

# Ergänzungen der Modulhandbücher der mathematischen Fachstudiengänge

07.02.2024

1. Das Modulhandbuch des Studiengangs **M.Sc. Mathematics** wird um die folgenden, im Anhang genauer beschriebenen Module erweitert:

- a. MScMath MV38 Diskrete Mathematik I (Diskrete Mathematik)
- b. MScMath MV39 Diskrete Mathematik II (Diskrete Mathematik)
- c. MScMath MV40 Diskrete Mathematik III (Diskrete Mathematik)
- d. MScMath MV41 Mathematische Biologie I (Analysis)
- e. MScMath MV42 Mathematische Biologie II (Analysis)
- f. MScMath MV43 Mathematische Modellierung und Programmierung (Numerik)
- g. MScMath MV44 Modellierung und Simulation in der Kontinuumsmechanik (Numerik)
- h. MScMath MV45 Wissenschaftliches Rechnen (Numerik)

Jedes Modul ist im Sinne des §8 der Prüfungsordnung dem in Klammern angegeben Bereich zugeordnet.

2. Das Modulhandbuch des Studiengangs **M.Sc. Technomathematik** wird um die folgenden, im Anhang genauer beschriebenen Module erweitert:

- a. MScTMath MV38 Diskrete Mathematik I (Optimierung)
- b. MScTMath MV39 Diskrete Mathematik II (Optimierung)
- c. MScTMath MV40 Diskrete Mathematik III (Optimierung)
- d. MScTMath MV43 Mathematische Modellierung und Programmierung (Numerik)
- e. MScTMath MV44 Modellierung und Simulation in der Kontinuumsmechanik (Numerik)
- f. MScTMath MV45 Wissenschaftliches Rechnen (Numerik)

Jedes Modul ist im Sinne des §8 der Prüfungsordnung dem in Klammern angegeben Bereich zugeordnet.

3. Im Studiengang **B.Sc. Mathematik** wird die Liste der Wahlpflichtmodule im §7(1b) der Prüfungsordnung um die folgenden Module ergänzt (die Zuordnung zu einem Bereich ist wieder in Klammern angegeben):

- a. MScMath MV38 Diskrete Mathematik I (Algebra)
- b. MScMath MV43 Mathematische Modellierung und Programmierung (Numerik)

4. Im Studiengang **B.Sc. Technomathematik** wird die Liste der Wahlpflichtmodule im §7(1b) der Prüfungsordnung um die folgenden Module:

- a. MScTMath MV38 Diskrete Mathematik I
- b. MScTMath MV43 Mathematische Modellierung und Programmierung

## Anhänge:

1. Ergänzungen des Modulhandbuchs des Studiengangs M.Sc. Mathematics
2. Ergänzungen des Modulhandbuchs des Studiengangs M.Sc. Technomathematik

**Ergänzungen des Modulhandbuchs  
des Studiengangs  
M.Sc. Mathematics**

07.02.2024

<b>Nummer / Number</b>	MScMath MV38
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik I / Discrete Mathematics I</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Das Modul vermittelt Grundlagen der Graphentheorie. Studierende ... sind mit grundlegenden Definitionen und zentralen Ergebnissen vertraut, ... verstehen Beweistechniken und -methoden sowie deren Grenzen und können diese auf verwandte Fragestellungen übertragen, ... kennen Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen, ... sind in der Lage, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. <i>The module provides fundamental concepts in graph theory.</i> <i>Students</i> <i>... are familiar with basic definitions and central results,</i> <i>... understand proof techniques and methods as well as their limitations and can transfer them to related questions,</i> <i>... know connections between different subareas and into application domains,</i> <i>... are able to independently develop solutions to problems.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS oder/or 2 x (VL 2 SWS + Ü 1 SWS)
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Grundlagen der Graphentheorie: Grundbegriffe (Knotengrade, Wege und Kreise, Bäume und Wälder, bipartite Graphen), Matchings (Satz von Hall, Satz von Tutte, Satz von König), Zusammenhang (Satz von Menger), Eulertouren und Hamiltonkreise (Satz von Dirac), Planarität (Satz von Kuratowski, Satz von Wagner, Eulersche Polyederformel), Färbungen (Knoten und Kanten, Satz von Brooks, Satz von Vizing, Vierfarbensatz, Listenfärbungen), Extremale Graphentheorie (Satz von Mantel, Satz von Turán, Satz von Erdős–Stone), Ramseytheorie, Zufallsgraphen. <i>Fundamental concepts in graph theory: Basic definitions (degrees, paths and cycles, trees and forests, bipartite graphs), matchings (Hall's theorem, Tutte's theorem, König's theorem), connectivity (Menger's theorem), Euler tours and Hamilton cycles (Dirac's theorem), planarity (Kuratowski's theorem, Wagner's theorem, Euler's polyhedral formula), coloring (vertices and edges, Brooks' theorem, Vizing's theorem, Four Color Theorem, list coloring), extremal graph theory (Mantel's theorem, Turán's theorem, Erdős–Stone theorem), Ramsey theory, random graphs.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	B.Sc. Mathematik / <i>B.Sc. Mathematics</i> B.Sc. Technomathematik / <i>B.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i> M.Sc. Mathematik / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein oder zwei Semester / <i>one or two semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Linearer Algebra and Diskreter Mathematik <i>Basic knowledge in Linear Algebra and Discrete Mathematics</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits

<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScMath MV39
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik II / Discrete Mathematics II</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Das Modul vermittelt weiterführende Konzepte der diskreten Mathematik und Kombinatorik. Studierende ... kennen weiterführende Resultate und Beweistechniken und können diese auf neue Fragestellungen übertragen und anpassen, ... kennen tieferliegende Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen, ... können ausgewählte Methoden und Beweise algorithmisch umsetzen und die resultierenden Algorithmen analysieren, ... sind in der Lage, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. The module provides further concepts in discrete mathematics and combinatorics. Students ... are familiar with further results and proof techniques and are able to transfer and adapt them to new questions, ... know deeper connections between different subareas and into application domains, ... are able to translate selected methods and proofs into algorithms and to analyse the resulting algorithms, ... are able to independently develop solutions to problems.
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Eine Auswahl weiterführender Konzepte und Techniken der Diskreten Mathematik und Kombinatorik, welche nicht im Modul „Diskrete Mathematik I“ behandelt wurden. Mögliche Themen sind u.a.: enumerative Kombinatorik (Zählprobleme, Inklusion/Exklusion, Rekursionsgleichungen, erzeugende Funktionen, Abzähl­satz von Pólya, Satz von Cayley-Prüfer, Matrix-Baum-Theorem, Catalan-Familien), kombinatorische Erzeugung (Gray-Codes, de-Bruijn-Folgen, Algorithmen), analytische Kombinatorik, Ordnungstheorie (partiell geordnete Mengen, Ordnungsdimension, Verbandstheorie), Probabilistische Kombinatorik, Algebraische Kombinatorik (Matroide, Polytope), Diskrete Geometrie (Satz von Erdős-Szekeres, Zeichnen von Graphen, Kreuzungszahlen, Satz von Koebe, Satz von Whitney, Überschneidungsgraphen, chi-Beschränktheit), Strukturelle Graphentheorie (Baumzerlegungen und Baumweite). <i>A selection of advanced concepts and techniques in discrete mathematics and combinatorics that have not been covered in the module "Discrete Mathematics I". Possible topics are (among others) enumerative combinatorics (counting problems, inclusion/exclusion, recurrence relations, generating functions, Pólya theory, Cayley-Prüfer theorem, matrix tree theorem, Catalan families), combinatorial generation (Gray codes, de Bruijn sequences, algorithms), analytic combinatorics, order theory (partially ordered sets, order dimension, lattice theory), probabilistic combinatorics, algebraic combinatorics (matroids, polytopes), discrete geometry (Erdős-Szekeres theorem, graph drawing, crossing numbers, Koebe's theorem, Whitney's theorem, intersection graphs, chi-boundedness), structural graph theory (tree decomposition and tree width).</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Module „Diskrete Mathematik I“ / <i>Module „Discrete Mathematics I“</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt

	<i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b> <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScMath MV40
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik III / Discrete Mathematics III</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	<p>Das Modul vermittelt ausgewählte fortgeschrittene Konzepte der diskreten Mathematik und Kombinatorik.</p> <p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... kennen weiterführende Resultate und Beweistechniken und können diese auf neue Fragestellungen übertragen und anpassen sowie miteinander kombinieren,</li> <li>... kennen tieferliegende Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen,</li> <li>... können ausgewählte Methoden und Beweise algorithmisch umsetzen und die resultierenden Algorithmen analysieren,</li> <li>... nähern sich punktuell dem aktuellen Stand der Forschung an und sind in diesen Punkten mit dem Wissen der Fachliteratur vertraut,</li> <li>... sind in der Lage, offene Forschungsfragen zu verstehen und eigenständig erste Schritte in Richtung deren Bearbeitung zu gehen.</li> </ul> <p>The module provides selected advanced concepts in discrete mathematics and combinatorics.</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... are familiar with advanced concepts and proof techniques and are able to transfer and adapt them to new questions and to combine them with each other,</li> <li>... know deeper connections between different subareas and into application domains,</li> <li>... are able to translate selected methods and proofs into algorithms, and to analyse the resulting algorithms,</li> <li>... approach the current state-of-the-art in research in selected points and in those points are familiar with the knowledge in the literature,</li> <li>... are able to understand open research questions and to independently approach and work on them.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	<p>Eine Auswahl fortgeschrittener Konzepte und Techniken der Diskreten Mathematik und Kombinatorik, welche nicht in den Modulen „Diskrete Mathematik I/II“ behandelt wurden. Mögliche Themen sind u.a.: enumerative Kombinatorik (Zählprobleme, Inklusion/Exklusion, Rekursionsgleichungen, erzeugende Funktionen, Abzählsatz von Pólya, Satz von Cayley-Prüfer, Matrix-Baum-Theorem, Catalan-Familien), kombinatorische Erzeugung (Gray-Codes, de-Bruijn-Folgen, Algorithmen), analytische Kombinatorik, Ordnungstheorie (partiell geordnete Mengen, Ordnungsdimension, Verbandstheorie), Probabilistische Kombinatorik, Algebraische Kombinatorik (Matroide, Polytope), Diskrete Geometrie (Satz von Erdős-Szekeres, Zeichnen von Graphen, Kreuzungszahlen, Satz von Koebe, Satz von Whitney, Überschneidungsgraphen, chi-Beschränktheit), Strukturelle Graphentheorie (Baumzerlegungen und Baumweite).</p> <p><i>A selection of advanced concepts and techniques in discrete mathematics and combinatorics that have not been covered in the modules "Discrete Mathematics I/II". Possible topics are (among others) enumerative combinatorics (counting problems, inclusion/exclusion, recurrence relations, generating functions, Pólya theory, Cayley-Prüfer theorem, matrix tree theorem, Catalan families), combinatorial generation (Gray codes, de Bruijn sequences, algorithms), analytic combinatorics, order theory (partially ordered sets, order dimension, lattice theory), probabilistic combinatorics, algebraic combinatorics (matroids, polytopes), discrete geometry (Erdős-Szekeres theorem, graph drawing, crossing numbers, Koebe's theorem, Whitney's theorem, intersection graphs, chi-boundedness), structural graph theory (tree decomposition and tree width).</i></p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	<p>Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.</p> <p><i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i></p>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	<p>Vorlesungen, Übungen</p> <p><i>Lectures, tutorials</i></p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	<p>M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	<p>Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten</p> <p><i>Offered alternately with other specialisation modules</i></p>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Module „Diskrete Mathematik I“ / <i>Module „Discrete Mathematics I“</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h

<b>Students workload</b>	<i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen</b> <i>Nongraded learning assignments</i>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b> <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>



<b>Numer / Number</b>	MScMath MV41
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Mathematische Biologie I / Mathematical Biology I</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... kennen einfache Modelle aus der Mathematischen Biologie und deren Eigenschaften, ... können einfache mathematische Modelle für biologische Systeme analysieren und simulieren, ... kennen und verstehen grundlegende Konzepte aus der Theorie dynamischer Systeme, ... können einfache biologische Fragestellungen mathematisch modellieren. <i>Students</i> ... <i>know basic models from Mathematical Biology and their properties,</i> ... <i>are able to analyse and simulate simple mathematical models for biological systems,</i> ... <i>know and understand basic concepts from the theory of dynamical systems,</i> ... <i>are able to model mathematically simple biological questions.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Grundlegende Begriffe aus der Theorie dynamischer Systeme wie Phasenporträts, Ruhelagen, periodische Lösungen, Stabilität, Dimensionsanalyse, Bifurkationen. Simulation dynamischer Systeme mit Programmen wie Matlab. Grundlegende Modelle aus verschiedenen Bereichen der Mathematischen Biologie wie z.B. Populationsdynamik, Epidemien, Genetik, (bio)chemische Reaktionsnetzwerke, biologische Oszillatoren und Schalter. <i>Basic concepts from the theory of dynamical systems like phase portraits, steady states, periodic solutions, stability, dimensional analysis, bifurcations. Simulation of dynamical systems with programmes like Matlab. Basic models from different areas of Mathematical Biology like e.g. population dynamics, epidemics, genetics, (bio)chemical reaction networks, biological oscillators and switches.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls / Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Deutsch oder Englisch / <i>German or English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. aus dem Bachelor-Modul „Höhere Analysis“) <i>Basic knowledge about ordinary differential equations (e.g. from the bachelor module „Higher Analysis“)</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben, mindestens 50% der möglichen Punkte auf den Übungsblättern <i>Regular solving of exercises, at least 50% of the possible points on the exercise sheets</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r Responsible coordinator</b>	Prof. Dr. Werner M. Seiler
<b>Lehrende des Moduls Lecturers</b>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScMath MV42
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Mathematische Biologie II / Mathematical Biology II</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... kennen komplexere Modelle aus der Mathematischen Biologie und deren Eigenschaften, ... können komplexere mathematische Modelle für biologische Systeme analysieren und simulieren, ... kennen und verstehen weiterführende Konzepte aus der Theorie dynamischer Systeme, ... können komplexere biologische Fragestellungen mathematisch modellieren. <i>Students</i> ... <i>know more complex models from Mathematical Biology and their properties,</i> ... <i>are able to analyse and simulate more complex mathematical models for biological systems,</i> ... <i>know and understand advanced concepts from the theory of dynamical systems,</i> ... <i>are able to model mathematically more complex biological questions.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Eine Auswahl weiterführender Themen aus dem Gebiet der mathematischen Biologie, die noch nicht in dem Modul „Mathematische Biologie I“ behandelt wurden. <i>A selection of advanced topics from the field of mathematical biology which have not been treated in the module "Mathematical Biology I".</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls / Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Deutsch oder Englisch / <i>German or English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Modul „Mathematical Biology I“ <i>Module „Mathematical Biology I“</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben, mindestens 50% der möglichen Punkte auf den Übungsblättern <i>Regular solving of exercises, at least 50% of the possible points on the exercise sheets</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r Responsible coordinator</b>	Prof. Dr. Werner M. Seiler
<b>Lehrende des Moduls Lecturers</b>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Nummer / Number</b>	MScMath MV43
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Mathematische Modellierung und Programmierung / <i>Mathematical Modeling and Programming</i></b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</i></b>	<p>Studierende</p> <p>... verfügen über ein umfangreiches Portfolio an Modellklassen mit vielen Beispielen aus unterschiedlichen Anwendungen,</p> <p>... besitzen die Fähigkeiten, eine konkrete Frage aus den angewandten Wissenschaften (Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwesen, Wirtschaft, ...) in ein wohldefiniertes mathematisches Modell zu formulieren,</p> <p>... sind selbständig in der Lage, Algorithmen zur Approximation einer Lösung des Modells zu implementieren,</p> <p>... können die Limitierung des Modells benennen und Strategien zur Validierung des Modells entwickeln.</p> <p>Students</p> <p>... have a substantial portfolio of model classes with numerous examples from various applications,</p> <p>... possess the skills to formulate a specific question from the applied sciences (physics, chemistry, biology, engineering, economics, ...) into a well-defined mathematical model,</p> <p>... are independently capable of implementing algorithms to approximate a solution of the model,</p> <p>... can identify the limitations of the model and develop strategies for model validation.</p>
<b>Lehrveranstaltungsarten <i>Types of Courses</i></b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	<p>Es werden diskrete und kontinuierliche, deterministische und stochastische Modelle behandelt, ihre Analyse durchgeführt und numerische Methoden zur Approximation der Lösung erlernt. Betrachtet werden u.a. funktionale Zusammenhänge, Wachstums-, Diffusions-, Reaktions-Diffusions-Prozesse, Pandemieausbreitung, Populationsdynamiken und Signaltransduktion. Die Theorie der dynamischen Systeme und der Reaktions-Diffusions-Gleichungen wird erlernt. Numerische Algorithmen (iterative Methoden, expliziter, impliziter Euler, (Gauß-)Newton Methode, Methode kleinster Quadrate, Gittergenerierung, Finite Differenzen) werden in Octave/Matlab/deal.ii implementiert.</p> <p><i>Discrete and continuous, deterministic and stochastic models and their analysis are addressed, and numerical methods for approximating their solution are learned. Considered are, among others, functional relationships, growth, diffusion and reaction-diffusion processes, pandemic spread, population dynamics, and signal transduction. The theory of dynamic and reaction-diffusion systems is covered. Numerical algorithms (iterative methods, explicit, implicit Euler, (Gauss-)Newton method, method of least squares, grid generation, finite differences) are implemented in Octave/Matlab/deal.ii.</i></p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i></b>	<p>Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.</p> <p><i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i></p>
<b>Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i></b>	<p>Vorlesungen, Übungen, Programmierung</p> <p><i>Lectures, tutorials, programming</i></p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i></b>	<p>B.Sc. Mathematik / <i>B.Sc. Mathematics</i></p> <p>B.Sc. Technomathematik / <i>B.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p>
<b>Dauer des Moduls <i>Duration</i></b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls <i>Frequency</i></b>	<p>Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten</p> <p><i>Offered alternately with other specialisation modules</i></p>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul <i>Recommended skills</i></b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in Matlab/Octave</p> <p><i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in Matlab/Octave</i></p>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i></b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i></b>	<p>Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h</p> <p><i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i></p>
<b>Studienleistungen <i>Nongraded learning assignments</i></b>	<p>Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt</p> <p><i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i></p>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i></b>	<p>Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen</p> <p><i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i></p>

<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Nummer / Number</b>	MScMath MV44
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Modellierung und Simulation in der Kontinuumsmechanik / Modeling and Simulation in Continuum Mechanics</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... kennen grundlegende partielle Differentialgleichungen der Kontinuumsmechanik (Elastizität und Strömungsgleichungen) und ihre Herleitung (Massen-, Impuls- und Energieerhaltung), ... sind mit Finite-Elemente-Methoden zur gezielten, problemorientierten Lösung und Analyse dieser Modelle vertraut, ... sind selbständig in der Lage Finite-Elemente-Methoden für Elastizitäts- und Strömungsprobleme in Computerprogramme umzusetzen. <i>Students</i> ... know basic partial differential equations of continuum mechanics (elasticity and flow equations) and their constitutive derivation, (conservation of mass, momentum and energy), ... are familiar with finite element methods for the problem-oriented solution and analysis of these models, ... are able to independently implement finite element methods for elasticity and flow problems in computer programs.
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Diskussion der mathematischen Modelle der Kontinuumsmechanik, insbesondere deren Herleitung aus den grundlegenden physikalischen Postulaten unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Annahmen, grundlegende Beschreibung elastischer Strukturen und fließender Medien (Elastizitäts-, Stokes-, Navier-Stokes, Darcy-, Euler-Gleichungen), variationelle numerische Näherungsverfahren (Galerkin-Verfahren), konforme, nicht-konforme und gemischte Ansätze, Konvergenzanalyse, Schur-Komplement-Verfahren, Stabilisierung. <i>Discussion of the mathematical models of continuum mechanics, in particular their derivation from the basic physical postulates with special consideration of the assumptions used, basic description of elastic structures and flowing media (elasticity, Stokes, Navier-Stokes, Darcy, Euler equations), variational numerical approximation methods (Galerkin method), conformal, non-conformal and mixed approaches, convergence analysis, Schur complement method, stabilization.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen, Programmierung <i>Lectures, tutorials, programming</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in C++, Finite-Elemente-Methoden <i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in C++, Finite element methods</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>

<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Cmsol <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Cmsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScMath MV45
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Wissenschaftliches Rechnen / Scientific Computing</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... vertiefen ihre Kenntnisse zur numerischen Behandlung und eigenständiger Lösung partieller Differentialgleichungen, ... lernen den Umgang mit Softwarepaketen, ... lernen strukturierte Programmierung kennen, ... können Finite-Elemente-Programme erweitern, ... lernen die Stabilität und die zu erwartende Genauigkeit ihres implementierten Verfahrens zu beurteilen. <i>Students</i> ... <i>deepen their knowledge of the numerical treatment and independent solution of partial differential equations,</i> ... <i>learn how to use software packages,</i> ... <i>become familiar with structured programming,</i> ... <i>can expand finite element programs,</i> ... <i>learn to assess the stability and expected accuracy of their implemented method.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Gitterkonstruktion, Schleife über die Zellen, Ausgabe des Gitters, adaptive Verfeinerung, Nummerierung der Freiheitsgrade, Muster der schwach besetzten Matrizen, Assemblierung, Implementierung der rechten Seite und der Randbedingungen, Vorlagen für Helmholtz- Wärmeleitungsgleichung, Stokes-Strömung und Elastizität. <i>Creating meshes, loop over cells, output mesh, adaptive refinement, enumerating degrees of freedom, sparsity pattern, assembling, implementing the right hand side and the boundary conditions, templates for Helmholtz equation, heat equation, Stokes flow and elasticity.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen, Programmierung, Projektarbeit <i>Lectures, tutorials, programming, project work</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in C++, Finite-Elemente-Methoden <i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in C++, Finite element methods</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r Responsible coordinator</b>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls Lecturers</b>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol

	<i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>



**Ergänzungen des Modulhandbuchs  
des Studiengangs  
M.Sc. Technomathematik**

07.02.2024

<b>Nummer / Number</b>	MScTMath MV38
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik I / Discrete Mathematics I</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Das Modul vermittelt Grundlagen der Graphentheorie. Studierende ... sind mit grundlegenden Definitionen und zentralen Ergebnissen vertraut, ... verstehen Beweistechniken und -methoden sowie deren Grenzen und können diese auf verwandte Fragestellungen übertragen, ... kennen Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen, ... sind in der Lage, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. <i>The module provides fundamental concepts in graph theory.</i> <i>Students</i> <i>... are familiar with basic definitions and central results,</i> <i>... understand proof techniques and methods as well as their limitations and can transfer them to related questions,</i> <i>... know connections between different subareas and into application domains,</i> <i>... are able to independently develop solutions to problems.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS oder/or 2 x (VL 2 SWS + Ü 1 SWS)
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Grundlagen der Graphentheorie: Grundbegriffe (Knotengrade, Wege und Kreise, Bäume und Wälder, bipartite Graphen), Matchings (Satz von Hall, Satz von Tutte, Satz von König), Zusammenhang (Satz von Menger), Eulertouren und Hamiltonkreise (Satz von Dirac), Planarität (Satz von Kuratowski, Satz von Wagner, Eulersche Polyederformel), Färbungen (Knoten und Kanten, Satz von Brooks, Satz von Vizing, Vierfarbensatz, Listenfärbungen), Extremale Graphentheorie (Satz von Mantel, Satz von Turán, Satz von Erdős–Stone), Ramseytheorie, Zufallsgraphen. <i>Fundamental concepts in graph theory: Basic definitions (degrees, paths and cycles, trees and forests, bipartite graphs), matchings (Hall's theorem, Tutte's theorem, König's theorem), connectivity (Menger's theorem), Euler tours and Hamilton cycles (Dirac's theorem), planarity (Kuratowski's theorem, Wagner's theorem, Euler's polyhedral formula), coloring (vertices and edges, Brooks' theorem, Vizing's theorem, Four Color Theorem, list coloring), extremal graph theory (Mantel's theorem, Turán's theorem, Erdős–Stone theorem), Ramsey theory, random graphs.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	B.Sc. Mathematik / <i>B.Sc. Mathematics</i> B.Sc. Technomathematik / <i>B.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i> M.Sc. Mathematik / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein oder zwei Semester / <i>one or two semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Linearer Algebra and Diskreter Mathematik <i>Basic knowledge in Linear Algebra and Discrete Mathematics</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits

<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScTMath MV39
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik II / Discrete Mathematics II</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Das Modul vermittelt weiterführende Konzepte der diskreten Mathematik und Kombinatorik. Studierende ... kennen weiterführende Resultate und Beweistechniken und können diese auf neue Fragestellungen übertragen und anpassen, ... kennen tieferliegende Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen, ... können ausgewählte Methoden und Beweise algorithmisch umsetzen und die resultierenden Algorithmen analysieren, ... sind in der Lage, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. The module provides further concepts in discrete mathematics and combinatorics. Students ... are familiar with further results and proof techniques and are able to transfer and adapt them to new questions, ... know deeper connections between different subareas and into application domains, ... are able to translate selected methods and proofs into algorithms and to analyse the resulting algorithms, ... are able to independently develop solutions to problems.
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Eine Auswahl weiterführender Konzepte und Techniken der Diskreten Mathematik und Kombinatorik, welche nicht im Modul „Diskrete Mathematik I“ behandelt wurden. Mögliche Themen sind u.a.: enumerative Kombinatorik (Zählprobleme, Inklusion/Exklusion, Rekursionsgleichungen, erzeugende Funktionen, Abzähl­satz von Pólya, Satz von Cayley-Prüfer, Matrix-Baum-Theorem, Catalan-Familien), kombinatorische Erzeugung (Gray-Codes, de-Bruijn-Folgen, Algorithmen), analytische Kombinatorik, Ordnungstheorie (partiell geordnete Mengen, Ordnungsdimension, Verbandstheorie), Probabilistische Kombinatorik, Algebraische Kombinatorik (Matroide, Polytope), Diskrete Geometrie (Satz von Erdős-Szekeres, Zeichnen von Graphen, Kreuzungszahlen, Satz von Koebe, Satz von Whitney, Überschneidungsgraphen, chi-Beschränktheit), Strukturelle Graphentheorie (Baumzerlegungen und Baumweite). <i>A selection of advanced concepts and techniques in discrete mathematics and combinatorics that have not been covered in the module "Discrete Mathematics I". Possible topics are (among others) enumerative combinatorics (counting problems, inclusion/exclusion, recurrence relations, generating functions, Pólya theory, Cayley-Prüfer theorem, matrix tree theorem, Catalan families), combinatorial generation (Gray codes, de Bruijn sequences, algorithms), analytic combinatorics, order theory (partially ordered sets, order dimension, lattice theory), probabilistic combinatorics, algebraic combinatorics (matroids, polytopes), discrete geometry (Erdős-Szekeres theorem, graph drawing, crossing numbers, Koebe's theorem, Whitney's theorem, intersection graphs, chi-boundedness), structural graph theory (tree decomposition and tree width).</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen <i>Lectures, tutorials</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Module „Diskrete Mathematik I“ / <i>Module „Discrete Mathematics I“</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt

	<i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b> <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Nummer / Number</b>	MScTMath MV40
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Diskrete Mathematik III / Discrete Mathematics III</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	<p>Das Modul vermittelt ausgewählte fortgeschrittene Konzepte der diskreten Mathematik und Kombinatorik.</p> <p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... kennen weiterführende Resultate und Beweistechniken und können diese auf neue Fragestellungen übertragen und anpassen sowie miteinander kombinieren,</li> <li>... kennen tieferliegende Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten bis hin zu praktischen Anwendungen,</li> <li>... können ausgewählte Methoden und Beweise algorithmisch umsetzen und die resultierenden Algorithmen analysieren,</li> <li>... nähern sich punktuell dem aktuellen Stand der Forschung an und sind in diesen Punkten mit dem Wissen der Fachliteratur vertraut,</li> <li>... sind in der Lage, offene Forschungsfragen zu verstehen und eigenständig erste Schritte in Richtung deren Bearbeitung zu gehen.</li> </ul> <p>The module provides selected advanced concepts in discrete mathematics and combinatorics.</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... are familiar with advanced concepts and proof techniques and are able to transfer and adapt them to new questions and to combine them with each other,</li> <li>... know deeper connections between different subareas and into application domains,</li> <li>... are able to translate selected methods and proofs into algorithms, and to analyse the resulting algorithms,</li> <li>... approach the current state-of-the-art in research in selected points and in those points are familiar with the knowledge in the literature,</li> <li>... are able to understand open research questions and to independently approach and work on them.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	<p>Eine Auswahl fortgeschrittener Konzepte und Techniken der Diskreten Mathematik und Kombinatorik, welche nicht in den Modulen „Diskrete Mathematik I/II“ behandelt wurden. Mögliche Themen sind u.a.: enumerative Kombinatorik (Zählprobleme, Inklusion/Exklusion, Rekursionsgleichungen, erzeugende Funktionen, Abzählsatz von Pólya, Satz von Cayley-Prüfer, Matrix-Baum-Theorem, Catalan-Familien), kombinatorische Erzeugung (Gray-Codes, de-Bruijn-Folgen, Algorithmen), analytische Kombinatorik, Ordnungstheorie (partiell geordnete Mengen, Ordnungsdimension, Verbandstheorie), Probabilistische Kombinatorik, Algebraische Kombinatorik (Matroide, Polytope), Diskrete Geometrie (Satz von Erdős-Szekeres, Zeichnen von Graphen, Kreuzungszahlen, Satz von Koebe, Satz von Whitney, Überschneidungsgraphen, chi-Beschränktheit), Strukturelle Graphentheorie (Baumzerlegungen und Baumweite).</p> <p><i>A selection of advanced concepts and techniques in discrete mathematics and combinatorics that have not been covered in the modules "Discrete Mathematics I/II". Possible topics are (among others) enumerative combinatorics (counting problems, inclusion/exclusion, recurrence relations, generating functions, Pólya theory, Cayley-Prüfer theorem, matrix tree theorem, Catalan families), combinatorial generation (Gray codes, de Bruijn sequences, algorithms), analytic combinatorics, order theory (partially ordered sets, order dimension, lattice theory), probabilistic combinatorics, algebraic combinatorics (matroids, polytopes), discrete geometry (Erdős-Szekeres theorem, graph drawing, crossing numbers, Koebe's theorem, Whitney's theorem, intersection graphs, chi-boundedness), structural graph theory (tree decomposition and tree width).</i></p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	<p>Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.</p> <p><i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i></p>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	<p>Vorlesungen, Übungen</p> <p><i>Lectures, tutorials</i></p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	<p>M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	<p>Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten</p> <p><i>Offered alternately with other specialisation modules</i></p>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Module „Diskrete Mathematik I“ / <i>Module „Discrete Mathematics I“</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h

<b>Students workload</b>	<i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen</b> <i>Nongraded learning assignments</i>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b> <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Torsten Mütze
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Nummer / Number</b>	MScTMath MV43
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Mathematische Modellierung und Programmierung / <i>Mathematical Modeling and Programming</i></b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</i></b>	<p>Studierende</p> <p>... verfügen über ein umfangreiches Portfolio an Modellklassen mit vielen Beispielen aus unterschiedlichen Anwendungen,</p> <p>... besitzen die Fähigkeiten, eine konkrete Frage aus den angewandten Wissenschaften (Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwesen, Wirtschaft, ...) in ein wohldefiniertes mathematisches Modell zu formulieren,</p> <p>... sind selbständig in der Lage, Algorithmen zur Approximation einer Lösung des Modells zu implementieren,</p> <p>... können die Limitierung des Modells benennen und Strategien zur Validierung des Modells entwickeln.</p> <p>Students</p> <p>... have a substantial portfolio of model classes with numerous examples from various applications,</p> <p>... possess the skills to formulate a specific question from the applied sciences (physics, chemistry, biology, engineering, economics, ...) into a well-defined mathematical model,</p> <p>... are independently capable of implementing algorithms to approximate a solution of the model,</p> <p>... can identify the limitations of the model and develop strategies for model validation.</p>
<b>Lehrveranstaltungsarten <i>Types of Courses</i></b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	<p>Es werden diskrete und kontinuierliche, deterministische und stochastische Modelle behandelt, ihre Analyse durchgeführt und numerische Methoden zur Approximation der Lösung erlernt. Betrachtet werden u.a. funktionale Zusammenhänge, Wachstums-, Diffusions-, Reaktions-Diffusions-Prozesse, Pandemieausbreitung, Populationsdynamiken und Signaltransduktion. Die Theorie der dynamischen Systeme und der Reaktions-Diffusions-Gleichungen wird erlernt. Numerische Algorithmen (iterative Methoden, expliziter, impliziter Euler, (Gauß-)Newton Methode, Methode kleinster Quadrate, Gittergenerierung, Finite Differenzen) werden in Octave/Matlab/deal.ii implementiert.</p> <p><i>Discrete and continuous, deterministic and stochastic models and their analysis are addressed, and numerical methods for approximating their solution are learned. Considered are, among others, functional relationships, growth, diffusion and reaction-diffusion processes, pandemic spread, population dynamics, and signal transduction. The theory of dynamic and reaction-diffusion systems is covered. Numerical algorithms (iterative methods, explicit, implicit Euler, (Gauss-)Newton method, method of least squares, grid generation, finite differences) are implemented in Octave/Matlab/deal.ii.</i></p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i></b>	<p>Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.</p> <p><i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i></p>
<b>Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i></b>	<p>Vorlesungen, Übungen, Programmierung</p> <p><i>Lectures, tutorials, programming</i></p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i></b>	<p>B.Sc. Mathematik / <i>B.Sc. Mathematics</i></p> <p>B.Sc. Technomathematik / <i>B.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i></p> <p>M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i></p>
<b>Dauer des Moduls <i>Duration</i></b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls <i>Frequency</i></b>	<p>Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten</p> <p><i>Offered alternately with other specialisation modules</i></p>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul <i>Recommended skills</i></b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in Matlab/Octave</p> <p><i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in Matlab/Octave</i></p>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i></b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i></b>	<p>Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h</p> <p><i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i></p>
<b>Studienleistungen <i>Nongraded learning assignments</i></b>	<p>Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt</p> <p><i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i></p>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i></b>	<p>Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen</p> <p><i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i></p>



<b>Prüfungsleistung</b> <i>Examination</i>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. Die Prüfungen werde studiengangspezifisch (Bachelor bzw. Master) durchgeführt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module. The examination is adapted to the degree program (Bachelor or Master).</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit</b> <i>Teaching unit</i>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Nummer / Number</b>	MScTMath MV44
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Modellierung und Simulation in der Kontinuumsmechanik / Modeling and Simulation in Continuum Mechanics</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... kennen grundlegende partielle Differentialgleichungen der Kontinuumsmechanik (Elastizität und Strömungsgleichungen) und ihre Herleitung (Massen-, Impuls- und Energieerhaltung), ... sind mit Finite-Elemente-Methoden zur gezielten, problemorientierten Lösung und Analyse dieser Modelle vertraut, ... sind selbständig in der Lage Finite-Elemente-Methoden für Elastizitäts- und Strömungsprobleme in Computerprogramme umzusetzen. <i>Students</i> ... know basic partial differential equations of continuum mechanics (elasticity and flow equations) and their constitutive derivation, (conservation of mass, momentum and energy), ... are familiar with finite element methods for the problem-oriented solution and analysis of these models, ... are able to independently implement finite element methods for elasticity and flow problems in computer programs.
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Diskussion der mathematischen Modelle der Kontinuumsmechanik, insbesondere deren Herleitung aus den grundlegenden physikalischen Postulaten unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Annahmen, grundlegende Beschreibung elastischer Strukturen und fließender Medien (Elastizitäts-, Stokes-, Navier-Stokes, Darcy-, Euler-Gleichungen), variationelle numerische Näherungsverfahren (Galerkin-Verfahren), konforme, nicht-konforme und gemischte Ansätze, Konvergenzanalyse, Schur-Komplement-Verfahren, Stabilisierung. <i>Discussion of the mathematical models of continuum mechanics, in particular their derivation from the basic physical postulates with special consideration of the assumptions used, basic description of elastic structures and flowing media (elasticity, Stokes, Navier-Stokes, Darcy, Euler equations), variational numerical approximation methods (Galerkin method), conformal, non-conformal and mixed approaches, convergence analysis, Schur complement method, stabilization.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen, Programmierung <i>Lectures, tutorials, programming</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in C++, Finite-Elemente-Methoden <i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in C++, Finite element methods</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>

<b>Modulverantwortliche/r</b> <i>Responsible coordinator</i>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls</b> <i>Lecturers</i>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Cmsol <i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Cmsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>

<b>Numer / Number</b>	MScTMath MV45
<b>Modulname / Module title</b>	<b>Wissenschaftliches Rechnen / Scientific Computing</b>
<b>Art des Moduls / Module type</b>	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational Outcomes, competencies, qualification objectives</b>	Studierende ... vertiefen ihre Kenntnisse zur numerischen Behandlung und eigenständiger Lösung partieller Differentialgleichungen, ... lernen den Umgang mit Softwarepaketen, ... lernen strukturierte Programmierung kennen, ... können Finite-Elemente-Programme erweitern, ... lernen die Stabilität und die zu erwartende Genauigkeit ihres implementierten Verfahrens zu beurteilen. <i>Students</i> ... <i>deepen their knowledge of the numerical treatment and independent solution of partial differential equations,</i> ... <i>learn how to use software packages,</i> ... <i>become familiar with structured programming,</i> ... <i>can expand finite element programs,</i> ... <i>learn to assess the stability and expected accuracy of their implemented method.</i>
<b>Lehrveranstaltungsarten Types of Courses</b>	VL 4 SWS + Ü 2 SWS
<b>Lehrinhalte / Contents</b>	Gitterkonstruktion, Schleife über die Zellen, Ausgabe des Gitters, adaptive Verfeinerung, Nummerierung der Freiheitsgrade, Muster der schwach besetzten Matrizen, Assemblierung, Implementierung der rechten Seite und der Randbedingungen, Vorlagen für Helmholtz- Wärmeleitungsgleichung, Stokes-Strömung und Elastizität. <i>Creating meshes, loop over cells, output mesh, adaptive refinement, enumerating degrees of freedom, sparsity pattern, assembling, implementing the right hand side and the boundary conditions, templates for Helmholtz equation, heat equation, Stokes flow and elasticity.</i>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen Course titles</b>	Die diesem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen werden jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. <i>The courses of this module will be announced every semester in the course catalogue.</i>
<b>Lehr- und Lernformen Teaching methods</b>	Vorlesungen, Übungen, Programmierung, Projektarbeit <i>Lectures, tutorials, programming, project work</i>
<b>Verwendbarkeit des Moduls Applicability</b>	M.Sc. Mathematics / <i>M.Sc. Mathematics</i> M.Sc. Technomathematik / <i>M.Sc. Industrial and Applied Mathematics</i>
<b>Dauer des Moduls Duration</b>	Ein Semester / <i>one semester</i>
<b>Häufigkeit des Moduls Frequency</b>	Wird im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen angeboten <i>Offered alternately with other specialisation modules</i>
<b>Sprache / Language</b>	Englisch / <i>English</i>
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Recommended skills</b>	Grundlegende Kenntnisse in Analysis, Numerik und Programmierung in C++, Finite-Elemente-Methoden <i>Basic knowledge in analysis, numerics and programming in C++, Finite element methods</i>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul Prerequisites for participation</b>	Keine / <i>none</i>
<b>Studentischer Arbeitsaufwand Students workload</b>	Präsenzstudium 90h, Selbststudium 210h, Gesamt 300h <i>Contact hours 90h, self-studies 210h, total 300h</i>
<b>Studienleistungen Nongraded learning assignments</b>	Bearbeitung von Aufgaben auf Übungsblättern oder in Testaten, ggf. Projektarbeit und Seminarvortrag; die genaue Form und das genaue Kriterium werden vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt <i>Solving of exercises on exercise sheets or in tests, possibly project work and seminar lecture; the precise form and the precise criterion will be announced by the lecturer at the beginning of the module</i>
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Studienleistungen <i>Successful completion of the nongraded learning assignments</i>
<b>Prüfungsleistung Examination</b>	Klausur (90-180min) oder mündliche Prüfung (25-40min); die Form der Prüfung wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls festgelegt. <i>Written (90-180min) or oral (25-40min) examination; the form of the examination is decided by the lecturer at the beginning of the module.</i>
<b>Credits</b>	10 credits
<b>Lehreinheit Teaching unit</b>	Institut für Mathematik <i>Institute of Mathematics</i>
<b>Modulverantwortliche/r Responsible coordinator</b>	Prof. Dr. Elfriede Friedmann
<b>Lehrende des Moduls Lecturers</b>	Alle Dozenten des Instituts für Mathematik <i>All lecturers of the Institute of Mathematics</i>
<b>Medienformen / Media</b>	Tafel, Beamer, Moodle, Skripte, Übungsblätter, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol

	<i>Blackboard, beamer, Moodle, lecture notes, exercise sheets, Computer, Matlab/Octave, deal.ii, Comsol</i>
<b>Literatur / Literature</b>	Wird vom Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben. <i>Announced by the lecturer at the beginning of the module.</i>