissenschaftlich innovativ werden.

Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden in Absprache mit einer Betreuerin / einem Betreuer frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Pflicht- und Wahlmodule der ersten drei Semester, sowie mathematische Reife.

**Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul:** Keine

### **Angewandte Lehr- und Lernformen inkl. Leistungsbeurteilung:**

Die Diplomarbeit wird von der Betreuerin / vom Betreuer begutachtet und beurteilt. Der Abschluss bildet eine kommissionelle Abschlussprüfung über zwei unabhängige Teilgebiete des Studiums.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls**

Diplomarbeit	27 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung	3 ECTS

## **B.6 Modul Freie Wahlfächer**

**Regelarbeitsaufwand des Moduls:** 9 ECTS

### **Bildungsziele des Moduls**

Die Lehrveranstaltungen der freien Wahl innerhalb des Moduls „Freie Wahlfächer“ dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

### **Inhalte des Moduls**

Grundsätzlich bestimmt durch das Interesse der Studierenden. Es ist aber empfohlen im Rahmen der Lehrveranstaltungen der freien Wahl zumindest eine Lehrveranstaltung mit wissenschaftstheoretischen und/oder methodenkritischen Inhalten in Bezug auf Geschlechterforschung zu wählen.

### **LVAs des Moduls**

Beliebiges Semester:

Zumindest 4,5 ECTS-Punkte an fachübergreifenden Qualifikationen (gemäß Satzung §3(1)9b und c) müssen im Rahmen des Moduls Freie Wahlfächer absolviert werden (Schlagwort Softskills).

Beliebiges Semester:

Sowie weitere 4,5 ECTS-Punkte an Fächer der freien Wahl

## Anhang C: Nicht gekennzeichnete Vertiefungslehrveranstaltungen

Die folgende Liste kennzeichnet Lehrveranstaltungen, die nicht extra als Vertiefungslehrveranstaltungen ausgewiesen sind (z.B. weil diese aus Studien außerhalb der Mathematik übernommen werden oder Pflichtlehrveranstaltungen im Mathematikmasterstudium Technische Mathematik bzw. Finanz- und Versicherungsmathematik sind):

### AKALG

Algebra 2, VO + UE

### AKANA

Funktionalanalysis 2, VO + UE

Komplexe Analysis, VO + UE

Topologie, VO + UE

Variationsrechnung, VO + UE

Differentialgeometrie, VO + UE

Geometrische Analysis, VO + UE

Modellierung mit part. Differentialgleichungen, VO + UE

Topologie, VO + UE

### AKANW

Angewandte Dynamik und Schwingungen (MB), VO + UE

Asymptotische Methoden in der Strömungslehre (MB), VO + UE

Atom-, Kern- und Teilchenphysik I (TPH), VO + UE

Einführung in die allgemeine Relativitätstheorie (TPH), VO

Elektrodynamik I, II (TPH), VO + UE

Elemente der Bioströmungsmechanik (MB), VO

Festkörperphysik I, II (TPH), VO

Geometrie und Gravitation I, II (TPH), VO

Grenzschichttheorie (MB), VO

Grundlagen d. Mehrkörpersystemdynamik (MB), VO + UE

Höhere Festigkeitslehre (MB), VU

Hydrodynamische Instabilitäten (MB), VO

Materialwissenschaften (TPH), VO

Mechanik für TPH (TPH), VO + UE

Mehrphasensysteme (MB), VO + UE

Numerische Methoden der Strömungsmechanik (MB), VO + UE

Optische Systeme (ET), VO

Pfadintegrale in der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie (TPH), VO

Photonik 1 (ET), VO

Photonik 2 (ET), VU

Prozessidentifikation (ET), VU

Quantentheorie I, II (TPH), VU

Regelungssysteme (ET), VO + UE

Signale und Systeme 1,2 (ET), VU

Statistische Physik I (TPH), VU

Statistische Physik II (TPH), VO

Strömung realer Fluide (MB), VU

Strömungslehre für TPH (TPH), VO

Verarbeitung stochastischer Signale (ET), VU

Wellen in Flüssigkeiten und Gasen (MB), VO

Wellenausbreitung (ET), VU

### AKDIS

Analyse von Algorithmen, VO + UE

Diskrete Methoden, VO + UE

### AKFVM

Aktuarielle Modellierung, VO

Finanzmärkte, Finanzintermediation und Kapitalanlage, VO

Finanzmathematik 1: diskrete Modelle, VO + UE

Finanzmathematik 2: zeitstetige Modelle, VO + UE  
Höhere Lebensversicherungsmathematik, VU  
Internationale Rechnungslegung, VO  
Kreditrisikomodelle und -derivate, VO  
Personenversicherungsmathematik, VO + UE  
Risiko- und Ruintheorie, VO + UE  
Risikomanagement im Finanz- und Versicherungswesen, VU  
Sachversicherungsmathematik, VO + UE  
Sozialversicherungsrecht, VO  
Statistische Methoden im Versicherungswesen, VU  
Stochastische Analysis für FVM 1, VO + UE  
Stochastische Analysis für FVM 2, VO + UE  
Stochastische Kontrolltheorie für FVM, VU  
Zinsstrukturmodelle und -derivate, VO

### **AKGEO**

Algorithmische Geometrie, VO + UE  
Differentialgeometrie, VO + UE  
Geometrische Analysis, VO + UE

### **AKINF**

Algorithmen und Datenstrukturen 2, VO  
Algorithmics, VU  
Ausgewählte Kapitel der Mustererkennung, VU  
Computational Equational Logic, VU  
Computergraphik, VO + UE  
Datenbanksysteme, VU  
Deklaratives Problemlösen, VO + UE  
Effiziente Algorithmen, VU  
Elektrotechnische Grundlagen, VO + LU  
Formale Methoden der Informatik, VU  
Formale Verifikation von Software, VU  
Funktionale Programmierung, VU  
Komplexitätstheorie, VU  
Logikprogrammierung und Constraints, VU  
Network Services, VU  
Nichtmonotones Schließen, VU  
Objektorientierte Modellierung, VU  
Objektorientiertes Programmieren, VU  
Rendering, VU  
Semantik von Programmiersprachen, VU  
Seminar aus Algorithmik, SE  
Seminar aus Theoretischer Informatik, SE  
Systemprogrammierung, VL  
Termersetzungssysteme, VU  
Theoretische Informatik, VO + UE  
Theorie der Berechenbarkeit, VU  
Unifikationstheorie, VU

### **AKLOG**

Logik und Grundlagen der Mathematik, VO + UE

### **AKMOD**

Modellierung mit part. Differentialgleichungen, VO + UE

### **AKNUM**

Numerik part. Differentialgleichungen: stat. Probleme, VO + UE  
Numerik part. Differentialgleichungen: instat. Probleme, VO + UE

### **AKOR**

Modeling and Simulation, VU

**AKVWL**

Game Theory in Political Economy, Analytical Approaches, Simulation, Applications, VO  
Spiel- und Auktionstheorie, SE  
Political Economy of Europe, VO  
Information Economics, VO  
Computational Economics, SE