

# **Modulhandbuch**

Master of Science im Fach  
Mathematics in Data and Technology -HF  
(Prüfungsordnungsversion 2024)

## Inhaltsverzeichnis

Prolog.....	3
Pflichtmodule.....	8
Basics in Applied Mathematics.....	8
Advanced Lecture in Numerics.....	13
Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations.....	15
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Nonlinear Problems.....	17
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Adaptivity and Iterative Solution Methods.....	19
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Mixed and Nonstandard Methods..	21
Advanced Lecture in Stochastics.....	23
Mathematical Statistics.....	26
Probabilistic Machine Learning.....	28
Probability Theory II.....	30
Probability Theory III.....	32
Electives in Data.....	34
Mathematical Seminar.....	35
Graduate Student Speaker Series.....	37
Master Thesis.....	39
Wahlpflichtmodule.....	41
Electives.....	41
Industrial Placement.....	42
Programming Project.....	44
Anhang.....	46
Verzeichnis der regelmäßig angebotenen und im Bereich „Electives in Data“ verwendbaren Lehrveranstaltungen.....	46

## Prolog

### 1. Kenndaten des Studiengangs

Fach	Mathematics in Data and Technology
Abschluss	Master of Science
Prüfungsordnungsversion	2024
Art des Studiengangs	konsekutiv
Studienform	Vollzeit
Regelstudienzeit	vier Semester
Sprache	englisch, einzelne Wahlveranstaltungen deutsch
Studienbeginn	Wintersemester
Hochschule	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fakultät	Fakultät für Mathematik und Physik
Institut	Mathematisches Institut
Homepage des Instituts	<a href="https://www.math.uni-freiburg.de/">https://www.math.uni-freiburg.de/</a>
Webseite des Studiengangs	<a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/mscdata/mscdata.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/mscdata/mscdata.html</a>

### 2. Profil und Ziele des Studiengangs

Der englisch-sprachige Masterstudiengang Mathematics in Data and Technology richtet sich an Absolventinnen/Absolventen von Bachelorstudiengängen der Fachrichtungen Mathematik und Informatik sowie aus dem ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Bereich und vermittelt vertiefte Kenntnisse in Teilbereichen der Angewandten Mathematik und angrenzender wissenschaftlicher Disziplinen, die für die mathematische Datenanalyse in Anwendungsbereichen wie Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen oder Simulation realer Vorgänge relevant sind. Aufbauend auf einem Einführungsmodul, das einen Überblick über die Gebiete Numerik, Stochastik und Optimierung vermittelt, sowie einem Vertiefungsmodul wahlweise aus der Numerik oder aus der Stochastik, bietet der Studiengang die Möglichkeit der individuellen Schwerpunktsetzung in Gebieten wie beispielsweise Deep Learning, Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen, Optimierung, Statistik. Die Studierenden werden dazu befähigt, die mathematischen Methoden dieser Gebiete zu analysieren, zu beurteilen und weiterzuentwickeln. Der erfolgreiche Abschluss des Masterstudiums qualifiziert für Tätigkeiten in Berufsfeldern wie Datenanalyse, Digital Engineering, Anwendung und Methodenbildung im Bereich Deep Learning und Künstliche Intelligenz,

Risikomodellierung oder Softwareentwicklung. Überdurchschnittlich qualifizierten Absolventinnen/Absolventen steht zudem der Einstieg in eine akademische Laufbahn offen.

### **Fachliche Qualifikationsziele:**

Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs verfügen über vertieftes Wissen der mathematischen Grundlagen in dem von ihnen gewählten Spezialisierungsbereich sowie Erfahrung der Umsetzung der Verfahren in Bereichen der Naturwissenschaft, Technik und Medizin. Sie sind in der Lage, die darauf basierenden Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und zu analysieren. Insbesondere können sie Verfahren entwickeln, die technische Umsetzung planen und darauf basierende Ergebnisse beurteilen. Darüber hinaus können sie sich eigenständig in neue wissenschaftliche Entwicklungen ihres Spezialisierungsbereichs einarbeiten und entsprechende Konzepte anderen Fachleuten vermitteln.

### **Überfachliche Qualifikationsziele:**

Die Absolventinnen und Absolventen besitzen fortgeschrittene Analyse-, Problemlöse- und Entscheidungskompetenzen unter Berücksichtigung weitergehender fachlicher und gesellschaftlicher Aspekte und unter Bewertung und Reflexion der Grenzen mathematischer Modelle. Sie besitzen in vertieftem Maße die Fähigkeit, abstrakte Sachverhalte zu analysieren und damit verbundene komplexe Problemstellungen eigenständig, ausdauernd und umfassend zu lösen. Ihnen sind die besonderen Herausforderungen der Umsetzung mathematischer Methoden und Interpretation der Ergebnisse bei der Anwendung auf konkrete technische und gesellschaftliche Fragestellungen vertraut. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, kritisch zu denken und wissenschaftlich zu reflektieren, und können ihre mündliche und schriftliche Kommunikation an ein Zielpublikum anpassen. Sie sind team- und kooperationserfahren und besitzen die Fähigkeit zum Zeitmanagement und zur Selbstorganisation.

## **3. Zulassungsbedingungen**

Qualifizierter Bachelor-Abschluss in Mathematik oder Informatik oder einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichem Studiengang mit

- mindestens 30 ECTS-Punkten an Fachwissenschaft Mathematik, darunter mindestens 12 ECTS-Punkte in Analysis und Linearer Algebra,
- Niveau B2 in Englisch.

#### 4. Gliederung des Studiengangs

<i>Modul/ Lehrveranstaltung</i>	<i>Pflicht/ Wahl- pflicht/ Wahl</i>	<i>ECTS/ Art der LV</i>	<i>empfohlenes Fachsemester/ SWS</i>	<i>Studien-/Prü- fungsleistung</i>
<b>Basics in Applied Mathematics</b>	<b>P</b>	<b>12</b>	<b>1. FS</b>	<b>SL</b>
Basics in Applied Mathematics: Vorlesung	P	V	3	
Basics in Applied Mathematics: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
Basics in Applied Mathematics: Praktische Übung	P	PÜ	1	SL: Computer- übungen
<b>Advanced Lecture in Numerics</b>	<b>WP</b>	<b>11</b>	<b>1. oder 2. FS</b>	<b>PL: mündliche Prüfung</b>
Weiterführende Vorlesung aus der Numerik	P	V+Ü	4+2	SL: Übungen
<b>Advanced Lecture Stochastics</b>	<b>WP</b>	<b>11</b>	<b>1. oder 2. FS</b>	<b>PL: mündliche Prüfung</b>
Weiterführende Vorlesung aus der Stochastik	P	V+Ü	4+2	SL: Übungen
<b>Electives in Data</b>	<b>WP</b>	<b>30–48</b>	<b>1. bis 3. FS</b>	<b>PL: Klausur, mündliche Prüfung oder mündliche Präsentation</b>
Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Data Science	WP	variabel	variabel	SL
<b>Electives</b>	<b>WP</b>	<b>0–18</b>	<b>1. bis 3. FS</b>	<b>SL</b>
Weitere Lehrveranstaltungen innerhalb des M.Sc. Mathematics in Data and Technology oder des M.Sc. Mathematik	WP	variabel	variabel	SL

<b>Mathematical Seminar</b>	<b>P</b>	<b>6</b>	<b>2.–3. FS</b>	<b>PL: mündliche Präsentation</b>
Seminar aus der Mathematik	WP	S	2	SL: regelmäßige Teilnahme
<b>Industrial Placement</b>	<b>WP</b>	<b>9</b>	<b>2.–3. FS</b>	<b>SL</b>
Firmen-/ Industriepraktikum	WP	Pr	mind. sechswöchig	SL: Absolvierung des Praktikums mit Zeugnis
<b>Programming Project</b>	<b>WP</b>	<b>9</b>	<b>2.–3. FS</b>	<b>SL</b>
Programmierprojekt	WP	Pr		SL: Erbringung der verlangten Mindestanforderungen
<b>Graduate Student Speaker Series</b>	<b>P</b>	<b>4</b>	<b>2.–4. FS</b>	<b>SL</b>
Seminar zur Präsentation von Masterarbeiten innerhalb des Studiengangs	P	S	2	SL: regelmäßige Teilnahme und Vortrag
<b>Master Thesis</b>	<b>P</b>	<b>30</b>	<b>4. FS</b>	<b>PL: Masterarbeit</b>

## 5. Studienverlaufsplan

Ein Studienverlaufsplan befindet sich auf der Webseite:

<https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/mscdata/details.html>

## 6. Lehr- und Lernformen

Die wesentlichen Veranstaltungsformen sind

- Vorlesungen mit begleitenden, in Tutoraten organisierten Übungen,
- Seminare,
- Computer- und Programmierübungen ,
- sowie wahlweise ein Industriepraktikum oder größeres Programmierprojekt.

Für alle diese Lehrveranstaltungsarten gibt es in jedem Semester ein vielfältiges Angebot. Die Gruppengröße liegt für Vorlesungen je nach Niveau und Nachfrage zwischen 5 und

100, für Tutorate zu Übungen und Computerübungen bei maximal 25 und für Seminare bei maximal 15 im Winter- und 13 im Sommersemester. Master-Arbeiten und das Programmierprojekt werden stets individuell betreut.

Die Veranstaltungsart im Bereich der Wahlmodule ist nicht festgelegt, besteht jedoch in der Regel auch aus einer der o. g. Formen.

## 7. Prüfungssystem

Das einführende Pflichtmodul „Basics in Applied Mathematics“ hat einen Umfang von 12 ECTS-Punkten, wobei nur Studienleistungen zu erbringen sind. In den Wahlpflichtmodulen „Advanced Lecture in Numerics“ und „Advanced Lecture in Stochastics“ wird die jeweils gewählte Vorlesung durch ein mündliches Prüfungsgespräch geprüft. Im Mathematical Seminar (6 ECTS-Punkte) besteht die Prüfungsleistung aus der mündlichen Präsentation (Seminarvortrag), dazu kommt die Master-Arbeit (30 ECTS-Punkte) als Prüfungsleistung. Die Prüfungsleistungen innerhalb der Wahlpflichtmodule „Electives in Data“ sind veranstaltungsabhängig, Prüfungen von Vorlesungen erfolgen je nach Vorlesung schriftlich oder in Form eines mündlichen Prüfungsgesprächs. Es stehen ausreichend viele mit Klausuren geprüfte Vorlesungen, mündliche geprüfte Vorlesungen und Seminare zur Wahl, so dass die Studierenden nicht auf eine Prüfungsart festgelegt sind. Zusätzlich zu den Prüfungsleistungen sind in den vorgenannten Modulen in der Regel auch Studienleistungen zu erbringen, etwa in Form der erfolgreichen Bearbeitung von Übungsaufgaben.

Der Umfang der Wahlmodule („Electives“) ist nicht näher spezifiziert; diese schließen ausschließlich mit Studienleistungen ab.

Es gibt keine Zulassungsbedingungen zu den Prüfungen außer zur Master-Arbeit. Anwesenheitspflicht herrscht in den Seminaren, in denen Präsentation und Austausch wesentliche Elemente des Lernerfolgs sind.

Informationen zur Anmeldung von Prüfungen finden sich auf den [Informationsseiten des Prüfungsamts](#)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Basics in Applied Mathematics	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Sören Bartels, Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	12
Arbeitsaufwand	ca. 360 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	6,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse im Rahmen der Zugangsvoraussetzung des Studiengangs

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Basics in Applied Mathematics: Vorlesung	Vorlesung	P		3,0	ca. 230 Std.
Basics in Applied Mathematics: Übung	Übung	P		2,0	ca. 20 Std.
Basics in Applied Mathematics: Praktische Übung	Prakt. Übung	P		1,0	ca. 110 Std.

Modulzusammensetzung
Das Modul beinhaltet eine Vorlesung mit begleitenden Übungen. Die vermittelten theoretischen Kenntnisse werden anhand ausgewählter Beispiele in der praktischen Übung am Computer programmier-technisch umgesetzt und erprobt.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</li> <li>Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu</li> </ul>



- argumentieren.
- Sie können typische Fragestellungen aus den Bereichen der Numerik und Stochastik mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.
  - Sie wiederholen und vertiefen ihre grundlegenden Kenntnisse in numerischer Analysis und Optimierung und lernen wichtige Verfahren und Algorithmen hierzu kennen. Ferner erweitern und vertiefen sie ihre Grundkenntnisse in Stochastik auf maßtheoretischer Grundlage.
  - Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung erlernten Techniken und Algorithmen zu implementieren und an praxisrelevanten Beispielen zu erproben.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Keine
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen sowie der Praktischen Übung: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht. Für die Übungen sind dies in der Regel die regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte, für die Praktische Übung die regelmäßige Teilnahme an den Präsenzterminen sowie die erfolgreiche Bearbeitung von Programmieraufgaben.
Benotung
Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen
Lehrmethoden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten,</li> <li>• schriftliche Bearbeitung der zweiwöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur,</li> <li>• Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten,</li> <li>• Bearbeitung und besprechung von Programmieraufgaben innerhalb der Praktischen Übung</li> </ul>
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Basics in Applied Mathematics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Basics in Applied Mathematics: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	[Veranstaltungsnummer]
Veranstalter	
Abteilungen für Angewandte Mathematik und Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 230 Stunden
Präsenzstudium	ca. 50 Stunden
Selbststudium	ca. 180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	Jedes Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
In der Vorlesung werden grundlegende Konzepte und Verfahren der Numerik und stochastischen Optimierung vermittelt, die für Fragestellungen der Datenanalyse und KI von besonderer Relevanz sind. Diese sollen anhand theoretischer sowie praktischer Aufgaben und Beispiele vertieft werden. Themenschwerpunkte sind dabei <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstiegsverfahren, Matrix-Faktorisierung, Eigenwertprobleme und Optimalitätsbedingungen</li> <li>• Markov-Ketten, stochastische Grenzwertsätze und stochastische Algorithmen</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Basics in Applied Mathematics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Basics in Applied Mathematics: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	[Veranstaltungsnummer]
<b>Veranstalter</b>	
Abteilungen für Angewandte Mathematik und Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 20 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	Jedes Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Basics in Applied Mathematics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Basics in Applied Mathematics: Praktische Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktische Übung	[Veranstaltungsnummer]
Veranstalter	
Abteilungen für Angewandte Mathematik und Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 110 Stunden
Präsenzstudium	ca. 20 Stunden
Selbststudium	ca. 90 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	Jedes Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Innerhalb der Praktischen Übung werden konkrete Beispiele zu einzelnen Themen der Vorlesung programmiertechnisch am Computer umgesetzt und berechnet. Parallel dazu sollen auch die Kenntnisse der Studierenden in den dazu benutzen Programmen und Programmiersprachen erweitert und vertieft werden. Verwendet werden können u.a. die Programme Matlab und R sowie die Sprachen C/C++ oder Python.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	11
Arbeitsaufwand	ca. 330 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	6,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>Innerhalb dieses Moduls ist eine fortgeschrittene vierstündige Vorlesung mit zweistündigen Übungen aus der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen zu belegen.</p> <p>Die hierfür als Wahlmöglichkeiten vorgesehenen und regelmäßig von der Abteilung für Angewandte Mathematik angebotenen Vorlesungen werden auf den folgenden Seiten genauer beschrieben.</p> <p>Für die erste Vorlesung „Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations“ werden Kenntnisse aus dem Modul „Basics in Applied Mathematics“ (oder Vorkenntnisse aus anderen einführenden Numerik-Vorlesungen) erwartet, die übrigen drei Vorlesungen bauen jeweils auf der erstgenannten auf, können aber unabhängig voneinander gehört werden.</p>

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Advanced Lecture in Numerics: Vorlesung	Vorlesung	WP		4,0	ca. 300 Std.
Advanced Lecture in Numerics: Übung	Übung	WP		2,0	ca. 30 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</li> <li>• Sie kennen und verstehen die verwendete mathematische Fach- und Formelsprache und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</li> <li>• Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der Vorlesung mit Hilfe der erlernten Konzepte</li> </ul>

<p>analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbständig lösen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik wie z. B. zu Differentialgeometrie, Variationsrechnung und geometrischer Maßtheorie, partiellen Differentialgleichungen sowie zu den Grundlagen aus der Analysis.</li> </ul> <p>Weitere Lern- und Qualifikationsziele in Abhängigkeit von der innerhalb des Moduls gewählten Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations:</b> Die Studierenden sind in der Lage, prototypische partielle Differentialgleichungen zu diskretisieren, numerisch zu lösen und den Diskretisierungsfehler abzuschätzen. Sie beherrschen die Untersuchung der Interpolationseigenschaften von Finite-Elemente-Methoden. Kritische Aspekte wie die Konditionierung von Systemmatrizen können von ihnen eingeschätzt und für Modellbeispiele analysiert werden.</li> <li>• <b>Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Nonlinear Problems:</b> Sie sind in der Lage, Diskretisierungen für Variationsprobleme und nichtlineare partielle Differentialgleichungen zu entwickeln, iterative Lösungsstrategien herzuleiten, die Konvergenz numerischer Approximationen sicherzustellen sowie sinnvolle Regularitätsanforderungen an Lösungen zu formulieren; der geeignete Einsatz von Regularisierungskonzepten zur Auswahl einer eindeutigen Lösung wird für Modellprobleme verstanden.</li> <li>• <b>Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Adaptivity and Iterative Solution Methods:</b> Sie sind in der Lage, a-posteriori-Fehlerabschätzungen für bestimmte lineare partielle Differentialgleichungen herzuleiten, deren Zuverlässigkeit und Effizienz zu untersuchen, darauf basierende adaptive Netzverfeinerungsverfahren zu konstruieren und die Konvergenz adaptiver Verfahren nachzuweisen; sie sind ferner in der Lage, Vorkonditionierungsmatrizen zu entwickeln und diese in iterative Lösungsverfahren zu integrieren und die Qualität von Vorkonditionierern zu untersuchen, sowie Gebietszerlegungsmethoden für Modellprobleme zu entwickeln, zu analysieren und zu implementieren.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung in Form eines ca. 30-minütigen Prüfungsgesprächs.
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen. Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht. Für die Übungen sind dies in der Regel die regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
Benotung
Die Note der Prüfung geht (proportional zur Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls und abhängig vom Umfang der als „Electives in Data“ gewählten Veranstaltungen) mit mindestens 11/95 und höchstens 11/77 in die Gesamtnote ein.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen
Lehrmethoden
<p>Die Lehrmethoden hängen von der gewählten Veranstaltung ab. In der Regel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten,</li> <li>• schriftliche Bearbeitung der zweiwöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur,</li> <li>• Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten,</li> <li>• erneute Nachbereitung der Veranstaltung im Gesamtzusammenhang bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfung (Selbststudium mit der Möglichkeit, sich mit Fragen an Dozent/in bzw. Assistent/in zu wenden).</li> </ul>
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-5-PDE0a
Veranstalter	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung, Klassifizierung von Differentialgleichungen 2. Ordnung, klassische Lösungen der Poisson-Gleichung</li> <li>• Sobolev-Räume, Sobolevsche Einbettungssätze, Existenz und Regularität schwacher Lösungen</li> <li>• Finite Elemente, Ritz-Galerkin-Verfahren, Implementierung, Interpolation und Fehlerabschätzung, Rand-Approximation, Kondition der Steifigkeitsmatrix</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Bartels: <i>Numerical Approximation of Partial Differential Equations</i>, Springer, 2016</li> <li>• D. Braess: <i>Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie</i>, Springer, 1992.</li> <li>• S. C. Brenner, L. R. Scott: <i>The mathematical theory of finite element methods</i>, Springer, 1995.</li> <li>• G. Dziuk: <i>Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen</i>, De Gruyter, 2010.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-5-PDE0a
Veranstalter	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Nonlinear Problems: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-5-PDE1_Ba
Veranstalter	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsungleichungen, Phasenfeldmodelle, harmonische Abbildungen, Totalvariations-regularisierte Probleme</li> <li>• Existenztheorien, Variationsrechnung, Eigenschaften von Lösungen</li> <li>• Finite-Elemente-Diskretisierungen, iterative Lösungsverfahren, Fehlerabschätzungen</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Bartels: <i>Numerical Methods for Nonlinear Partial Differential Equations</i>, Springer, 2015</li> <li>• H. Attouch, G. Buttazzo, G. Michaille: <i>Variational Analysis in Sobolev and BV Spaces</i>, SIAM 2014.</li> <li>• L.C. Evans: <i>Partial Differential Equations (Second edition)</i>, AMS, 2022.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Nonlinear Problems: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-5-PDE1_Ba
<b>Veranstalter</b>	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Adaptivity and Iterative Solution Methods: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	
<b>Veranstalter</b>	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A-posteriori Fehlerabschätzungen, Adaptivität, Vorkonditionierung, Mehrgitterverfahren</li> <li>• Effizienz und Zuverlässigkeit, Konvergenztheorien, Entwicklung adaptiver Verfeinerungsmethoden</li> <li>• Konstruktion von Vorkonditionierern, Methode der konjugierten Gradienten, Konvergenz von Mehrgitterzyklen und überlappender sowie nicht-überlappender Gebietszerlegungsmethode</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Bartels: <i>Numerical Approximation of Partial Differential Equations</i>, Springer, 2016</li> <li>• H. Elman, D.J. Silvester, A.J. Wathen: <i>Finite elements and fast iterative solvers</i>, Oxford University Press, 2014.</li> <li>• W. Hackbusch: <i>Iterative solution of large sparse systems of equations</i>, Springer, 1994.</li> <li>• R. Verfürth: <i>A posteriori error estimation techniques for finite element methods</i>, Oxford University Press 2013.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Adaptivity and Iterative Solution Methods: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	
Veranstalter	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Mixed and Nonstandard Methods: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	
Veranstalter	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
•
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
•
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Numerics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Mixed and Nonstandard Methods: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	
<b>Veranstalter</b>	
Abteilung für Angewandte Mathematik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	11
Arbeitsaufwand	ca. 330 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	6,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>Innerhalb dieses Moduls ist eine fortgeschrittene vierstündige Vorlesung mit zweistündigen Übungen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie oder Mathematischen Statistik zu belegen.</p> <p>Die hierfür als Wahlmöglichkeiten vorgesehenen und regelmäßig von der Abteilung für Mathematische Stochastik angebotenen Vorlesungen werden auf den folgenden Seiten genauer beschrieben.</p> <p>Für die Vorlesung Probabilistic Machine Learning werden Grundkenntnisse in Stochastik und Maßtheorie erwartet, für Mathematical Statistics sollte darüber hinaus das allgemeine Konzept bedingter Wahrscheinlichkeiten und Erwartungen bekannt sein und für Probability Theory II zusätzlich noch stochastische Konvergenzarten. Nützlich hierfür ist der vorherige Besuch der Vorlesung Probability Theory. Die Vorlesung Probability Theory III baut auf Probability Theory II auf.</p>

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Advanced Lecture in Stochastics: Vorlesung	Vorlesung	WP		4,0	ca. 300 Std.
Advanced Lecture in Stochastics Übung	Übung	WP		2,0	ca. 30 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Inhalte einer weiterführenden Vorlesung aus dem Bereich der Wahrscheinlichkeitstheorie, der mathematischen Statistik oder dem maschinellen Lernen. Sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen, Problemstellungen und Beweistechniken vertraut.</li> <li>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der gewählten Vorlesung analysieren und typische Aufgaben selbständig lösen; sie können die in der Vorlesung vorkommenden Definitionen, Sätze</li> </ul>

<p>Beweise und Methoden verstehen, nachvollziehen, erklären und anwenden; sie können eigenständig präzise Sachverhalte beweisen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und ihre Ergebnisse mündlich wie schriftlich korrekt und nachvollziehbar darlegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie sind mit grundlegenden stochastischen Modellen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Fragestellungen auf maßtheoretischer Grundlage vertraut, kennen Herleitungen der klassischen Grenzwertaussagen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und können mit den Grundbegriffen der Wahrscheinlichkeitstheorie umgehen. Damit können sie auch verschiedene darauf basierende Anwendungen verstehen und deren Umsetzung darstellen.</li> </ul>
<p>Weitere Lern- und Qualifikationsziele in Abhängigkeit von der innerhalb des Moduls gewählten Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mathematical Statistics:</b> Die Studierenden sind mit der grundlegenden Formulierung statistischer Fragestellungen als Entscheidungsprobleme vertraut. Sie kennen deren wichtigste Eigenschaften und sind in der Lage, verschiedenen Entscheidungsverfahren wie Tests oder Schätzer anhand bekannter Gütekriterien miteinander zu vergleichen. Sie kennen ferner wichtige Ordnungsprinzipien zur Reduktion der Komplexität der Modelle und können ihr Wissen zur Lösung realer, praktischer Probleme anwenden.</li> <li>• <b>Probabilistic Machine Learning:</b> Die Studierenden sind mit grundlegenden Modellen des maschinellen Lernens und deren Eigenschaften sowohl von theoretischer Seite als auch von praktischer Seite her vertraut, kennen die wichtigsten Theoreme wie etwa die universellen Approximationssätze und deren Beweise. Mit Hilfe der erlernten Konzepte können sie typische Fragestellungen aus dem Bereich des maschinellen Lernens analysieren, Vermutungen überprüfen, Lösungsstrategien entwickeln und implementieren.</li> <li>• <b>Probability Theory II:</b> Die Studierenden sind vertraut mit den wahrscheinlichkeitstheoretischen Konzepten zeitdiskreter sowie zeitstetiger stochastischer Prozesse sowie Stoppzeiten und kennen die zentralen Aussagen über diese. Sie sind insbesondere vertraut mit der Brownschen Bewegung und deren wichtigsten Eigenschaften und können reale Phänomene adäquat durch geeignete stochastische Prozesse modellieren.</li> <li>• <b>Probability Theory III:</b> Die Studierenden sind mit Konstruktion und Umgang stochastischer Integrale und Semimartingale sowie Lösungen stochastischer Differentialgleichungen vertraut und kennen deren wichtigste Eigenschaften. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf Fragestellungen aus verschiedenen Anwendungsbereichen wie etwa der Finanzmathematik, chemischen Reaktionsnetzwerken und Populationsgenetik oder fortgeschrittene statistische Probleme anzuwenden.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung in Form eines ca. 30-minütigen Prüfungsgesprächs.
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen. Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht. Für die Übungen sind dies in der Regel die regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
Benotung
Die Note der Prüfung geht (proportional zur Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls und abhängig vom Umfang der als „Electives in Data“ gewählten Veranstaltungen) mit mindestens 11/95 und höchstens 11/77 in die Gesamtnote ein.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen
Lehrmethoden
<p>Die Lehrmethoden hängen von der gewählten Veranstaltung ab. In der Regel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten,</li> <li>• schriftliche Bearbeitung der zweiwöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur,</li> <li>• Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten,</li> </ul>



Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• erneute Nachbereitung der Veranstaltung im Gesamtzusammenhang bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfung (Selbststudium mit der Möglichkeit, sich mit Fragen an Dozent/in bzw. Assistent/in zu wenden).</li></ul> |
|--|

Verwendbarkeit des Moduls
---------------------------

Wahlpflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)
--

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Mathematical Statistics: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-6-Statistik
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Entscheidungstheorie: Formulierung statistische Fragestellungen als Entscheidungsprobleme, (randomisierte) Entscheidungsfunktionen, Optimalitätskriterien</li> <li>• Suffizienz, Vollständigkeit und Verteilungsfreiheit sowie deren Anwendungen auf Schätz- und Testprobleme</li> <li>• Grundlegende Begriffe der Testtheorie, Konstruktion optimaler Tests, unverfälschte, ähnliche, bedingte und invariante Tests mit Anwendungsbeispielen</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. L. Lehman, J. P. Romano: <i>Testing Statistical Hypotheses (Fourth Edition)</i>, Springer, 2022.</li> <li>• L. Rüschendorf: <i>Mathematische Statistik</i>, Springer Spektrum, 2014.</li> <li>• M. J. Schervish. <i>Theory of Statistics</i>, Springer, 1997.</li> <li>• J. Shao: <i>Mathematical Statistics</i>, Springer, 2008.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Mathematical Stochastics: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-6-Statistik
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probabilistic Machine Learning: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-6-MLStoch
<b>Veranstalter</b>	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Neuronale Netzwerke, Optimierungsverfahren, Universelle Approximationssätze, Statistisches Lernen, Random Forests, Markovketten und Reinforcement-Learning
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: <i>The Elements of Statistical Learning</i>, Springer, 2009.</li> <li>• K. P. Murphy. <i>Probabilistic Machine Learning</i>, MIT Press, 2022.</li> <li>• M. V. Wüthrich, M. Merz. <i>Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications</i>, Springer Cham, 2023.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probabilistic Machine Learning: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-6-MLStoch
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probability Theory II: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-6-WT2
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Filtrationen und Stoppzeiten, Martingale und Martingalkonvergenzsätze in diskreter und stetiger Zeit, Markov-Prozesse, Eigenschaften und Pfadeigenschaften der Brownschen Bewegung, Konvergenz stochastischer Prozesse, Sätze von Donsker und Skorokhod
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Breiman: <i>Probability</i>, Addison-Wesley, 1968.</li> <li>• O. Kallenberg: <i>Foundations of Modern Probability (Third Edition)</i>, Springer, 2021.</li> <li>• A. Klenke: <i>Probability Theory (Second Edition)</i>, Springer, 2014.</li> <li>• D. Williams: <i>Probability with Martingales</i>, Cambridge University Press, 1991.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probability Theory II: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-6-WT2
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probability Theory III: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-6-WT3
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Arbeitsaufwand	ca. 300 Stunden
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 240 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Konstruktion des stochastischen Integrals bezüglich (lokaler) Martingale und Semimartingale und daraus abgeleitete Rechenregeln, quadratische Variation und Ito-Formel, stochastische Differentialgleichungen und stochastische Exponentiale, Girsanov-Theoreme, Martingal-Probleme, Grundlagen der Finanzmathematik und Fundamentalsätze des Asset Pricing
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Delbaen, W. Schachermayer: <i>The Mathematics of Arbitrage</i>, Springer, 2006.</li> <li>• J. Jacod, A. N. Shiryaev: <i>Limit Theorems for Stochastic Processes (Second Edition)</i>, Springer, 2002.</li> <li>• O. Kallenberg: <i>Foundations of Modern Probability (Third Edition)</i>, Springer, 2021.</li> <li>• A. Klenke: <i>Probability Theory (Second Edition)</i>, Springer, 2014.</li> <li>• P. Protter: <i>Stochastic Integration and Differential Equations (Second Edition, Version 2.1)</i>, Springer, 2005.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Siehe Modulebene
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lecture in Stochastics	[Modulnummer]
<b>Veranstaltung</b>	
Probability Theory III: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-6-WT3
Veranstalter	
Abteilung für Mathematische Stochastik	

ECTS-Punkte	siehe Modulebene
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	Nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine formale Voraussetzung, jedoch wird der parallele Besuch der gleichnamigen Vorlesung empfohlen.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Siehe Modulebene

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Electives in Data	[Kontonummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Sören Bartels, Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB, Institut für Informatik-VB, Institut für Mikrosystemtechnik-VB, Institut für Wirtschaftswissenschaften-VB, Institut für Biologie III-VB	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
<p>Im Bereich „Electives in Data“ sind Module im Umfang von mindestens 30 ECTS und höchstens 48 ECTS zu absolvieren.</p> <p>Dies können zwei- oder vierstündige Vorlesungen mit Übungen und evtl. zusätzlichen Programmierprojekten oder Seminare sein, die aus dem Veranstaltungsangebot der o. g. Institute stammen und als verwendbar für „Electives in Data“ gekennzeichnet sind. Insbesondere können alle unter „Advanced Lecture in Numerics/Stochastics“ aufgeführten Vorlesungen auch als „Elective in Data“ gewählt werden. Die im Anhang beigefügte tabellarische Übersicht enthält eine Liste der regelmäßig an den jeweiligen Instituten angebotenen Lehrveranstaltungen, die als „Elective in Data“ wählbar sind. Bitte beachten Sie dabei stets die jeweils notwendigen Vorkenntnisse!</p>

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematical Seminar	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	ca. 180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	2 oder 3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
In den <a href="#">Kommentaren</a> zu den Lehrveranstaltungen sind semesterweise die hierzu jeweils wählbaren Veranstaltungen angegeben. Dort werden auch die vom jeweiligen Seminar abhängenden vorausgesetzten Vorkenntnisse beschrieben.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Mathematical Seminar	Seminar	P		2,0	ca. 180 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können sich in ein wissenschaftliches Thema der Mathematik durch Lektüre von Fachliteratur selbständig, aber unter fachlicher Begleitung einarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können dieses Thema didaktisch aufbereiten und in freiem Vortrag anschaulich, verständlich und fachlich korrekt vortragen; sie können Fragen zum Vortragsthema beantworten und sich einer kritischen Diskussion stellen.</li> <li>• Die Studierenden können fachliche Fragen zu Vorträgen formulieren und Vorträge konstruktiv-kritisch begleiten.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Gestaltung einer ca. 90-minütigen Seminarsitzung mit Vortrag und Diskussion.
Zu erbringende Studienleistung

Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

Die zu erbringenden Studienleistungen hängen vom gewählten Seminar ab. Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht.
<b>Benotung</b>
Die Note der Prüfung geht (proportional zur Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls und abhängig vom Umfang der als „Electives in Data“ gewählten Veranstaltungen) mit mindestens 6/95 und höchstens 6/77 in die Gesamtnote ein.
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen
<b>Lehrmethoden</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestaltung der Seminarsitzungen durch Studierende (mit Hilfe bei der Vorbereitung durch Dozent/in bzw. Assistent/in),</li><li>• aktive Beteiligung aller Teilnehmenden durch Fragen und Diskussion.</li></ul>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>
Pflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Graduate Student Speaker Series	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	4
Arbeitsaufwand	ca. 120 Stunden
Mögliche Fachsemester	2 -- 4
Moduldauer	1 Semester oder länger (abhängig von der Erbringung der SL)
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
In diesem Seminar stellen die fortgeschrittenen Studierenden das Konzept ihrer Master-Arbeit vor, ergänzend werden weitere Vorträge von Dozentinnen und Dozenten, Doktorandinnen und Doktoranden über aktuelle Forschungsprojekte stattfinden sowie Präsentationen von Studierenden über ihre Programmierprojekte und Industriepraktika.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Graduate Student Speaker Series	Seminar	P		2,0	ca. 120 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können selbst erarbeitete mathematische Ergebnisse didaktisch aufbereiten und in freiem Vortrag einem Fachpublikum verständlich und fachlich korrekt präsentieren.</li> <li>Die Studierenden können Fragen zu ihrer Master-Arbeit bzw. ihren Programmierprojekten oder Praktikumstätigkeit beantworten, sich einer kritischen Diskussion stellen und ggf. sinnvolle Fragen zu den Master-Arbeiten von Kommilitonen stellen und deren Präsentationen konstruktiv-kritisch begleiten.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Keine
Zu erbringende Studienleistung
Teilnahme an mindestens 10 Terminen sowie Halten eines Vortrags in Form der Gestaltung einer ganzen 90-minütigen Seminarsitzung.
Benotung

Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

unbenotet
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen
Lehrmethoden
<ul style="list-style-type: none"><li>• Selbständige Gestaltung der Seminarsitzungen durch Studierende,</li><li>• aktive Beteiligung aller Teilnehmenden durch Fragen und Diskussion.</li></ul>
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Master Thesis	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	30
Arbeitsaufwand	ca. 900 Stunden
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	Sechs Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erfolgreiche Absolvierung von mindestens 60 ECTS-Punkten im M.Sc.-Studiengang Mathematics in Data and Technology.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Die inhaltlichen Voraussetzungen hängen vom Schwerpunktgebiet und dem Thema der Master-Arbeit ab.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen, selbständig wissenschaftlich zu arbeiten und neue mathematische Ergebnisse zu finden und zu formulieren. Sie sind dazu in der Lage, ein tiefergehendes mathematisches Thema im Selbststudium unter Anleitung zu erarbeiten und die dazu nötige Fachliteratur zu verstehen.</li> <li>Abhängig vom Schwerpunktgebiet können die Studierenden auch einen komplexen mathematischen Algorithmus entwerfen, implementieren und die Implementierung für Fachleute verständlich dokumentieren.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Anfertigung einer Master-Arbeit
Zu erbringende Studienleistung
Keine
Benotung
Die Note der Prüfung geht (proportional zur Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls und abhängig vom Umfang der als „Electives in Data“ gewählten Veranstaltungen) mit mindestens 30/95 und höchstens 30/77 in die Gesamtnote ein.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Master-Arbeit
Lehrmethoden
Betreutes Selbststudium für die Anfertigung der Master-Arbeit

Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)



Name des Kontos	Nummer des Kontos
Electives	[Kontonummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Sören Bartels, Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>Im Bereich „Electives“ können in Ergänzung zu den „Electives in Data“ weitere Module im Umfang von höchstens 18 ECTS absolviert werden, um die für beide Bereiche zusammen geforderte Summe von 48 ECTS zu erreichen.</p> <p>Wählbar sind hierfür sämtliche Lehrveranstaltungen, die auch im M.Sc. Mathematik-Studiengang anrechenbar sind und <i>nicht</i> in den Bereich „Electives in Data“ fallen. Dazu gehören insbesondere die einzelne Vorlesungen ergänzenden Praktischen Übungen sowie weitere dem Anforderungsniveau des Studiengangs entsprechende Lehrveranstaltungen.</p> <p>Bitte beachten Sie dabei stets die jeweils notwendigen Vorkenntnisse!</p>

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Industrial Placement	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	9
Arbeitsaufwand	ca. 270 Stunden
Mögliche Fachsemester	2 oder 3
Moduldauer	Mindestens sechs Wochen
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>Innerhalb dieses Moduls absolvieren die Studierenden ein studiengangspezifisches Praktikum bei einem Industrie- oder Wirtschaftsunternehmen oder einer Forschungseinrichtung. Die Auswahl von letzteren erfolgt in Absprache mit dem Modulverantwortlichen.</p> <p>Insofern ist eine rechtzeitige vorherige Abstimmung mit diesem sowie die Beachtung möglicher Bewerbungsfristen sowie sonstiger Anforderungen seitens der Praktikumsplätze vergebenden Unternehmen/ Forschungseinrichtungen notwendig.</p>

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Industrial Placement	Industriepraktikum	WP	9		ca. 270 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können sich selbständig auf eine ihren Fähigkeiten und Interessen entsprechende Praktikumsstelle bewerben und entwickeln ihre Teamfähigkeiten weiter.</li> <li>Sie gewinnen Einblicke in einen später möglichen Berufsalltag und lernen, ihr zuvor erworbenes theoretisches Wissens in der Praxis anzuwenden. Dabei erkennen sie auch, welche Themen und Methoden aktuell aus Anwendersicht bzw. für aktuelle Forschungsprojekte relevant sind, und erhalten Anregungen für die weitere Planung ihres Studiums sowie für ihre Abschlussarbeit.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Keine
Zu erbringende Studienleistung

Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

Erfolgreiche Absolvierung eines mindestens sechswöchigen Industriepraktikums sowie anschließende Vorlage des entsprechenden Praktikumszeugnisses der jeweiligen Einrichtung und Erstellung eines aussagekräftigen Berichts.
Benotung
unbenotet
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen
Lehrmethoden
Firmenspezifisch, abhängig vom für das Praktikum ausgewählten Unternehmen.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Programming Project	[Modulnummer]
Verantwortliche	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	9
Arbeitsaufwand	ca. 270 Stunden
Mögliche Fachsemester	2 oder 3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Jedes Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine formale Voraussetzung.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Innerhalb dieses Moduls führen die Studierenden ein Programmierprojekt anhand eines konkreten, mit der jeweiligen Betreuerin/dem jeweiligen Betreuer zuvor vereinbarten Fallbeispiels durch. Dazu sind neben der vorherigen Abstimmung mit der Betreuerin/dem Betreuer entsprechend fundierte Kenntnisse einer Programmiersprache bzw. einer Programmierumgebung notwendig.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Programming Project	Programmierprojekt	WP	9		ca. 270 Std.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen, ein umfangreicheres Projekt strukturiert anzugehen, die zur Erreichung des Gesamtzieles notwendigen Aufgaben und Teilschritte zu identifizieren, festzulegen und systematisch abzuarbeiten.</li> <li>Neben tieferen Einblicken in gängige Programmier-techniken lernen sie zudem, ihren Code gut wart- und erweiterbar zu gestalten, ihn zu optimieren sowie gut verständlich für andere zu dokumentieren.</li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Keine
Zu erbringende Studienleistung
Erfolgreiche Absolvierung des Programmierprojekts. Dazu zählen neben der Abgabe des jeweiligen Codes auch eine ausführlichere Dokumentation desselben (Kommentarzeilen im Code sowie eine Auflistung der entwickelten Programme mit Funktionsbeschreibung sowie der Bedeutung ihrer jeweiligen Argumente).

Master of Science im Fach Mathematics in Data and Technology – HF (PO-Version 2024)

Benotung
unbenotet
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen
Lehrmethoden
Begleitete Einarbeitung in ein größeres Projekt sowie eigenständige Programmierung.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul im M.Sc. Mathematics in Data and Technology (PO 2024)

**Verzeichnis der regelmäßig angebotenen und im Bereich „Electives in Data“  
verwendbaren Lehrveranstaltungen**

<p>Lehrveranstaltungen des Mathematischen Instituts</p> <p><b>Vorlesungen:</b>                  Algorithmic Machine Learning                  Introduction to the Theory and Numerics of Partial Differential Equations                  Functional Analysis                  Markov Chains                  Mathematical Statistics                  Mathematical Modeling                  Neural Networks                  Numerics for Differential Equations                  Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Nonlinear Partial Differential Equations                  Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Iterative Solvers and Adaptivity                  Theory and numerics of Partial Differential Equations – Mixed and Non-Standard Methods                  Probabilistic Machine Learning                  Probability Theory                  Probability Theory II – Stochastic Processes                  Probability Theory III – Stochastic Analysis</p> <p><b>Seminare:</b>                  Seminars in Numerics (Dept. of Applied Mathematics)                  Seminars in Probability Theory (Dept. of Mathematical Stochastics)                  Seminar „Medical Data Science“</p>
<p>Lehrveranstaltungen des Instituts für Informatik</p> <p><b>Vorlesungen:</b>                  Automated Machine Learning                  Computer Vision                  Foundations of Artificial Intelligence                  Foundations of Deep Learning                  Image Processing and Computer Graphics                  Introduction to Big Data Analysis in Bioinformatics                  Machine Learning in Life Sciences                  Reinforcement Learning                  Statistical Pattern Recognition</p>
<p>Lehrveranstaltungen des Instituts für Mikrosystemtechnik</p> <p><b>Vorlesungen:</b>                  Modeling and System Identification                  Numerical Optimization (with optional project)                  Numerical Optimal Control (with optional project)</p>
<p>Lehrveranstaltungen des Instituts für Wirtschaftswissenschaften</p> <p><b>Vorlesungen:</b>                  Advanced Topics in Econometrics                  Computational Economics                  Credit Risk                  Financial Econometrics                  Futures and Options                  Intermediate Econometrics                  Portfolio Management                  Time Series Analysis</p>
<p>Lehrveranstaltungen des Instituts für Biologie III</p> <p><b>Vorlesungen:</b>                  Quantitative Methods and Statistics in Neuroscience</p>