

# Modulkatalog

## der Ordnung der Johann Wolfgang Goethe-Universität für den Bachelor-Master-Studiengang Mathematik

in der Fassung vom 07.12.2015

---

### Anhang 2: Modulbeschreibungen/Bachelor/Pflichtbereich

Folgende Module gehören zum Pflichtbereich des Bachelorstudiums:

| <i>Modulname</i>                                        | <i>Kürzel</i> | <i>Seite</i> |
|---------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Analysis 1                                              | BaM-AN        | 37           |
| Analysis 2                                              | BaM-AN        | 38           |
| Lineare Algebra 1                                       | BaM-LA        | 39           |
| Lineare Algebra 2                                       | BaM-LA        | 40           |
| Modellierung und Rechnerunterstützung in der Mathematik | BaM-CM        | 41           |
| Elementare Stochastik                                   | BaM-ES        | 42           |
| Numerische Mathematik                                   | BaM-NM        | 43           |
| Diskrete Mathematik                                     | BaM-DM        | 44           |
| Höhere Analysis                                         | BaM-HA        | 45           |

Diese Module werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Analysis 1, BaM-AN1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            | Pflicht |          | CP: 9 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Zahlbereiche, Folgen und Reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Taylorsche Formel, spezielle Funktionen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden sind mit grundlegenden mathematischen Denkweisen vertraut (Formalisieren von Aussagen, Beschreiben funktionaler Zusammenhänge, lokales Linearisieren nichtlinearer Abbildungen). Sie beherrschen den Übergang zu Grenzprozessen und sind kompetent im Umgang mit Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit im Eindimensionalen. Sie sind in der Lage, einfache mathematische Probleme selbständig zu lösen. |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | jährlich                                   |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 Semester                                 |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | —                                          |         |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Deutsch                                    |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | LN: Übungsaufgaben, benotete Klausur (bSL) |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | —                                          |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | LN wie beschrieben                         |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | L3M-AN1                                    |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Typ                                        | SWS     | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |         | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Analysis 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                          | 4+2     | *        |       |   |   |   |   | 9  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Analysis 2, BaM-AN2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Pflicht                                     |     | CP: 9    |   |   |    |   |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p>Abstand und inneres Produkt, Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen mehrerer Variabler, Satz über implizite Funktionen, Untermannigfaltigkeiten des <math>R^n</math>, Grundlagen der Maßtheorie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit auch im Mehrdimensionalen und sind damit qualifiziert, den Einsatz der grundlegenden Begriffe Ableitung und Integral in weitergehenden Veranstaltungen (Höhere Analysis, Funktionalanalysis, Numerik, Stochastik, ... ) zu vertiefen. Sie kennen und verstehen die Konzepte der lokalen und globalen Approximation und sind in der Lage, einfache mathematische Probleme selbständig zu lösen.</p> |  |                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | jährlich                                    |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 1 Semester                                  |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Leistungsnachweise aus BaM-AN1              |     |          |   |   |    |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Deutsch                                     |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | LN: Übungsaufgaben                          |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Modulabschlussprüfung: 120-minütige Klausur |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Typ                                         | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                             |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |   |
| Analysis 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                           | 4+2 |          | * |   |    |   |   | 9 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Lineare Algebra 1, BaM-LA1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            | Pflicht |          | CP: 9 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| <p><i>Vorlesung Lineare Algebra</i>: Vektorräume und affine Räume, euklidische Räume, Lineare Abbildungen und Matrizen, Determinanten und Eigenwerte, Lineare (Un)Gleichungen.</p>                                                                                                                                                                                                             |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| <p>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit Vektorräumen, linearen Abbildungen und deren Repräsentation als Matrizen. Sie sind qualifiziert, diese Objekte in weiterführenden Veranstaltungen (Geometrie, Grundlagen der Algebra, Algebra etc.) anzuwenden. Die Studierende verstehen einfache Beweise und haben die Kompetenz erworben, kurze mathematische Argumente aufzuschreiben.</p> |                                            |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | jährlich                                   |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1 Semester                                 |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | —                                          |         |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Deutsch                                    |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LN: Übungsaufgaben, benotete Klausur (bSL) |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | —                                          |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | LN wie beschrieben                         |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | L3M-LA1                                    |         |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Typ                                        | SWS     | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |         | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Lineare Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                          | 4 + 2   | *        |       |   |   |   |   | 9  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|----------|--------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Lineare Algebra 2, BaM-LA2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             | Pflicht |          | CP: 10 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| <p><i>Vorlesung Geometrie</i>: Isometrien und Bewegungen, euklidische Vektorräume, affine und projektive Geometrie, Kegelschnitte.</p> <p><i>Vorlesung Grundlagen der Algebra</i>: Gruppen, Homomorphiesätze, Quotienten, Gruppenoperationen, Ringe, Ideale, faktorielle Ringe, euklidische Ringe, Ideale, endliche Körper.</p>                                                    |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Die Studierende sind kompetent im Umgang mit einfachen algebraischen Strukturen (z.B. Gruppen und Ringe). Sie haben die grundlegenden Kenntnisse in euklidischer und nicht euklidischer Geometrie erworben. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in weiterführenden Veranstaltungen (Algebra, kommutative Algebra, Grundlagen der Algebraischen Zahlentheorie, etc.) anzuwenden. |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | jährlich                                    |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1 Semester                                  |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Leistungsnachweise aus BaM-LA1              |         |          |        |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Deutsch                                     |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LN: Übungsaufgaben                          |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Modulabschlussprüfung: 120-minütige Klausur |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | L3M-LA2                                     |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Typ                                         | SWS     | Semester |        |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |         | 1        | 2      | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                           | 2 + 1   |          | *      |   |   |   |   | 5  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Grundlagen der Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Vorlesung + Übung                           | 2 + 1   |          | *      |   |   |   |   | 5  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---|---|---|--------|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Modellierung u. Rechnerunterst. i. d. Math., BaM-CM</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         | Pflicht |          |   |   |   | CP: 12 |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
| <p><i>Vorlesung Einführung in die computerorientierte Mathematik</i>: allgemeine mathematische Grundlagen zu Studienbeginn, Grundlagen symbolischen und numerischen Rechnens, einfache mathematische Algorithmen, Softwaresysteme Maple bzw. Sage und Anwendungen, Textverarbeitung mit LaTeX, einfache Modellierung und ihre computergerechte Umsetzung.</p> <p><i>Proseminar</i>: Themenangebote aus verschiedenen Teilbereichen der Mathematik, z.B. aus Analysis, linearer Algebra, Geometrie, Stochastik, diskreten Strukturen, Modellierung, Visualisierung</p> |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Die Studierenden beherrschen die Grundlagen computerorientierter Methoden und Herangehensweisen. Sie haben ein Verständnis für algorithmisches Handeln und verfügen über erste Erfahrungen in der Modellierung von Problemen. Sie sind in der Lage, Hilfsmittel zur Visualisierung einfacher mathematischer Zusammenhänge anzuwenden und können kleinere Projekte („Miniprojekte“) behandeln und darstellen.                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jährlich                                                                                                                                                                                                                |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 Semester                                                                                                                                                                                                              |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | für das Proseminar: bestandene Klausuren zu <i>Analysis 1</i> und <i>Lineare Algebra</i> , LN aus <i>Einführung in die computerorientierte Mathematik</i>                                                               |         |          |   |   |   |        |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Deutsch                                                                                                                                                                                                                 |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LN zur <i>Einführung in die computerorientierte Mathematik</i> : Übungsaufgaben, Miniprojekte, ggf. Quiz-Leistungsnachweise, unbenotete Klausur<br>LN zum Proseminar: Vortrag und schriftliche Ausarbeitung (unbenotet) |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | –                                                                                                                                                                                                                       |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LN wie beschrieben                                                                                                                                                                                                      |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | L3M-ESC                                                                                                                                                                                                                 |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Typ                                                                                                                                                                                                                     | SWS     | Semester |   |   |   | CP     |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |         | 1        | 2 | 3 | 4 | 5      | 6 |   |
| Einführung in die computerorientierte Mathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                       | 4+2     | *        |   |   |   |        |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                         |         |          |   |   |   |        |   |   |
| Proseminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Proseminar                                                                                                                                                                                                              | 2       |          | * |   |   |        |   | 3 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                   |     |          |   |   |    |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Elementare Stochastik, BaM-ES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Pflicht                                                                           |     | CP: 9    |   |   |    |   |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p>Verteilungen, Ereignisse, Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungen, mehrstufige Experimente, Markov-Ketten; Elemente der Statistik und der Informationstheorie.</p> |  |                                                                                   |     |          |   |   |    |   |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden gehen auf elementarem Niveau mit den Begriffen der Stochastik kompetent um. Sie kennen typische Anwendungen der Stochastik und haben erste Erfahrungen mit der stochastischen Modellierung.</p>                                                        |  |                                                                                   |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | jährlich                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | 1 Semester                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus Analysis 1 und Linearer Algebra                     |     |          |   |   |    |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Deutsch oder Englisch                                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | LN: Übungsaufgaben                                                                |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                             |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung                                       |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | als Teilmodul von L3M-ESC;<br>Bachelor Informatik B-AW-ES (Angewandte Mathematik) |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Typ                                                                               | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                   |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |   |
| Elementare Stochastik                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Vorlesung + Übung                                                                 | 4+2 |          | * |   |    |   |   | 9 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|----------|--------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Numerische Mathematik, BaM-NM</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         | Pflicht |          | CP: 11 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
| <p><i>Vorlesung Numerische Mathematik</i>: Approximation, Interpolation, Numerische Integration und Differentiation, Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungen, Bestimmung von Eigenwerten, Ausgleichsrechnung</p> <p><i>Kurs Mathematisches Programmieren</i>: Sprachelemente, Graphik und Visualisierung, Tools, Programmieren (in Scilab oder Matlab)</p>                         |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden machen sich mit der Problematik des numerischen Rechnens vertraut. Sie lernen Approximationstechniken einzuschätzen und zu verwenden. Sie lernen Standardalgorithmen der numerischen Mathematik kennen und können die Effizienz und Stabilität bestimmen. Außerdem sammeln sie erste Erfahrungen bei der Umsetzung von numerischen Verfahren durch ihre Programmierung. |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jährlich                                                |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 Semester                                              |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BaM-AN1, BaM-LA1                                        |         |          |        |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Deutsch                                                 |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LN: Übungsaufgaben                                      |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur              |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung             |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bachelor Informatik B-AW-NM (Anwendungsfach Mathematik) |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Typ                                                     | SWS     | Semester |        |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |         | 1        | 2      | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Numerische Mathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vorlesung + Übung                                       | 4+2     |          |        | * |   |   |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                         |         |          |        |   |   |   |   |    |
| Kurs Mathematisches Programmieren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vorsemerkurs                                            |         |          |        | * |   |   |   | 2  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                 |         |          |       |   |   |    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Diskrete Mathematik, BaM-DM</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                 | Pflicht |          | CP: 9 |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                 |         |          |       |   |   |    |   |   |
| <p>Grundlegende Modelle und Konzepte der diskreten Mathematik: Kombinatorik, Graphentheorie, modulare Arithmetik, diskrete Aspekte der elementaren Zahlentheorie und ihrer Anwendungen, RSA-Codierschema, Codierungstheorie, diskrete geometrische Strukturen, algorithmische Aspekte</p> |                                                                                                                                                                                                 |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                 |         |          |       |   |   |    |   |   |
| <p>Die Studierenden beherrschen die Grundmodelle der diskreten Mathematik. Sie haben ein Verständnis für endliche Strukturen und algorithmische Herangehensweisen und kennen einige Grundalgorithmen der diskreten Mathematik.</p>                                                        |                                                                                                                                                                                                 |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                       | jährlich                                                                                                                                                                                        |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1 Semester                                                                                                                                                                                      |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                 | bestandene Klausuren zu Analysis 1 und Linearer Algebra, Leistungsnachweis zur Einführung in die computerorientierte Mathematik. Empfohlen: Mathematik-Veranstaltungen des ersten Studienjahres |         |          |       |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                         | Deutsch                                                                                                                                                                                         |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                       | LN: Übungsaufgaben, ggf. Quiz                                                                                                                                                                   |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur                                                                                                                                                      |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                   | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                     |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                       | Bachelor Informatik B-AW-DM (Anwendungsfach Mathematik), Lehramt Mathematik L3M-ME (Lehrveranstaltung nach Wahl)                                                                                |         |          |       |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                       | Typ                                                                                                                                                                                             | SWS     | Semester |       |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                 |         | 1        | 2     | 3 | 4 | 5  | 6 |   |
| Diskrete Mathematik                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                               | 4+2     |          |       |   | * |    |   | 9 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|--------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Höhere Analysis, BaM-HA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                        | Pflicht |          | CP: 10 |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| <i>Vorlesung Integrationstheorie</i> : Lebesgueintegral, $L^p$ -Räume, Gaußscher Integralsatz, Integration auf Mannigfaltigkeiten                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| <i>Vorlesung Funktionentheorie und gewöhnliche Differentialgleichungen</i> : Funktionen einer komplexen Variablen, Cauchyscher Integralsatz, Residuensatz, Grundlagen der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben Kenntnisse in Integrationstheorie, speziell in mehreren Variablen, erworben und können diese auf analytische Probleme anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis des Funktionsbegriffs, insbesondere in einer komplexen Variablen, erlangt und können die Lösungsmenge einfacher Klassen gewöhnlicher Differentialgleichungen charakterisieren. |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | jährlich                                                                                                                                                                               |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1 Semester                                                                                                                                                                             |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | BaM-AN1, BaM-LA1                                                                                                                                                                       |         |          |        |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Deutsch                                                                                                                                                                                |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                     |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur. In Ausnahmefällen kann (auf Antrag an den Prüfungsausschuss) die Modulprüfung auch kumulativ für die beiden LV des Moduls abgelegt werden. |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung                                                                                                                                            |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bachelor Informatik B-AW-HA (Anwendungsfach Mathematik)                                                                                                                                |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Typ                                                                                                                                                                                    | SWS     | Semester |        |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |         | 1        | 2      | 3 | 4 | 5  | 6 |   |
| Integrationstheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vorlesung                                                                                                                                                                              | 2+1     |          |        | * |   |    |   | 5 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                        |         |          |        |   |   |    |   |   |
| Funktionentheorie und gewöhnliche Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung                                                                                                                                                                              | 2+1     |          |        | * |   |    |   | 5 |

## Anhang 3: Modulbeschreibungen/Bachelor/Vertiefungsbereich

Auf den folgenden Seiten werden die Wahlpflichtmodule im Vertiefungsbereich des Bachelorstudiums beschrieben. Jedes Wahlpflichtmodul besteht aus mindestens einer Lehrveranstaltung des Typs „Vorlesung + Übung“ und kann auch ein Seminar enthalten. Damit ergeben sich die *Modulformate*  $g$ ,  $k$ ,  $gk$ ,  $gs$ ,  $ks$ ,  $gks$ , ... , mit den Abkürzungen

$g$  ... große Vorlesung (4 SWS ) + Übung (2 SWS)

$k$  ... kleine Vorlesung (2 SWS ) + Übung (1 SWS)

$s$  ... Seminar (2 SWS).

Jedes Wahlpflichtmodul ist Teil eines der folgenden Gebiete:

| <i>Gebiet</i>                                  | <i>Kürzel</i>    | <i>Seite</i> |
|------------------------------------------------|------------------|--------------|
| Algebra und Zahlentheorie                      | BaM-Alg, BaM-ZT  | 47, 50       |
| Topologie                                      | BaM-TOP          | 53           |
| Differentialgeometrie                          | BaM-DG           | 55           |
| Funktionalanalysis                             | BaM-FA           | 57           |
| Partielle Differentialgleichungen              | BaM-PDGL         | 59           |
| Differentialgleichungen und Dynamische Systeme | BaM-DGDS         | 61           |
| Numerik                                        | BaM-NUM          | 63           |
| Numerische Finanzmathematik                    | BaM-NFM          | 65           |
| Diskrete und Algorithmische Mathematik         | BaM-DAM, BaM-KOM | 67, 69       |
| Stochastik                                     | BaM-STO          | 70           |
| Statistik                                      | BaM-STA          | 72           |
| Zeitdiskrete Finanzmathematik                  | BaM-DF           | 74           |
| Stochastische Analysis mit Finanzmathematik    | BaM-SAN          | 75           |

Zusätzlich gehören folgende Module zum Vertiefungsbereich des Bachelorstudiums:

- Allgemeine berufsvorbereitende Veranstaltungen (Seite 76)
- Abschlussmodul (Seite 76)

In den einzelnen Gebieten werden „Elementarmodule“ typischerweise in den Formaten  $gs$  oder  $k$  beschrieben, vereinzelt auch in den Formaten  $ks$  oder  $gks$ . In Fußnoten wird beschrieben, wie das jeweilige Spezialisierungsgebiet ausgestaltet werden kann. Grundsätzlich werden innerhalb der Formate  $gs$  und  $ks$  beschriebenen Lehrveranstaltungen des Typs „Vorlesung + Übung“ auch als Module des Formats  $g$  bzw.  $k$  angeboten, um die Flexibilität im Wahlpflichtbereich zu erhöhen.

In der zum Ende des 3. Studiensemesters stattfindenden Orientierungsveranstaltung wird das für die darauffolgenden drei Semester geplante Lehrveranstaltungs- und Modulangebot des Bachelor-Vertiefungsbereichs vorgestellt. Dieser Katalog wird im Netz auf den Informationsseiten zu Studium und Lehre veröffentlicht. Dasselbe gilt für nachträgliche Modifikationen der Planung wie z.B. nachträglich in das Angebot aufgenommenen Lehrveranstaltungen.

Die Studierenden können sich im Rahmen der Vorgaben zwischen den angebotenen Modulformaten entscheiden. Bei Modulen, die ein Seminar enthalten (Format ...  $s$ ), ist im Seminar eine Prüfungsleistung als Teil einer kumulativen Modulprüfung zu erbringen.

Den Studierenden wird dringend empfohlen, an der Orientierungsveranstaltung teilzunehmen und ihre Planungen frühzeitig mit den Dozentinnen und Dozenten der betreffenden Lehrveranstaltungen abzustimmen. Damit wird ein guter Kompromiss zwischen einer freien Gestaltung des Studiums und der Planbarkeit – auch in Hinblick auf die Reduktion der Prüfungslast – erreicht.

Die Verwendbarkeit der jeweiligen Module in anderen Studiengängen ergibt sich aus den Ordnungen der entsprechenden Fachbereiche, jeweils in der aktuell gültigen Fassung.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |       |             |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|----|
| Modulbezeichnung: <b>Algebra, BaM-Alg-g</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht                                                                                                                                                                             |                                                                                   | CP: 9 |             |    |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Algebra</i>: Noethersche Ringe, faktorielle Ringe, Hauptidealringe, Moduln, Moduln über Hauptidealringe, ganzer Abschluss, Körpererweiterungen, Galoistheorie.</p>                                                          |                                                                                   |       |             |    |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte der Algebra und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse in Algebra erlauben den Besuch von weiterführenden Veranstaltungen im Bereich der Algebra und Zahlentheorie.</p> |                                                                                   |       |             |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                              | jährlich                                                                          |       |             |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                | 1 Semester                                                                        |       |             |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                        | BaM-LA1, BaM-LA2                                                                  |       |             |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                | Deutsch oder Englisch                                                             |       |             |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                              | LN: Übungsaufgaben                                                                |       |             |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                       | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung. |       |             |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                          | bestandene Modulprüfung                                                           |       |             |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                              | Typ                                                                               | SWS   | Semester    | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |       | 1 2 3 4 5 6 |    |
| Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                 | 4+2   | * * *       | 9  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----|---|---|
| Modulbez.: <b>Algebra, BaM-Alg-ks</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>                                                                                                                           | Wahlpflicht | CP: 9       |    |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Kommutative Algebra</i>: Algebren, Hilbertscher Basis-Satz, Noether-Normalisierung, Hilbertscher Nullstellensatz, Varietäten und ihre Morphismen.</p> <p><i>Funktionenkörper</i>: Transzendente Körpererweiterungen, Funktionenkörper, Bewertungen, Divisoren, Differentiale, Riemann-Roch, Erweiterungen von Funktionenkörpern, Riemann-Hurwitz Formel, Komplettierungen, Zeta-Funktion, Hasse-Weil Schranke, geometrische Goppa Codes.</p> <p><i>Wurzelsysteme</i>: Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkindiagramme, Klassifikation.</p> |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte in einem Spezialisierungsgebiet im Bereich der Algebra und Zahlentheorie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weiterführende Vertiefung in diesem Gebiet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | jährlich                                                                                                                                                           |             |             |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 Semester                                                                                                                                                         |             |             |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | BaM-LA1, BaM-LA2, Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> , siehe Seite 47                                                              |             |             |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                              |             |             |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                 |             |             |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |             |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                            |             |             |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Typ                                                                                                                                                                | SWS         | Semester    | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |             | 1 2 3 4 5 6 |    |   |   |
| Kommutative Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 2+1         |             | *  | * | 5 |
| oder Funktionenkörper                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 2+1         |             | *  | * | 5 |
| oder Wurzelsysteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 2+1         |             | *  | * | 5 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Seminar                                                                                                                                                            | 2           |             | *  | * | 4 |

Eine Spezialisierung in *Algebra* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung *Algebra*, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                           |        |             |    |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|----|---|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Algebra, BaM-Alg-gs</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht                                                                                                                               |                                                                                                                                                                           | CP: 13 |             |    |   |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :<br><br><i>Klassische algebraische Geometrie</i> : Varietäten über algebraisch abgeschlossenen Körpern, ihre Morphismen und Eigenschaften.                                                  |                                                                                                                                                                           |        |             |    |   |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br><br>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit zentralen Konzepten der Zahlentheorie. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden. |                                                                                                                                                                           |        |             |    |   |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                     | Zweijährlich                                                                                                                                                              |        |             |    |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                   | 2 Semester                                                                                                                                                                |        |             |    |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                           | BaM-LA1, BaM-LA2 und Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> , siehe Seite 47. Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Kommutativer Algebra</i> (siehe Seite 48). |        |             |    |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                   | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                     |        |             |    |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                 | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                        |        |             |    |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                          | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar        |        |             |    |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                             | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                   |        |             |    |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                 | Typ                                                                                                                                                                       | SWS    | Semester    | CP |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                           |        | 1 2 3 4 5 6 |    |   |   |   |
| Klassische algebraische Geometrie                                                                                                                                                                                                   | Vorlesung+Übung                                                                                                                                                           | 4+2    |             | *  | * | 9 |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |        |             |    |   |   |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                             | Seminar                                                                                                                                                                   | 2      |             |    | * | * | 4 |

Eine Spezialisierung in *Algebra* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung *Algebra*, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                   |       |          |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|---|---|---|---|----|
| Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-g</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                   | CP: 9 |          |   |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :<br><br><i>Elementare Zahlentheorie</i> : Teilbarkeit, kgV, ggT, Primzahlen, Fundamentalsatz der Arithmetik, zahlentheoretische Funktionen, Kongruenzrechnung, chinesischer Restsatz, Primitivwurzeln, quadratisches Reziprozitätsgesetz, Primzahltests, quadratische Zahlkörper, Kettenbrüche, Pell-Gleichung. |                                                                                   |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte der Algebra und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse in Zahlentheorie erlauben den Besuch von weiterführenden Veranstaltungen im Bereich der Algebra und Zahlentheorie.                                                                         |                                                                                   |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | jährlich                                                                          |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1 Semester                                                                        |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | BaM-LA1, BaM-LA2                                                                  |       |          |   |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Deutsch oder Englisch                                                             |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | LN: Übungsaufgaben                                                                |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                              | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung. |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | bestandene Modulprüfung                                                           |       |          |   |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Typ                                                                               | SWS   | Semester |   |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                   |       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Elementare Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                 | 4+2   |          |   | * |   | * |   | 9  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----|---|---|
| Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-ks</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>                                                                                                                           | Wahlpflicht | CP: 9       |    |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie</i>: Quadratische Zahlkörper, Idealklassengruppe, Einheitsgruppe, <math>p</math>-adische Zahlen, Anwendung auf diophantische Gleichungen, Kryptographie.</p> <p><i>Funktionenkörper</i>: Transzendente Körpererweiterungen, Funktionenkörper, Bewertungen, Divisoren, Differentiale, Riemann-Roch, Erweiterungen von Funktionenkörpern, Riemann-Hurwitz Formel, Komplettierungen, Zeta-Funktion, Hasse-Weil Schranke, geometrische Goppa Codes.</p> |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte in einem Spezialisierungsgebiet im Bereich der Algebra und Zahlentheorie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weiterführende Vertiefung in diesem Gebiet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jährlich                                                                                                                                                           |             |             |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 Semester                                                                                                                                                         |             |             |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | BaM-LA1, BAM-LA2, Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Elementare Zahlentheorie</i> , siehe Seite 50                                             |             |             |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                              |             |             |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                 |             |             |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |             |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                            |             |             |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Typ                                                                                                                                                                | SWS         | Semester    | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |             | 1 2 3 4 5 6 |    |   |   |
| Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 2+1         |             | *  | * | 5 |
| oder Funktionenkörper                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 2+1         |             | *  | * | 5 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                    |             |             |    |   |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Seminar                                                                                                                                                            | 2           |             | *  | * | 4 |

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 50 beschriebenen Lehrveranstaltung *Elementaren Zahlentheorie*, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|---|---|---|---|---|----|
| Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>                                                                                                                           | Wahlpflicht | CP: 13   |   |   |   |   |   |    |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Transzendenztheorie und diophantische Approximation</i>: Mögliche Themen sind Höhen, Siegels Lemma, Sätze von Thue-Siegel-Roth und Anwendungen auf diophantische Gleichungen, Schneider-Lang Theorem, Bakers Satz über Linearformen in Logarithmen sowie Anwendungen, etc.</p> <p><i>Analytische Zahlentheorie</i>: Zetafunktion, analytische Fortsetzung, Primzahlsatz, Dedekindsche Zetafunktion, Klassenzahlformel, etc.</p> |                                                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |   |   |    |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit zentralen Konzepten der Zahlentheorie. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden.</p>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Zweijährlich                                                                                                                                                       |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 Semester                                                                                                                                                         |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kenntnisse in Funktionentheorie, nachzuweisen durch BaM-HA. Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Elementare Zahlentheorie</i> , siehe Seite 50.  |             |          |   |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                              |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                 |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                            |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Typ                                                                                                                                                                | SWS         | Semester |   |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                    |             | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Transzendenztheorie u. dioph. Approx.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung+Übung                                                                                                                                                    | 4+2         |          |   |   |   | * | * | 9  |
| oder Analytische Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vorlesung+Übung                                                                                                                                                    | 4+2         |          |   |   |   | * | * | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |   |   |    |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Seminar                                                                                                                                                            | 2           |          |   |   |   | * | * | 4  |

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 50 beschriebenen Lehrveranstaltung *Elementare Zahlentheorie*, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Topologie, BaM-TOP-gs</b>                                                                                                                                                                   |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                    |     | CP: 13   |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Topologie</i> : Topologische Räume, Kompaktheit, Trennungsaxiome, Wege, Fundamentalgruppen, Überlagerungen, Simpliciale Komplexe, (Ko)Homologie                                                               |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Riemannsche Flächen I</i> : Grundkonzepte von Mannigfaltigkeiten und Überlagerungen, Differentialformen, harmonische Funktionen und Formen, Bilinearrelationen, Uniformisierung, Fuchsche Gruppen, Garben     |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierende sind kompetent im Umgang mit grundlegenden Konzepten der Topologie (z.B. Karten, Homotopie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden. |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                              |  | jährlich                                                                                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                |  | 2 Semester                                                                                                                                                     |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                        |  | Module BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2                                                                                                                      |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                              |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                       |  | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                          |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                              |  | Typ                                                                                                                                                            | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Topologie                                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                              | 4+2 |          |   | * | *  |   |   |
| oder: Riemannsche Flächen I                                                                                                                                                                                      |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                              | 4+2 |          |   | * | *  |   |   |
| UND                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| Seminar Topologie                                                                                                                                                                                                |  | Seminar                                                                                                                                                        | 2   |          |   |   | *  | * |   |

Eine Spezialisierung in *Topologie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 54 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Topologie, BaM-TOP-k</b>                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                  | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| <i>Topologie II</i> : Eine Auswahl der folgenden Themen: Homotopietheorie, Bündel und charakteristische Klassen, Homologische Algebra, Homöomorphismen von Flächen, Knoten.                                                                             |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| <i>Riemannsche Flächen II</i> : Eine Auswahl der folgenden Themen: Garben und deren Kohomologie, spezielle Divisoren, Satz von Riemann-Roch, Weierstraßpunkte, Linearsysteme, Automorphismen, elliptische Funktionen, Theta-Funktionen, Flache Flächen. |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| <i>Abelsche Varietäten</i> : komplexe Tori, Polarisierung, Geradenbündel, Periodenbereiche, Jacobische Varietäten                                                                                                                                       |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit allen zentralen und einigen tieferliegenden Konzepten der Topologie.                                                                                                                                      |                                                                                                                  |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                     | jährlich                                                                                                         |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                       | 1 Semester                                                                                                       |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                               | BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                       | Deutsch oder Englisch                                                                                            |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                     | LN: Übungsaufgaben                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                              | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                 | bestandene Modulprüfung                                                                                          |             |          |       |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                     | Typ                                                                                                              | SWS         | Semester |       |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                  |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5  | 6 |   |
| Topologie II                                                                                                                                                                                                                                            | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1         |          |       |   |   | *  | * | 5 |
| oder Riemannsche Flächen II                                                                                                                                                                                                                             | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1         |          |       |   |   | *  | * | 5 |
| oder Abelsche Varietäten                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1         |          |       |   |   | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Differentialgeometrie, BaM-DG-gs</b>                                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                 |     | CP: 13   |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Elementare Differentialgeometrie</i> : Grundlegende Themen der Differentialgeometrie wie Kurven und Flächen, Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken, Gaußkrümmung, Satz von Gauß-Bonnet                   |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen                                                                                |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben grundlegende Einblicke in eine mathematische Theorie gewonnen, die Methoden der Geometrie und Analysis verwendet und verknüpft.                                                         |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                |  | jährlich                                                                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                              |  | 2 Semester                                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                      |  | BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA                                                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                     |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                                                                                                                                         | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                             |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Analysis auf Mannigfaltigkeiten                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung                                                                                                                                                   | 4+2 |          |   |   | *  | * | * |
| oder Elementare Differentialgeometrie                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung und Übung                                                                                                                                         | 4+2 |          |   |   | *  | * | * |
| oder Riemannsche Geometrie                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung und Übung                                                                                                                                         | 4+2 |          |   |   | *  | * | * |
| UND                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Seminar Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                  |  | Seminar                                                                                                                                                     | 2   |          |   |   | *  | * | * |

Eine Spezialisierung in *Differentialgeometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 56 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 46.

| Modulbezeichnung: <b>Differentialgeometrie, BaM-DG-k</b>                                                                                                                                             |                                                                                                               | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                             |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Geometrische Ungleichungen</i> : Brunn-Minkowski-Ungleichung, Steinersymmetrisierung, Isoperimetrische Ungleichung, Alexandrov-Fenchel-Ungleichung, Blaschke-Santaló-Ungleichung, Mahlervermutung |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Symplektische Geometrie</i> : Symplektische Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Hamiltonsche Systeme, Kontaktmannigfaltigkeiten, Momentenabbildung                                      |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Liegruppen</i> : Liegruppen und Liealgebren, Exponentialabbildung, Klassische Matrixgruppen, Cliffordalgebren und Spingruppen, Kompakte Liegruppen                                                |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Geometrische Maßtheorie</i> : Differentialformen, Ströme, Schnitte von normalen Strömen, rektifizierbare Ströme, Deformationssatz, Federer-Fleming-Kompaktheitssatz, Varifaltigkeiten             |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Minimalflächen</i> : Erste und zweite Variation, Satz von Bernstein, Krümmungsabschätzungen, Plateau Problem                                                                                      |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Geometrische Variationsprobleme</i> : Harmonische Abbildungen, Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Willmore-Flächen                                                                            |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden haben tieferliegende Kenntnisse in einem Gebiet der Differentialgeometrie erworben.                                                                                                 |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                      | jährlich                                                                                                      |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                    | 1 Semester                                                                                                    |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                            | BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA                                                                                      |             |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                    | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                           | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                              | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                  | Typ                                                                                                           | SWS         | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                               |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Geometrische Ungleichungen                                                                                                                                                                           | Vorlesung                                                                                                     | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |
| oder Symplektische Geometrie                                                                                                                                                                         | Vorlesung und Übung                                                                                           | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |
| oder Liegruppen                                                                                                                                                                                      | Vorlesung und Übung                                                                                           | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |
| oder Geometrische Maßtheorie                                                                                                                                                                         | Vorlesung und Übung                                                                                           | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |
| oder Minimalflächen                                                                                                                                                                                  | Vorlesung und Übung                                                                                           | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |
| oder Geometrische Variationsprobleme                                                                                                                                                                 | Vorlesung und Übung                                                                                           | 2+1         |          |       |   | * | * | * | 5  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Funktionalanalysis, BaM-FA-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Wahlpflicht                                                                                                                                            |     | CP: 13   |   |   |    |   |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| <p><i>Lineare Funktionalanalysis</i>: Normierte Räume, Separabilität und Vollständigkeit, Satz von Baire, stetige lineare Operatoren, Hilberträume, Orthonormalsysteme, Adjungierte Operatoren, Satz von Hahn-Banach, Dualität und schwache Konvergenz;<br/> dazu eine Auswahl folgender Themengebiete: Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Bezüge zwischen abstrakten Begriffen und Resultaten der linearen Funktionalanalysis und Anwendungsbeispielen herzustellen. Des Weiteren haben Sie gelernt, analytische Probleme in einen operatortheoretischen Rahmen einzubetten.                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | jährlich/zweijährlich                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 2 Semester                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Module BaM-AN, BaM-LA                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                     |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Typ                                                                                                                                                    | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                        |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |   |
| Lineare Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                      | 4+2 |          |   |   | *  | * |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Seminar zur linearen Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Seminar                                                                                                                                                | 2   |          |   |   |    | * | * | 4 |

Eine Spezialisierung in Funktionalanalysis mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 58 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Funktionalanalysis, BaM-FA-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |   |    |   |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |   |
| <p><i>Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis</i>: Auswahl folgender Themengebiete in Ergänzung zur Vorlesung 'Lineare Funktionalanalysis': Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> <p><i>Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren</i>: Abbildungsgrad von Brouwer, Leray-Schauder-Abbildungsgrad, Fixpunktsätze, Anwendungen auf Randwertprobleme für Differentialgleichungen.</p> <p><i>Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme</i>: Differenzierbarkeitseigenschaften nichtlinearer Operatoren, Gradientenfluss und Deformation von Subniveaumengen, Existenzsätze für kritische Punkte und Anwendungen.</p> <p><i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i>: Banachraumwertige Integrale, dissipative Operatoren, stark stetige Halbgruppen, lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen.</p> |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der linearen und nichtlinearen Funktionalanalysis exemplarisch anzuwenden und Besonderheiten linearer und nichtlinearer Probleme sowohl im operatortheoretischen Rahmen als auch im Rahmen von Anwendungen (z.B. auf Differentialgleichungen) zu erkennen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | jährlich/zweijährlich                                                                                         |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Funktionalanalysis</i> sind dringend empfohlen |     |          |   |   |    |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |   |
| Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * | * | 5 |
| oder Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * | * | 5 |
| oder Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * | * | 5 |
| oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Partielle Differentialgleichungen, BaM-PDGL-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                            |     | CP: 13   |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Lineare Partielle Differentialgleichungen</i> : Darstellungsformeln für Lösungen grundlegender partieller Differentialgleichungen, Greenfunktionen, Sobolevräume, elliptische und parabolische Gleichungen zweiter Ordnung, Existenz und Regularität schwacher Lösungen, Maximumsprinzipien                                  |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden können verschiedene Typen partieller Differentialgleichungen unterscheiden und methodisch einordnen. Dabei ist ihnen die Bedeutung verschiedener Lösungsbegriffe in Theorie und Anwendung bekannt. Ferner können sie grundlegende analytische Methoden auf lineare partielle Differentialgleichungen anwenden. |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | jährlich/zweijährlich                                                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 2 Semester                                                                                                                                                                             |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Module BaM-AN, BaM-LA                                                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                     |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                      |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Lineare partielle Differentialgleichungen; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Typ                                                                                                                                                                                    | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                        |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Lineare partielle Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                      | 4+2 |          |   |   | *  | * |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Seminar zu partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Seminar                                                                                                                                                                                | 2   |          |   |   |    | * | * |

Eine Spezialisierung in *Partielle Differentialgleichungen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 60 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Partielle Differentialgleichungen, BaM-PDGL-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <p><i>Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung</i>: Vollständige Integrale, Charakteristiken, Hamilton-Jacobi-Gleichungen, hyperbolische Erhaltungsgleichungen.</p> <p><i>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung</i>: nichtlineare Randwertprobleme, variationelle und topologische Methoden, Regularität schwacher Lösungen.</p> |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden können exemplarische Lösungsmethoden für nichtlineare partiellen Differentialgleichungen anwenden. Sie haben Kenntnisse über nichtlineare Phänomene und deren analytische Herleitung im Rahmen partieller Differentialgleichungen erworben.                                                                                                                   |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | jährlich/zweijährlich                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1 Semester                                                                                                    |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Partielle DGLen'</i> sind dringend empfohlen   |             |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Typ                                                                                                           | SWS         | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                               |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Nichtlineare partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   |   | * | * | 5  |
| oder Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   |   | * | * | 5  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|--------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>DGLen und Dynamische Systeme, BaM-DGDS-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                                      |     |          |   | CP: 13 |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
| <p><i>Differentialgleichungen/Differential Equations</i>: Begrifflichkeiten, Reduktion auf Systeme erster Ordnung, explizite Lösungen spezieller Klassen, lineare Systeme, Matrix-Exponential, Existenz- und Eindeutigkeitssatz, Existenzsatz von Peano, maximale Lösung von Anfangswertproblemen, allgemeine Lösung, stetige Abhängigkeit von Anfangswerten und Parametern, Stabilität, Rand- und Eigenwertaufgaben, Lyapunov-Funktionen</p> |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
| Die Studierenden erhalten einen Einblick in Methoden zur expliziten Lösung verschiedener Klassen von Differentialgleichungen. Sie lernen die grundlegenden Begriffe und Ergebnisse der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen kennen und beherrschen sicher die Charakterisierung der Stabilitätseigenschaften linearer autonomer Differentialgleichungen durch das Spektrum.                                                       |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | jährlich bis zweijährlich                                                                                                                                                                        |     |          |   |        |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | ein Semester                                                                                                                                                                                     |     |          |   |        |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2, BaM-HA                                                                                                                                                       |     |          |   |        |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                            |     |          |   |        |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                               |     |          |   |        |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Differentialgleichungen/Differential Equations; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |        |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                          |     |          |   |        |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Typ                                                                                                                                                                                              | SWS | Semester |   |        |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                  |     | 1        | 2 | 3      | 4 | 5  | 6 |
| Differentialgleichungen/Differential Equations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                | 4+2 |          |   |        | * |    | * |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Seminar                                                                                                                                                                                          | 2   |          |   |        |   |    | * |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                  |     |          |   |        |   |    | 4 |

Eine Spezialisierung in *Differentialgleichungen und Dynamische Systeme* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 59 beschriebenen Lehrveranstaltung *Lineare partielle Differentialgleichungen*, 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 62 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|-------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>DGLen und Dynamische Systeme, BaM-DGDS-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     |          |   | CP: 5 |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| <i>Dynamische Systeme</i> : Invariante Mengen, Konjugation, wandernde und nicht-wandernde Punkte, $\omega$ -Grenzmengen, Attraktoren, absorbierende und attrahierende Mengen, Stabilität, Lyapunov-Funktionen, invariante Maße, Linearisierung, Multiplikativer Ergodensatz, Lyapunov-Exponenten                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| <i>Nichtautonome Dynamik/Non-Autonomous Dynamics</i> : Schiefproduktflüsse, Prozesse, Pullback- und Vorwärtskonvergenz, Attraktoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| <i>Bifurkationstheorie/Bifurcation Theory</i> : Konzepte; lokale Bifurkationen: Sattel-Knoten, transkritische, Pitchfork, Hopf, Periodenverdopplung; globale Bifurkationen, homokline und heterokline Orbits                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| Die Studierenden haben Verständnis für lokale und globale Stabilitätseigenschaften von Gleichgewichtslösungen entwickelt und erhalten Einblicke in die qualitative Herangehensweise an durch Differentialgleichungen beschriebene Entwicklungsgesetze. Sie haben theoretische Methoden für die Untersuchung und Klassifizierung invarianter Objekte – Fixpunkte, periodische Orbits, kompakte invariante Mengen, Attraktoren, invariante Maße – kennengelernt und ein Verständnis für lokale und globale Stabilitätseigenschaften invarianter Objekte in dynamischen Systemen entwickelt. |  |                                                                                                               |     |          |   |       |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | jährlich bis zweijährlich                                                                                     |     |          |   |       |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | zwei Semester                                                                                                 |     |          |   |       |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2, BaM-HA                                                                    |     |          |   |       |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |       |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |       |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |       |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |       |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   |       |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3     | 4 | 5  | 6 |
| Dynamische Systeme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung mit Übung                                                                                           | 2+1 |          |   |       |   | *  |   |
| oder Nichtautonome Dynamik/Non-Autonomous Dynamics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung mit Übung                                                                                           | 2+1 |          |   |       |   |    | * |
| oder Bifurkationstheorie/Bifurcation Theory                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung mit Übung                                                                                           | 2+1 |          |   |       |   |    | * |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|--------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Numerik, BaM-NUM-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             | Wahlpflicht |          | CP: 13 |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
| <p><i>Numerik von Differentialgleichungen</i>: Numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. Ein- und Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta-Methoden, Steifigkeit und Stabilität, linear implizite Methoden, Randwertprobleme). Ausblick auf numerische Lösungsverfahren für partielle Differentialgleichungen.</p> <p><i>Optimierung und inverse Probleme</i>: Numerische Lösungsverfahren zur Behandlung unrestringierter Optimierungs- und Identifikationsprobleme (z.B. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, globalisierte Verfahren, Ausgleichsprobleme). Ausblick auf die restringierte Optimierung (z.B. Lineare Optimierung, Optimalitätsbedingungen, numerische Verfahren für nichtlineare restringierte Probleme) oder globale Optimierungsprobleme.</p> <p><i>Numerische Dynamik</i>: Durch gewöhnliche Differentialgleichungen erzeugte dynamische Systeme, Theorie zeitkontinuierlicher Systeme und deren Verhalten, durch numerische Verfahren erzeugte zeitdiskrete Systeme, Wirkung von Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren auf Attraktoren, Sattelpunkte und Hamiltonsche Systeme.</p> |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | jährlich                                                                                                                                                    |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 Semester                                                                                                                                                  |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | BaM-NM                                                                                                                                                      |             |          |        |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Typ                                                                                                                                                         | SWS         | Semester |        |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                             |             | 1        | 2      | 3 | 4 | 5  | 6 |   |
| Numerik von Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |        |   | * | *  |   | 9 |
| oder Optimierung und inverse Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |        |   | * | *  |   | 9 |
| oder Numerische Dynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |        |   | * | *  |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |   |   |
| Seminar zur Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Seminar                                                                                                                                                     | 2           |          |        |   | * | *  | * | 4 |

Eine Spezialisierung in Numerik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 64 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Numerik, BaM-NUM-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                               | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i> : Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite-Differenzen-, Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren, Linienmethoden).                                                                                                                                                      |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme</i> : Fortgeschrittene Themen der Optimierung und der inversen Probleme (z.B. restringierte Optimierung, Regularisierung schlecht-gestellter inverser Probleme oder inverse Probleme partieller Differentialgleichungen).                                                                           |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Stochastische Numerik</i> : Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.                                                                                                                                                   |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Quadraturverfahren</i> : Eindimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren; Mehrdimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren, Dünngitterverfahren; Quadratur-Algorithmen: Fehlerschätzung, adaptive Verfeinerung; |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Monte Carlo-Methoden</i> : Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.                                                     |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden lernen fortgeschrittene und forschungsnahe numerische Konzepte kennen. Sie lernen, fortgeschrittene numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.                                                                                         |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jährlich                                                                                                      |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 Semester                                                                                                    |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BaM-N                                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                               | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Typ                                                                                                           | SWS         | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Numerik partieller Differentialgl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Stochastische Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Quadraturverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Monte-Carlo-Verfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Numerische Finanzmathematik, BaM-NFM-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Wahlpflicht                                                                                                                                                 | CP: 13 |          |   |   |   |   |   |    |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Computational Finance</i>: Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.</p>                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |   |   |    |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen unterschiedliche grundlegende numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erhalten erste Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz dieser Verfahren. Im Vordergrund steht außerdem die Anwendung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen auf dem Computer.</p> |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | zweijährlich                                                                                                                                                |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 Semester                                                                                                                                                  |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | BaM-N, BaM-ES                                                                                                                                               |        |          |   |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 45-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Typ                                                                                                                                                         | SWS    | Semester |   |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |        | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Computational Finance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    |          |   |   | * |   |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |   |   |    |
| Seminar Numerische Finanzmath.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Seminar                                                                                                                                                     | 2      |          |   |   |   | * |   | 4  |

Eine Spezialisierung in Numerischer Finanzmathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 66 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Numerische Finanzmathematik, BaM-NFM-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| <p><i>Inverse Probleme in der Finanzmathematik</i>: Parameterschätzung bei stochastischen Modellen, Maximum-Likelihood-Verfahren, Parameter-Kalibrierung, Optimierung.</p> <p><i>Stochastische Numerik</i>: Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.</p> <p><i>Monte Carlo-Methoden</i>: Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.</p> |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden lernen unterschiedliche fortgeschrittene numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erweitern ihre Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz dieser Verfahren und lernen weitere Beurteilungsmethoden hinzu. Im Vordergrund steht außerdem die Anwendung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in höheren Programmiersprachen.                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | zweijährlich                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | BaM-N, BaM-ES                                                                                                 |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Inverse Probleme in der Finanzmath.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   | *  |   |   |
| oder Stochastische Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * |   |
| oder Monte-Carlo-Verfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|---|---|---|--------|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algorithmische Mathematik, BaM-DAM-gs</b>                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             | Wahlpflicht |          |   |   |   | CP: 13 |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| <i>Diskrete und konvexe Geometrie</i> : Konvexität, Modelle der diskreten und konvexen Geometrie (Polytope, Polyeder, Punktkonfigurationen, Gitter, Gitterpunkte in Polytopen), algorithmische Fragestellungen                                                              |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| <i>(Lineare und kombinatorische) Optimierung</i> : Geometrische Grundlagen der Optimierung, lineare Optimierung, Dualitätstheorie, Optimierungsalgorithmen, kombinatorische Aufgabenstellungen, ganzzahlige Probleme, Graphenprobleme, Optimierungsmodelle der Spieltheorie |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| <i>Kombinatorik</i> : fundamentale Koeffizienten, Graphentheorie, Hypergraphen und Mengensysteme, erzeugende Funktionen, enumerative Kombinatorik, Polynommethode                                                                                                           |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| <i>Probabilistische Kombinatorik</i> : probabilistische Methoden in der Diskreten Mathematik, algorithmische Aspekte                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.                                                                                                           |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                         | jährlich                                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 Semester                                                                                                                                                  |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                   | BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2                                                                                                                                    |             |          |   |   |   |        |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                           | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                         | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                     | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                         | Typ                                                                                                                                                         | SWS         | Semester |   |   |   |        |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                             |             | 1        | 2 | 3 | 4 | 5      | 6 |    |
| Diskrete und konvexe Geometrie                                                                                                                                                                                                                                              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |   |   | * | *      |   | 9  |
| oder (Lineare und kombinatorische) Optimierung                                                                                                                                                                                                                              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |   |   | * | *      |   | 9  |
| oder Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |   |   | * | *      |   | 9  |
| oder Probabilistische Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2         |          |   |   | * | *      |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             |             |          |   |   |   |        |   |    |
| Seminar zur diskreten und algorithmischen Mathematik                                                                                                                                                                                                                        | Seminar                                                                                                                                                     | 2           |          |   |   | * | *      | * | 4  |

Eine Spezialisierung in Diskreter und algorithmischer Mathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 68 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

| Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algorithmische Mathematik, BaM-DAM-k</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                                               | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Polytope</i> : Seitenstruktur und Kombinatorik von Polytopen und Polyedern, Graphen von Polytopen, Schlegel-Diagramme, Upper Bound Theorem, polyedrische Unterteilungen                                                                   |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Semidefinite Optimierung</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, SDP-basierte Relaxationen                 |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Polynomiale und semialgebraische Optimierung</i> : Momentenmethode, Positivstellensätze, positive Polynome und Optimierung, Dualität, Struktur von Polynomkegeln, LP-Relaxationen, semidefinite Relaxationen, geometrische Programmierung |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Polynome</i> : Nullstellen von Polynomen, Geometrie und Kombinatorik von Polynomen, stabile Polynome, Geometrie und Kombinatorik von Amöben, algorithmische Methoden                                                                      |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Diskrete und konvexe Geometrie 2</i> : Fortgeschrittene und aktuelle Themen zur diskreten und konvexen Geometrie und ihren Anwendungen                                                                                                    |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Algebraische und topologische Methoden in der diskreten Mathematik</i> : Simpliciale Homologie, Satz von Borsuk-Ulam und kombinatorische Anwendungen, Monomideale, Stanley-Reisner-Ringe, torische und tropische Mathematik               |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Mathematische Spieltheorie</i> : strategische Spiele, Nash-Gleichgewichte, Bimatrixspiele, $n$ -Personen-Spiele, extensive Spiele, kooperative Modelle, algorithmische Aspekte                                                            |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.                                                                            |                                                                                                               |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                          | jährlich                                                                                                      |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                            | 1 Semester                                                                                                    |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                    | BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2                                                                                      |             |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                            | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                          | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                   | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                      | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                          | Typ                                                                                                           | SWS         | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                               |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Polytope                                                                                                                                                                                                                                     | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Semidefinite Optimierung                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Polynomiale und semialgebraische Optimierung                                                                                                                                                                                            | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Polynome                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Diskrete und konvexe Geometrie 2                                                                                                                                                                                                        | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Algebraische und topologische Methoden in der diskreten Mathematik                                                                                                                                                                      | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |
| oder Mathematische Spieltheorie                                                                                                                                                                                                              | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | * |   | 5  |

| Modulbez.: <b>Kombinatorik, BaM-KOM-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Gebiet: <b>Diskr. und alg. Math.</b>                                                                          | Wahlpflicht | CP: 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|----|---|--|--|----|---|---|---|---|---|---|-----------------------|-------------------|-----|--|--|---|---|---|------------------------|-------------------|-----|--|--|---|---|-------------------------------------------|-------------------|-----|--|--|---|---|--------------------------------------------|-------------------|-----|--|--|---|---|
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Additive Kombinatorik</i>: Freimans Theorem, diskrete Fourier-Analyse, Theoreme von Minkowski, Roths Theorem, Sum-Product Phänomen</p> <p><i>Zufällige Graphen</i>: Erdős-Renyi und verwandte Modelle, giant component, Schwellenwertfunktionen, zero-one-laws</p> <p><i>Markovketten und zufälliges Erzeugen</i>: Konvergenzsätze, mixing time, Metropolisprozess und Glauber dynamics, couplings, Anwendungen auf Modelle der statistischen Physik</p> <p><i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i>: Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i>, Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung.</p> |                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jährlich                                                                                                      |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 Semester                                                                                                    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2                                                                                      |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Typ                                                                                                           | SWS         | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Additive Kombinatorik</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> <td rowspan="4">5</td> </tr> <tr> <td>oder Zufällige Graphen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>oder Markovketten und zufälliges Erzeugen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>oder Stochastische Analyse von Algorithmen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> | Semester |   |    |   |  |  | CP | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Additive Kombinatorik | Vorlesung + Übung | 2+1 |  |  | * | * | 5 | oder Zufällige Graphen | Vorlesung + Übung | 2+1 |  |  | * | * | oder Markovketten und zufälliges Erzeugen | Vorlesung + Übung | 2+1 |  |  | * | * | oder Stochastische Analyse von Algorithmen | Vorlesung + Übung | 2+1 |  |  | * | * |
| Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |   | CP |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                                                                                                             | 3           | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5        | 6 |    |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| Additive Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | * | *  | 5 |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| oder Zufällige Graphen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | * | *  |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| oder Markovketten und zufälliges Erzeugen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | * | *  |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |
| oder Stochastische Analyse von Algorithmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | * | *  |   |  |  |    |   |   |   |   |   |   |                       |                   |     |  |  |   |   |   |                        |                   |     |  |  |   |   |                                           |                   |     |  |  |   |   |                                            |                   |     |  |  |   |   |

|                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastik, BaM-STO-gs</b>                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                              |     | CP: 13   |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Prozesse</i> : Markov-Ketten, bedingte Erwartung und Martingale, Poisson-/ Punkt-/ Erneuerungsprozesse, Brownsche Bewegung, Stochastisches Integral und Itô-Formel. |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben Kenntnisse in der Modellierung und Analyse von Zufälligkeit mittels stochastischer Prozesse. Sie beherrschen grundlegende dynamische Begriffe der Stochastik. |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                  |  | jährlich                                                                                                                                                                 |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                    |  | 2 Semester                                                                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                            |  | BaM-ES                                                                                                                                                                   |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                    |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                  |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                           |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Stochastische Prozesse; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                              |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                  |  | Typ                                                                                                                                                                      | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                          |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Stochastische Prozesse                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                        | 4+2 |          |   |   | *  |   |   |
| UND                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Seminar Wahrscheinlichkeitstheorie                                                                                                                                                   |  | Seminar                                                                                                                                                                  | 2   |          |   |   |    | * |   |

Eine Spezialisierung in *Stochastik* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 71 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastik, BaM-STO-k</b>                                                                                                                                                                                                                        |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Populationsmodelle</i> : Verzweigungsprozesse und zufällige Genealogien, Wright-Fisher-Modell, Moran-Modell, Multityp-Prozesse.                                                                                                                      |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i> : Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i> , Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung. |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| <i>Extremwerttheorie</i> : max-Anziehungsbereiche, Satz von Fisher-Tippett-Gnedenko, Ordnungsstatistiken, Rekorde, (Poisson) Punktprozesse und deren Konvergenz                                                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben einen vertieften Einblick in die Stochastik gewonnen und studieren Modelle in einem Spezialbereich.                                                                                                                                            |  |                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                   |  | jährlich                                                                                                      |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                             |  | BaM-ES; Empfohlen sind Kenntnisse aus <i>Stochastische Prozesse</i> .                                         |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                     |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                   |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                            |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                               |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Stochastische Analyse von Algorithmen                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | * |    | * |   |
| oder Stochastische Populationsmodelle                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | * |    | * |   |
| oder Extremwerttheorie                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   |   |    | * |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Statistik, BaM-STA-ks</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                              |     | CP: 9    |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| <p><i>Statistik 1</i>: Darstellen von Daten, Lage und Skala, Schätzen mit Konfidenz, Testen von Hypothesen (Permutationstest, t-Test, Chi-Quadrat-Test), Likelihood, Lineare Modelle, Varianzanalyse, Regression und Korrelation, Datenanalyse mit dem statistischen Programmpaket R.</p> <p><i>Statistisches Praktikum</i>: verschiedene Themen aus der Statistik im Zusammenwirken mit Anwendern</p>                 |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben Grundkenntnisse in statistischer Modellierung und sind vertraut mit der Analyse von Zufälligkeit. Sie kennen grundlegende Klassen stochastischer Prozesse und beherrschen grundlegenden Begriffe der Stochastik. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren. Sie sind vertraut, statistische Modelle zu entwickeln und mit Anwendern zu diskutieren. |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | jährlich                                                                                                                                                                 |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | 2 Semester                                                                                                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | BaM-ES                                                                                                                                                                   |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Statistik 1; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Statistischen Praktikum |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | bestandene Modulprüfung.                                                                                                                                                 |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Typ                                                                                                                                                                      | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                          |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Statistik 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                        | 2+1 |          |   | * |    | * |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Statistisches Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Seminar                                                                                                                                                                  | 2   |          |   |   | *  |   | * |

Eine Spezialisierung in *Statistik* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 70 beschriebenen Lehrveranstaltung *Stochastische Prozesse*, siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Statistik, BaM-STA-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                               | Wahlpflicht |          | CP: 5 |   |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |
| <p><i>Statistik II</i>: Ausgewählte Themen der multivariaten Statistik, Hauptkomponentenanalyse, Kovarianzanalyse, Verallgemeinertes lineares Modell, logistische Regression, Prinzipien der Modellwahl.</p> <p><i>Zeitreihen</i>: Stochastische Prozesse für die Analyse von Zeitreihen, inferenzstatistische Probleme bei Zeitreihen.</p> |                                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |
| Die Studierenden haben Kenntnisse in Modellierung erworben und sich vertraut gemacht mit der Analyse von Zufälligkeit. Sie haben grundlegende Klassen stochastischer Prozesse kennengelernt und beherrschen die grundlegenden Begriffe der Stochastik sicher.                                                                               |                                                                                                               |             |          |       |   |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                         | jährlich                                                                                                      |             |          |       |   |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 Semester                                                                                                    |             |          |       |   |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kenntnisse aus <i>Statistik 1</i> werden vorausgesetzt                                                        |             |          |       |   |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Deutsch oder Englisch                                                                                         |             |          |       |   |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                         | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |             |          |       |   |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |             |          |       |   |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | bestandene Modulprüfung                                                                                       |             |          |       |   |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Typ                                                                                                           | SWS         | Semester |       |   |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                               |             | 1        | 2     | 3 | 4 |    | 5 |
| Statistik 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       | * |   | *  | 5 |
| oder Zeitreihen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1         |          |       |   | * | *  | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Zeitdiskrete Finanzmathematik, BaM-DF-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Wahlpflicht                                                                              |     | CP: 5    |   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| <p><i>Vorlesung Einführung in die stochastische Finanzmathematik</i>: Grundlagen der Maßtheorie, kohärente Risikomaße, mathematische Modellierung zeitdiskreter Finanzmärkte, No-Arbitrage-Prinzip, zeitdiskrete Martingale, Maßwechsel, Derivate europäischen Typs, vollständige und unvollständige Märkte, Nutzenoptimierung</p> |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| <p>Die Studierenden haben sich mit dem Zusammenspiel ökonomischer Denkweisen und mathematisch rigoroser Modellierung vertraut gemacht. Sie haben Kenntnisse über komplexe Finanzprodukte und ihre Bewertung erworben und beherrschen die grundlegenden Begriffe der stochastischen Finanzmathematik.</p>                           |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | jährlich                                                                                 |     |          |   |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 1 Semester                                                                               |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | BaM-AN, BaM-GS, BaM-ES, VL Stochastische Prozesse (S. 70) sollte parallel gehört werden. |     |          |   |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Deutsch oder Englisch                                                                    |     |          |   |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | LN: Übungsaufgaben                                                                       |     |          |   |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                         |  | Modulabschlussprüfung: 20-minütige mündliche Prüfung                                     |     |          |   |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | bestandene Modulprüfung                                                                  |     |          |   |   |    |   |   |
| Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | –                                                                                        |     |          |   |   |    |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                          |     |          |   |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Typ                                                                                      | SWS | Semester |   |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                          |     | 1        | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 |
| Einführung in die stochastische Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Vorlesung + Übung                                                                        | 2+1 |          |   |   | *  |   |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|----------|---|---|---|-------|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastische Analysis mit Finanzmathe, BaM-SAN-k</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Spezialisierung |          |   |   |   | CP: 5 |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| <p><i>Vorlesung Stochastische Analysis mit Finanzmathematik</i>: Stochastisches Integral für linksstetige Integranden und Semimartingale als Integratoren, Itô-Formel, Girsanov-Meyer-Theorem, Vermögensdynamiken in stetiger Zeit, Black-Scholes-Modell, implizite Volatilitäten, Sprungrisiko</p> |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Die Studierenden haben grundlegende Ideen der stochastischen Analysis kennengelernt. Sie haben einen ersten Einblick in die zeitstetige Modellierung von Finanzmärkten gewonnen und studieren einfache Modelle, die in der Praxis angewendet werden.                                                |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                 | zweijährlich                                                  |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 Semester                                                    |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                           | Modulteilprüfung Stochastische Prozesse in BaM-STO-gs (S. 70) |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                   | Deutsch oder Englisch                                         |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                 | LN: Übungsaufgaben                                            |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                          | Modulabschlussprüfung: 20-minütige mündliche Prüfung          |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                             | bestandene Modulprüfung                                       |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:                                                                                                                                                                                                                                            | –                                                             |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |                 |          |   |   |   |       |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Typ                                                           | SWS             | Semester |   |   |   |       |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |                 | 1        | 2 | 3 | 4 | 5     | 6 |    |
| Stochastische Analysis mit Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorlesung + Übung                                             | 2+1             |          |   |   |   | *     |   | 5  |

| Allgemeine berufsvorbereitende Veranstaltungen | BaM-SK | CP: 12 |
|------------------------------------------------|--------|--------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>                       | SWS    | CP     |
| Berufspraktikum (lange Variante)               | –      | 12     |
| <i>oder</i>                                    |        |        |
| Berufspraktikum (kurze Variante)               | –      | 9      |
| Kommunikation                                  | 2 V    | 3      |
| <i>oder</i>                                    |        |        |
| Tutoriumsleitung                               | –      | 9      |
| Kommunikation                                  | 2 V    | 3      |
| <i>oder</i>                                    |        |        |
| Programmierpraktikum Computational Finance     | –      | 9      |
| Kommunikation                                  | 2 V    | 3      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                        |             |          |       |   |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------|---|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Programmierpraktikum, BaM-PCF</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                        | Wahlpflicht |          | CP: 9 |   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |             |          |       |   |   |   |   |    |
| <i>Programmierpraktikum Computational Finance</i> : Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren, effiziente Implementierung.                                                                                                       |                                                                                                        |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                        |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Die Studierenden lernen unterschiedliche grundlegende numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erhalten Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit, Konvergenz und Implementierung dieser Verfahren. Im Vordergrund steht die Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache. |                                                                                                        |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                | zweijährlich                                                                                           |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1 Semester                                                                                             |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | BaM-N, BaM-ES, grundlegende Programmierkenntnisse in einer höheren Programmiersprache (z.B. Java, Cpp) |             |          |       |   |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Deutsch                                                                                                |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LN: Übungsaufgaben                                                                                     |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Erreichen von mindestens 50 % der zu vergebenen Übungspunkte und regelmäßige Teilnahme an den Übungen. |             |          |       |   |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Typ                                                                                                    | SWS         | Semester |       |   |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                        |             | 1        | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 |    |
| Programmierpraktikum Computational Finance                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorlesung + Übung                                                                                      | 2+4         |          |       |   | * |   |   | 9  |

Das Programmierpraktikum Computational Finance in Kombination mit dem jährlich angebotenen Kurs *Kommunikation* kann als Alternative zum Berufspraktikum eingebracht werden.

| <b>Abschlussmodul</b>    | <b>BaM-AM</b> | <b>CP: 15</b> |
|--------------------------|---------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>    | <i>CP</i>     |
| Bachelorarbeit           | –             | 12            |
| Abschlussseminar         | –             | 3             |

## Anhang 4: Modulbeschreibungen/Bachelor/Anwendungsfach

Hier sind folgende Anwendungsfächer für das Bachelorstudium ausgeführt:

| <i>Anwendungsfach</i>      | <i>FB</i> | <i>Seite</i> |
|----------------------------|-----------|--------------|
| Betriebswirtschaftslehre   | 02        | 79           |
| Finanzwirtschaft (Finance) | 02        | 80           |
| Volkswirtschaftslehre      | 02        | 81           |
| Geowissenschaften          | 11        | 82           |
| Meteorologie               | 11        | 84           |
| Informatik                 | 12        | 86           |
| Experimentelle Physik      | 13        | 87           |
| Theoretische Physik        | 13        | 88           |
| Chemie                     | 14        | 89           |
| Biowissenschaften          | 15        | 90           |

Für die in diesem Abschnitt aufgeführten Module gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von CP entsprechend den aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen derjenigen Fachbereiche, welche diese Module anbieten. Darüber hinaus finden sich in den jeweiligen Prüfungsordnungen aktuelle und ausführliche Beschreibungen der Module, weshalb hier nur grobe Übersichten über die jeweils angebotenen Module aufgeführt sind.

## Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre–FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Teile „Einführung in die Betriebswirtschaftslehre“ und „Betriebswirtschaftliche Basiskurse“, die zusammen in vier Module aufgeteilt sind. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

|                                                             |                   |              |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Einführung in die Betriebswirtschaftslehre: Finanzen</b> | <b>BaM-AFBW-1</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                    | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Finanzen 1 / (OFIN)                                         | 2 V 1 Ü           | 5            |

|                                                              |                   |              |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Einführung in die Betriebswirtschaftslehre: Marketing</b> | <b>BaM-AFBW-2</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                     | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Marketing 1 / (OMAR)                                         | 2 V 1 Ü           | 5            |

|                                                           |                   |              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Betriebswirtschaftlicher Basiskurs: Rechnungswesen</b> | <b>BaM-AFBW-3</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                  | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Accounting 1 / (BACC)                                     | 2 V 1 Ü 1 M *)    | 6            |

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

|                                                       |                   |              |
|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Betriebswirtschaftlicher Basiskurs: Management</b> | <b>BaM-AFBW-4</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                              | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Management 1/(BMGT)                                   | 2 V 1 Ü 1 M *)    | 6            |

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

|                                    |                   |              |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Wirtschaftsinformatik</b>       | <b>BaM-AFBW-5</b> | <b>CP: 2</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>           | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Elemente der Wirtschaftsinformatik | 2 V               | 2            |

## Anwendungsfach Finanzwirtschaft (Finance) – FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Module „Finanzen 1-3“ sowie ein Spezialisierungsmodul. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

| <b>Finanzwirtschaft</b>  | <b>BaM-AFFW-1</b> | <b>CP: 17</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>     |
| Finanzen 1 (OFIN)        | 2 V 1 Ü           | 5             |
| Finanzen 2 (BFIN)        | 2 V 1 Ü           | 6             |
| Finanzen 3 (PFIN)        | 2 V 1 Ü           | 6             |

| <b>Spezialisierung (Special topic)</b> | <b>BaM-AFFW-2</b> | <b>CP: 5</b> |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>               | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Financial Risk Management              | 3 V mit Ü         | 5            |
| <i>oder</i>                            |                   |              |
| Derivatives 1: Discrete Time Models    | 3 V mit Ü         | 5            |

| <b>Wirtschaftsinformatik</b>       | <b>BaM-AFFW-3</b> | <b>CP: 2</b> |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>           | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Elemente der Wirtschaftsinformatik | 2 V               | 2            |

## Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre–FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Bereiche „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“ und „Volkswirtschaftlicher Basiskurs“. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

|                                                  |                   |               |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Einführung in die Volkswirtschaftslehre</b>   | <b>BaM-AFVW-1</b> | <b>CP: 10</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                         | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>     |
| Einführung in die Volkswirtschaftslehre / (OVWL) | 4 V 2 Ü           | 10            |

|                                        |                   |               |
|----------------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Volkswirtschaftlicher Basiskurs</b> | <b>BaM-AFVW-2</b> | <b>CP: 12</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>               | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>     |
| Mikroökonomie 1/(BMIK)                 | 4 V 2 Ü 1 M *)    | 12            |
| <i>oder</i>                            |                   |               |
| Makroökonomie 1                        | 4 V 2 Ü 1 M *)    | 12            |

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

|                                    |                   |              |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Wirtschaftsinformatik</b>       | <b>BaM-AFVW-3</b> | <b>CP: 2</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>           | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Elemente der Wirtschaftsinformatik | 2 V               | 2            |

## Anwendungsfach Geowissenschaften – FB 11

Option A:

Vertiefung Geophysik (BaM-AFGW-1, BaM-AFGW-2 und BaM-AFGW-3 oder BaM-AFGW-4).  
Insgesamt 25 CP.

Option B:

Vertiefung Kristallographie (BaM-AFGW-1, BaM-AFGW-5 und BaM-AFGW-6).  
Insgesamt 25 CP.

| <b>Geowissenschaften</b> | <b>BaM-AFGW-1</b> | <b>CP: 11</b> |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>     |
| Geomaterialien           | 4 V / Ü           | 5             |
| System Erde              | 4 V               | 4             |
| Kartenkunde              | 2 Ü               | 2             |

| <b>Geophysik I</b>             | <b>BaM-AFGW-2</b> | <b>CP: 6</b> |
|--------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>       | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Einführung in die Geophysik I  | 3 V / Ü           | 3            |
| Einführung in die Geophysik II | 2 V / Ü           | 3            |

| <b>Geophysik II</b>                                                          | <b>BaM-AFGW-3</b> | <b>CP: 8</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> *)                                                  | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie<br><i>oder</i>                     | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Numerische Methoden in der Geophysik<br><i>oder</i>                          | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Digitale Signalverarbeitung I<br><i>oder</i>                                 | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Angewandte Geoelektrik<br><i>oder</i>                                        | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Spezielle Themen aus der Angewandten Geophysik<br><i>oder</i><br><i>oder</i> | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Spezielle Themen aus der Allgemeinen Geophysik<br><i>oder</i>                | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Geodynamik: Fluidodynamik und Wärmetransport<br><i>oder</i>                  | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Einführung in die Seismologie<br><i>oder</i>                                 | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Statistische Methoden<br><i>oder</i>                                         | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Magnetotellurik<br><i>oder</i>                                               | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Physik der Magmen und Vulkane<br><i>oder</i>                                 | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Fels- und Bodenmechanik                                                      | 2 V 1 Ü           | 4            |

\*) Aus diesem Modul sind 2 Lehrveranstaltungen auszuwählen.

| <b>Geophysik III</b>                                  | <b>BaM-AFGW-4</b> | <b>CP: 8</b> |
|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> *)                           | SWS               | CP           |
| Figur und Schwerefeld<br><i>oder</i>                  | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Inversion geophysikalischer Daten<br><i>oder</i>      | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Spezielle Themen der Seismologie<br><i>oder</i>       | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Angewandte Seismik<br><i>oder</i>                     | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Impaktphänomene<br><i>oder</i>                        | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Magnetismus der Erde<br><i>oder</i>                   | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Digitale Signalverarbeitung II<br><i>oder</i>         | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Methoden und Verfahren der Seismologie<br><i>oder</i> | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Angewandte Gravimetrie und Magnetik<br><i>oder</i>    | 2 V 1 Ü           | 4            |
| Gesteinsphysik                                        | 2 V 1 Ü           | 4            |

\*) Aus diesem Modul sind zwei Lehrveranstaltungen auszuwählen.

| <b>Mineralogie I</b>            | <b>BaM-AFGW-5</b> | <b>CP: 6</b> |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>        | SWS               | CP           |
| Einführung in die Mineralogie   | 2 V / Ü           | 2,5          |
| Kristallographie/Kristallchemie | 2 V / Ü           | 3,5          |

| <b>Kristallographie</b>      | <b>BaM-AFGW-6</b> | <b>CP: 10</b> |
|------------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>     | SWS               | CP            |
| Kristallstrukturbestimmung   | 2 V 1Ü            | 3,5           |
| Kristallchemie               | 2 V               | 2             |
| Mineralphysik                | 2 V               | 2,5           |
| Kristallographisches Seminar | 1 S               | 2             |

## Anwendungsfach Meteorologie – FB 11

Für das Anwendungsfach Meteorologie ist aus den Module BaM-AFM-1 und BaM-AFM-2 mindestens eines verpflichtend zu wählen. Aus den Module BaM-AFM-3 bis BaM-AFM-13 sind zusätzlich Module zu wählen, um insgesamt mindestens 24 CP zu erreichen.

|                                                 |                  |               |
|-------------------------------------------------|------------------|---------------|
| <b>Allgemeine Meteorologie und Klimatologie</b> | <b>BaM-AFM-1</b> | <b>CP: 10</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                        | SWS              | CP            |
| Allgemeine Meteorologie                         | 3 V 2 Ü          | 6             |
| Allgemeine Klimatologie                         | 2 V 1 Ü          | 4             |

|                             |                  |               |
|-----------------------------|------------------|---------------|
| <b>Atmospheric Dynamics</b> | <b>BaM-AFM-2</b> | <b>CP: 10</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>    | SWS              | CP            |
| Atmospheric Dynamics 1      | 2 V 2 Ü          | 5             |
| Atmospheric Dynamics 2      | 2 V 2 Ü          | 5             |

|                                                           |                  |              |
|-----------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Numerical Weather Prediction und Wetterbesprechung</b> | <b>BaM-AFM-3</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                  | SWS              | CP           |
| Numerical Weather Prediction                              | 2 V 1 Ü          | 4            |
| Wetterbesprechung                                         | 1 V              | 1            |

|                                           |                  |              |
|-------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Physik und Chemie der Atmosphäre 1</b> | <b>BaM-AFM-4</b> | <b>CP: 7</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                  | SWS              | CP           |
| Physik und Chemie der Atmosphäre 1        | 3 V 2 Ü          | 7            |

|                             |                  |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|
| <b>Atmosphärendynamik 3</b> | <b>BaM-AFM-5</b> | <b>CP: 7</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>    | SWS              | CP           |
| Atmosphärendynamik 3        | 3 V 2 Ü          | 7            |

|                                   |                  |              |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Meteorologisches Praktikum</b> | <b>BaM-AFM-6</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>          | SWS              | CP           |
| Meteorolog. Instrumentenpraktikum | 2 PR             | 4            |

|                                                                             |                  |              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Meteorologisches Seminar</b>                                             | <b>BaM-AFM-7</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                                    | SWS              | CP           |
| Seminar aus dem Bereich der experimentellen oder theoretischen Meteorologie | 2 S              | 4            |

|                          |                  |              |
|--------------------------|------------------|--------------|
| <b>Klimawandel</b>       | <b>BaM-AFM-8</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i> | SWS              | CP           |
| Klimawandel              | 2 V 1 Ü          | 4            |

|                                 |                   |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Atmosphärische Strahlung</b> | <b>BaM-AFM-11</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>        | SWS               | CP           |
| Atmosphärische Strahlung        | 2 V 1 Ü           | 4            |

|                                                               |                   |              |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Statistische Methoden in Meteorologie und Klimatologie</b> | <b>BaM-AFM-12</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                      | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Statistische Methoden in Meteorologie und Klimatologie        | 2 V 1 Ü           | 4            |

|                          |                   |              |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Synoptik</b>          | <b>BaM-AFM-13</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Synoptische Meteorologie | 2 V 1 Ü           | 4            |

## Anwendungsfach Informatik – FB 12

Für das Anwendungsfach Informatik sind aus folgender Liste Veranstaltungen im Umfang von mindestens 24 CP zu wählen.

|                          |                  |              |
|--------------------------|------------------|--------------|
| <b>Datenstrukturen</b>   | <b>BaM-AFI-1</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i> | SWS              | CP           |
| Datenstrukturen          | 2 V 1 Ü          | 5            |

|                                  |                  |               |
|----------------------------------|------------------|---------------|
| <b>Theoretische Informatik 1</b> | <b>BaM-AFI-2</b> | <b>CP: 10</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>         | SWS              | CP            |
| Theoretische Informatik 1        | 4 V 2 Ü 0.5 E *) | 10            |

\*) E heißt Ergänzungsübung.

|                                                |                  |              |
|------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Hardwarearchitekturen und Rechensysteme</b> | <b>BaM-AFI-3</b> | <b>CP: 8</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                       | SWS              | CP           |
| Hardwarearchitekturen und Rechensysteme        | 3 V 2 Ü          | 8            |

|                                  |                  |              |
|----------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Programmierung 1</b>          | <b>BaM-AFI-4</b> | <b>CP:11</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>         | SWS              | CP           |
| Grundlagen der Programmierung 1  | 2 V 2 Ü          | 6            |
| Einführung in die Programmierung | 1 V 2 Ü          | 5            |

|                                 |                  |              |
|---------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Programmierung 2</b>         | <b>BaM-AFI-5</b> | <b>CP: 8</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>        | SWS              | CP           |
| Grundlagen der Programmierung 2 | 3 V 2 Ü          | 8            |

## Anwendungsfach Experimentalphysik – FB 13

| <b>Einführung in die Physik</b>                  | <b>BaM-AFEP-1</b> | <b>CP: 18</b> |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>                         | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>     |
| Experimentalphysik 1: Mechanik und Thermodynamik | 4 V 2 Ü           | 10            |
| Experimentalphysik 2: Elektrodynamik             | 4 V 2 Ü           | 8             |

| <b>Anfängerpraktikum</b> | <b>BaM-AFEP-2</b> | <b>CP: 8</b> |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Anfängerpraktikum 1      | 4 P               | 8            |
| <i>oder</i>              |                   |              |
| Anfängerpraktikum 2      | 4 P               | 8            |

Für den Fall mangelnder Aufnahmekapazität in den Praktika wird auf die in der Ordnung des Bachelorstudiengangs Physik bestehende Regelung verwiesen.

## Anwendungsfach Theoretische Physik – FB 13

|                                                                           |                   |              |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Theoretische Physik A</b>                                              | <b>BaM-AFTP-1</b> | <b>CP: 8</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                                  | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Theoretische Physik 1:<br>Mathematische Methoden der Theoretischen Physik | 4 V 2,5 Ü         | 8            |

|                                            |                   |              |
|--------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Theoretische Physik B</b>               | <b>BaM-AFTP-2</b> | <b>CP: 8</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                   | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik | 4 V 2,5 Ü         | 8            |

|                                                  |                   |              |
|--------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Theoretische Physik C</b>                     | <b>BaM-AFTP-3</b> | <b>CP: 8</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                         | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik | 4 V 2,5 Ü         | 8            |
| <i>oder</i>                                      |                   |              |
| Theoretische Physik 4: Quantenmechanik           | 4 V 2,5 Ü         | 8            |

## Anwendungsfach Chemie – FB 14

Für das Anwendungsfach Chemie ist das Modul BaM-AFC-1 verpflichtend. Aus den Modulen BaM-AFC-2 bis BaM-AFC-11 sind zusätzlich Module zu wählen, um insgesamt mindestens 24 CP zu erreichen.

|                                                             |                  |              |
|-------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie</b>  | <b>BaM-AFC-1</b> | <b>CP: 7</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                    | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Allgemeine und Anorganische Chemie für Naturwissenschaftler | 4 V 1 Ü          | 7            |

|                                                                                      |                  |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Allgemeine und Anorganische Chemie</b>                                            | <b>BaM-AFC-2</b> | <b>CP: 4</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                                                             | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Praktikum und Seminar<br>Allgemeine und Anorganische Chemie für Naturwissenschaftler | 3 P 1 S          | 4            |

|                          |                  |              |
|--------------------------|------------------|--------------|
| <b>Festkörperchemie</b>  | <b>BaM-AFC-3</b> | <b>CP: 3</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Anorganische Chemie II   | 2 V              | 3            |

|                             |                  |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|
| <b>Analytische Methoden</b> | <b>BaM-AFC-4</b> | <b>CP: 3</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>    | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Analytische Methoden        | 2 V              | 3            |

|                                          |                  |              |
|------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Grundlagen der Organischen Chemie</b> | <b>BaM-AFC-5</b> | <b>CP: 7</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                 | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Organische Chemie I                      | 4 V 1 Ü          | 7            |

|                          |                  |              |
|--------------------------|------------------|--------------|
| <b>Thermodynamik</b>     | <b>BaM-AFC-6</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Physikalische Chemie I   | 3 V 1 Ü          | 6            |

|                                               |                  |              |
|-----------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Statistische Thermodynamik und Kinetik</b> | <b>BaM-AFC-7</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                      | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Physikalische Chemie II                       | 2 V 1 Ü          | 5            |

|                                 |                  |              |
|---------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Molekulare Spektroskopie</b> | <b>BaM-AFC-8</b> | <b>CP: 5</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>        | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Physikalische Chemie III        | 2 V 1 Ü          | 5            |

|                                           |                  |              |
|-------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Physikalisch-Chemische Experimente</b> | <b>BaM-AFC-9</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                  | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Physikalische Chemie I                    | 8 P              | 6            |

|                                            |                   |              |
|--------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Grundlagen der Theoretischen Chemie</b> | <b>BaM-AFC-10</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                   | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Theoretische Chemie I                      | 3 V 1 Ü           | 6            |

## Anwendungsfach Biowissenschaften – FB 15

Für das Anwendungsfach Biowissenschaften sind aus folgender Liste Veranstaltungen im Umfang von mindestens 24 CP zu wählen. Das Modul BaM-AFB-3 (Grundlagen der Bioinformatik) stammt aus dem Bachelorstudiengang Bioinformatik, der vom FB 12 (Lehrinheit Informatik) koordiniert wird.

|                                             |                  |              |
|---------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Struktur und Funktion der Organismen</b> | <b>BaM-AFB-1</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                    | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Struktur und Funktion der Organismen        | 4 V              | 6            |

|                                                  |                  |              |
|--------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Diversität der Organismen und Lebensräume</b> | <b>BaM-AFB-2</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                         | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Diversität der Organismen und Lebensräume        | 4 V              | 6            |

|                                     |                  |              |
|-------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Grundlagen der Bioinformatik</b> | <b>BaM-AFB-3</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>            | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Grundlagen der Bioinformatik        | 2 V 2 Ü          | 6            |

|                                   |                  |              |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Biochemie und Zellbiologie</b> | <b>BaM-AFB-4</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>          | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Biochemie                         | 2 V              | 3            |
| Zellbiologie                      | 2 V              | 3            |

|                                      |                  |              |
|--------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Molekularbiologie und Genetik</b> | <b>BaM-AFB-5</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>             | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Molekularbiologie                    | 2 V              | 3            |
| Genetik                              | 2 V              | 3            |

|                               |                  |              |
|-------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Ökologie und Evolution</b> | <b>BaM-AFB-6</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>      | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Ökologie                      | 2 V              | 3            |
| Evolutionsbiologie            | 2 V              | 3            |

|                                          |                  |              |
|------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Neurobiologie und Tierphysiologie</b> | <b>BaM-AFB-7</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                 | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Neurobiologie                            | 2 V              | 3            |
| Tierphysiologie                          | 2 V              | 3            |

|                                              |                  |              |
|----------------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie</b> | <b>BaM-AFB-8</b> | <b>CP: 6</b> |
| <i>Lehrveranstaltung</i>                     | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Pflanzenphysiologie                          | 2 V              | 3            |
| Mikrobiologie                                | 2 V              | 3            |

## Anhang 5: Modulbeschreibungen/Master/Hauptfach

Auf den folgenden Seiten werden die Wahlpflichtmodule im Hauptfachbereich des Masterstudiums exemplarisch durch sogenannte „Elementarmodule“ beschrieben. Die hier auftretenden Bezeichnungen und Kombinationsmöglichkeiten gelten analog zu den auf Seite 46 für das Bachelorstudium beschriebenen Regeln für den Umgang mit Elementarmodulen. Die Lehrveranstaltungen in den Modulen des Hauptfaches sind zum Teil identisch mit denen in Modulen im Vertiefungsbereich des Bachelorstudiengangs.

Jedes Wahlpflichtmodul ist Teil eines der folgenden Gebiete:

| <i>Gebiet</i>                                        | <i>Kürzel</i>   | <i>Seite</i> |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Algebraische Geometrie                               | MaM-AG, MaM-LAG | 92, 94       |
| Zahlentheorie                                        | MaM-ZT          | 96           |
| Topologie                                            | MaM-TOP         | 98           |
| Geometrische Analysis                                | MaM-GA, MaM-HDG | 100, 102     |
| Fortgeschrittene Funktionalanalysis                  | MaM-FFA         | 104          |
| Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen   | MaM-FPD         | 106          |
| Dynamische Systeme                                   | MaM-DynSyst     | 108          |
| Fortgeschrittene Numerik                             | MaM-FN          | 110          |
| Fortgeschrittene Numerische Finanzmathematik         | MaM-FNFM        | 112          |
| Advanced Discrete and Computational Mathematics      | MaM-ADCM        | 114          |
| Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen | MaM-DASA        | 116          |
| Probabilistische und Extremale Kombinatorik          | MaM-PEK         | 118          |
| Stochastik                                           | MaM-STO         | 120          |
| Statistik                                            | MaM-STA         | 122          |
| Finanzmathematik in stetiger Zeit                    | MaM-KF          | 124          |
| Stochastische Analysis mit Finanzmathematik          | MaM-StochAna    | 125          |
| Zeitdiskrete Finanzmathematik                        | MaM-DisFin      | 126          |

Zusätzlich zu den Wahlpflichtmodulen gehören folgende Module zum Hauptfachbereich des Masterstudiums:

- Kolloquiumsmodul (Seite 127)
- Masterarbeit (Seite 127)

In der zu Beginn des Masterstudiums stattfindenden Orientierungsveranstaltung wird das für die darauffolgenden drei Semester geplante Lehrveranstaltungs- und Modulangebot des Master-Hauptfachbereichs vorgestellt. Dieser Katalog wird im Netz auf den Informationsseiten zu Studium und Lehre veröffentlicht. Dasselbe gilt für nachträgliche Modifikationen der Planung wie z.B. nachträglich in das Angebot aufgenommenen Lehrveranstaltungen.

Die Studierenden können sich im Rahmen der Vorgaben zwischen den angebotenen Modulformaten entscheiden. Bei dem Modul, das ein Seminar enthält (Format ...s), ist im Seminar eine Prüfungsleistung als Teil einer kumulativen Modulprüfung zu erbringen.

Den Studierenden wird dringend empfohlen, an der Orientierungsveranstaltung für das Masterstudium teilzunehmen und ihre Planungen frühzeitig mit den Dozentinnen und Dozenten der betreffenden Lehrveranstaltungen abzustimmen. Damit wird ein guter Kompromiss zwischen einer freien Gestaltung des Studiums und der Planbarkeit – auch in Hinblick auf die Reduktion der Prüfungslast – erreicht.

Die Verwendbarkeit der jeweiligen Module in anderen Studiengängen ergibt sich aus den Ordnungen der entsprechenden Fachbereiche, jeweils in der aktuell gültigen Fassung.

|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Algebraische Geometrie, MaM-AG-gs</b>                                                                                                                                                       |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                                 |       | CP: 13   |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
| <i>Algebraische Geometrie I</i> : Garbentheorie, Schemata und ihre Morphismen, algebraische Kurven.                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
| Die Studierenden beherrschen grundlegende Kenntnisse in einem Vertiefungsgebiet der Algebraischen Geometrie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weitere Vertiefung in diesem Gebiet. |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                  |  | zweijährlich                                                                                                                                                                                |       |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                |  | 1 Semester                                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                        |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>                                                                                               |       |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                       |       |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                              |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                          |       |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                       |  | 90-minütigen Klausur oder 20-30-minütige mündlichen Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Geometrie I</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |       |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                          |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                     |       |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                              |  | Typ                                                                                                                                                                                         | SWS   | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                             |       | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Algebraische Geometrie                                                                                                                                                                                           |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                           | 4 + 2 | *        |   | *  |   |
| UND                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |    |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                          |  | Seminar                                                                                                                                                                                     | 2     |          | * |    | * |

Eine Spezialisierung in *Algebraischer Geometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 93 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |             |          |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Algebraische Geometrie MaM-AG-k</b>                                                                                                        |                                                                                                                                                      | Wahlpflicht | CP: 5    |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                        |                                                                                                                                                      |             |          |   |   |   |    |
| <i>Algebraische Geometrie II</i> : Eigenschaften von Schemata und ihren Morphismen, Kohomologietheorie.                                                         |                                                                                                                                                      |             |          |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                            |                                                                                                                                                      |             |          |   |   |   |    |
| Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in Algebraischer Geometrie. Sie sind qualifiziert, diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit anzuwenden. |                                                                                                                                                      |             |          |   |   |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                 | zweijährlich                                                                                                                                         |             |          |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                               | 2 Semester                                                                                                                                           |             |          |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                       | Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der <i>Algebraischen Geometrie 1</i> sind dringend empfohlen. |             |          |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                               | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                |             |          |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                             | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                   |             |          |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                      | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Geometrie II</i>              |             |          |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                         | bestandene Modulprüfung                                                                                                                              |             |          |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                             | Typ                                                                                                                                                  | SWS         | Semester |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |             | 1        | 2 | 3 | 4 |    |
| Algebraische Geometrie II                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                                                                    | 2 + 1       |          | * |   | * | 5  |

| Modulbez.: <b>Lineare Alg. Gruppen, MaM-LAG-gs</b>   Gebiet: <b>Algebraische Geometrie</b>   Wahlpflicht   CP: 13                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|----------|---|---|---|----|----|---|---|---|--------------------------------|-------------------|-------|---|--|---|--|---|-----|--|--|--|--|--|--|--|---------|---------|---|--|---|--|---|---|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :<br><br><i>Lineare Algebraische Gruppen I</i> : Lineare Algebraische Gruppen, Tori, auflösbare Gruppen, Liealgebren.                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der Theorie der Linearen Algebraischen Gruppen und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben ihnen den Besuch weiterführender Veranstaltungen. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                              | zweijährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                            | 2 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                    | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                            | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                          | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                   | 90-minütigen Klausur oder 20-30-minütigen mündlichen Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                      | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                          | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lineare Algebraische Gruppen I</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>4 + 2</td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>UND</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | Typ   | SWS | Semester |   |   |   | CP | 1  | 2 | 3 | 4 | Lineare Algebraische Gruppen I | Vorlesung + Übung | 4 + 2 | * |  | * |  | 9 | UND |  |  |  |  |  |  |  | Seminar | Seminar | 2 |  | * |  | * | 4 |
| Typ                                                                                                                                                                                                                                                          | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |     | Semester |   |   |   |    | CP |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1     | 2   | 3        | 4 |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Lineare Algebraische Gruppen I                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4 + 2 | *   |          | * |   | 9 |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                      | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2     |     | *        |   | * | 4 |    |    |   |   |   |                                |                   |       |   |  |   |  |   |     |  |  |  |  |  |  |  |         |         |   |  |   |  |   |   |

Eine Spezialisierung in *Lineare Algebraischen Gruppen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 95 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

| Modulbez.g: <b>Lineare Alg. Gruppen MaM-LAG-k</b>   Gebiet: <b>Algebraische Geometrie</b>   Wahlpflicht   CP: 5                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|----------|---|---|---|----|----|---|---|---|---------------------------------|-------------------|-------|--|---|--|---|---|--------------------|-------------------|-------|--|---|--|---|---|--------------|-------------------|-------|--|---|--|---|---|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :<br><br><i>Lineare Algebraische Gruppen II</i> : Parabolische, Flaggenvarietäten, Strukturtheorie linearer algebraischer Gruppen.<br><br><i>Wurzelsysteme</i> : Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkindiagramme, Klassifikation.<br><br><i>Gebäude</i> : Coxetergruppen, Tits-Systeme, Sphärische Gebäude. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Theorie linearer algebraischer Gruppen. Sie können diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit sicher anwenden.                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | zweijährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der auf Seite 94 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lineare Algebraische Gruppen II</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Wurzelsysteme</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Gebäude</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> | Typ   | SWS | Semester |   |   |   | CP | 1  | 2 | 3 | 4 | Lineare Algebraische Gruppen II | Vorlesung + Übung | 2 + 1 |  | * |  | * | 5 | oder Wurzelsysteme | Vorlesung + Übung | 2 + 1 |  | * |  | * | 5 | oder Gebäude | Vorlesung + Übung | 2 + 1 |  | * |  | * | 5 |
| Typ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |     | Semester |   |   |   |    | CP |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1     | 2   | 3        | 4 |   |   |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| Lineare Algebraische Gruppen II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 + 1 |     | *        |   | * | 5 |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| oder Wurzelsysteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 + 1 |     | *        |   | * | 5 |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |
| oder Gebäude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 + 1 |     | *        |   | * | 5 |    |    |   |   |   |                                 |                   |       |  |   |  |   |   |                    |                   |       |  |   |  |   |   |              |                   |       |  |   |  |   |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Zahlentheorie, MaM-ZT-gs</b>                                                                                                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                                 |       | CP: 13   |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
| <i>Algebraische Zahlentheorie I</i> : Dedekindringerweiterungen, höhere Verzweigungstheorie, Satz von Kronecker-Weber, Galoiskohomologie, lokale Klassenkörpertheorie.                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
| Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Verzweigung, Galoiskohomologie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden. |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                        |  | zweijährlich                                                                                                                                                                                |       |          |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                      |  | 2 Semester                                                                                                                                                                                  |       |          |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                              |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 51 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie</i>                                                            |       |          |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                      |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                       |       |          |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                    |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                          |       |          |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                             |  | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Zahlentheorie</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |       |          |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                     |       |          |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Typ                                                                                                                                                                                         | SWS   | Semester |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                             |       | 1        | 2 | 3 | 4 |    |
| Algebraische Zahlentheorie I                                                                                                                                                                                                                                           |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                           | 4 + 2 | *        |   | * |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                             |       |          |   |   |   |    |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Seminar                                                                                                                                                                                     | 2     |          | * |   | * | 4  |

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 97 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Zahlentheorie, MaM-ZT-k</b>                                                                                                                                                                                                                         |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                                |       | CP: 5    |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| <i>Algebraische Zahlentheorie II</i> : globale Klassenkörpertheorie, arithmetische Dualitätstheorie.                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| <i>Arithmetik Elliptischer Kurven</i> : Gruppengesetz, Isogenien, Elliptische Kurven über endliche bzw. lokale Körper, Höhen, Mordell-Weil Theorem, Satz von Siegel                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| <i>Proendliche Gruppen</i> : Topologische Gruppen, proendliche Limiten, proendliche Gruppen, proendliche Sylowsätze, (stetige) Gruppenkohomologie, pro- $p$ Gruppen, Satz von Golod-Shafarevich, absolute Galoisgruppen, Galoiskohomologie, lokale Klassenkörpertheorie. |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| <i>Weiterführende Themen der Zahlentheorie</i> : Verschiedene Themen u.a. Iwasawatheorie, étale Kohomologie, Galoisdarstellungen, Modulkurven und Modulformen, usw.                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Klassenkörper). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.                                                 |  |                                                                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                          |  | zweijährlich                                                                                                                                                                               |       |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 1 Semester                                                                                                                                                                                 |       |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der auf Seite 96 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebraische Zahlentheorie I</i> |       |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                        |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                      |       |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                      |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                         |       |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                               |  | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung                                                                           |       |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                  |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Typ                                                                                                                                                                                        | SWS   | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                            |       | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Algebraische Zahlentheorie II                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                          | 2 + 1 |          | * |    | * |
| oder Arithmetik Elliptischer Kurven                                                                                                                                                                                                                                      |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                          | 2 + 1 |          | * |    | * |
| oder Proendliche Gruppen                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                          | 2 + 1 |          | * |    | * |
| oder W. Themen der Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                         |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                          | 2 + 1 |          | * |    | * |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Topologie, MaM-TOP-gs</b>                                                                                                                                                                                                            |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                        |       | CP: 13   |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| <i>Algebraische Topologie</i> : Fundamentalgruppen, Homotopie, Simpliciale Komplexe, (Ko)Homologie, sowie z.B. Kategorien und Funktoren, deRham-Komologie, Cup-Produkt.                                                                                   |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| <i>Riemannsche Flächen</i> : Mannigfaltigkeiten und Überlagerungen, Differentialformen, harmonische Funktionen und Formen, Bilinearrelationen, Uniformisierung, Fuchssche Gruppen                                                                         |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| <i>Komplexe Geometrie</i> : Komplexe Mannigfaltigkeiten, Garben, Komologie, Divisoren, Vektorbündel, Zusammenhänge, Chern-Klassen                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| Die Studierende sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Topologie (z.B. Garben und Kohomologie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden. |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                           |  | zweijährlich                                                                                                                                                       |       |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                         |  | 2 Semester                                                                                                                                                         |       |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                 |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>                                                                      |       |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                         |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                              |       |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                       |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                 |       |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                |  | 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |       |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                   |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                       |  | Typ                                                                                                                                                                | SWS   | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                    |       | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Algebraische Topologie                                                                                                                                                                                                                                    |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 4 + 2 | *        |   | *  |   |
| oder Riemannsche Flächen                                                                                                                                                                                                                                  |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 4 + 2 | *        |   | *  |   |
| oder Komplexe Geometrie                                                                                                                                                                                                                                   |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                  | 4 + 2 | *        |   | *  |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                    |       |          |   |    |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Seminar                                                                                                                                                            | 2     |          | * |    | * |

Eine Spezialisierung in *Topologie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 99 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Topologie, MaM-TOP-k</b>                                                                                                                                                                                        |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                      |       | CP: 5    |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| <i>Algebraische Topologie II</i> : z.B. charakteristische Klassen, Morse-Theorie, Spektralsequenzen, Homöomorphismen von Flächen, Knoten.                                                                                            |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| <i>Riemannsche Flächen II</i> : z.B. Garben und deren Kohomologie, spezielle Divisoren, Satz von Riemann-Roch, Weierstraßpunkte, Linearsysteme, Automorphismen, elliptische Funktionen, Theta-Funktionen, Flache Flächen, Modulräume |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| <i>Komplexe Geometrie II</i> : z.B. Hodge-Theorie, Kähler-Mannigfaltigkeiten, Riemann-Roch, spezielle Mannigfaltigkeiten wie z.B. Grassmannsche oder komplexe Tori, Modulräume                                                       |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| Die Studierende sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Topologie (z.B. Schnitttheorie oder Modulräume). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden. |  |                                                                                                                                                                  |       |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                      |  | zweijährlich                                                                                                                                                     |       |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                    |  | 1 Semester                                                                                                                                                       |       |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                            |  | Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der auf Seite 98 beschriebenen Moduls der <i>Topologie</i> |       |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                    |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                            |       |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                  |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                               |       |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                           |  | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung                                                 |       |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                              |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                          |       |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                  |  | Typ                                                                                                                                                              | SWS   | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                  |       | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Algebraische Topologie II                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                | 2 + 1 |          | * |    | * |
| oder Riemannsche Flächen II                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                | 2 + 1 |          | * |    | * |
| oder Komplexe Geometrie II                                                                                                                                                                                                           |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                | 2 + 1 |          | * |    | * |

|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Geometrische Analysis, MaM-GA-gs</b>                                                                                                                                                        |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                     |     | CP: 13   |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Klassische Differentialgeometrie</i> : Grundlegende Themen der Differentialgeometrie wie Kurven und Flächen, Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken, Gaußkrümmung, Satz von Gauß-Bonnet                     |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns   |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen.                                                                                 |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Geometrische Evolutionsgleichungen</i> : Krümmungsflüsse für Kurven, Ricci-Fluss, mittlerer Krümmungsfluss, harmonischer Wärmefluss, Singularitäten-Modelle, Konvergenz und Kompaktheitsatz, Maximumsprinzip. |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Geometrische Variationsrechnung</i> : Mannigfaltigkeiten, Wärmeleitungsgleichung, Minimalflächen, isoperimetrisches Problem, Ströme, curve shortening flow, Fluss entlang mittlerer Krümmung.                 |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Geometrischen Analysis herangeführt.                                                         |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                  |  | jährlich                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                |  | 2 Semester                                                                                                                                                      |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                        |  | BaM-AN2, BaM-HA                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                           |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                              |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                              |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                       |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                          |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                         |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                              |  | Typ                                                                                                                                                             | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                 |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Klassische Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| oder Analysis auf Mannigfaltigkeiten                                                                                                                                                                             |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| oder Riemannsche Geometrie                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| oder Geometrische Evolutionsgleichungen                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| oder Geometrische Variationsrechnung                                                                                                                                                                             |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| UND                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Seminar Geometrische Analysis                                                                                                                                                                                    |  | Seminar                                                                                                                                                         | 2   | *        | * | *  | * |

Eine Spezialisierung auf dem Gebiet *Geometrische Analysis* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 101 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Geometrische Analysis, MaM-GA-k</b>                                                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Minimalflächen</i> : Erste und zweite Variation, Satz von Bernstein, Krümmungsabschätzungen, Plateau Problem.                                                                                                              |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Geometrische Maßtheorie</i> : Differentialformen, Ströme, Schnitte von normalen Strömen, rektifizierbare Ströme, Deformationssatz, Federer-Fleming-Kompaktheitssatz, Varifaltigkeiten.                                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Allgemeine Relativitätstheorie</i> : Semi-Riemannsche Geometrie, Lorentz-Transformationen, Bewegung im Gravitationsfeld, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschild-Metrik, Schwarze Löcher, Penrose Ungleichung.         |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Nichtlineare Probleme der Geometrie</i> : Yamabe Problem, optimaler Transport, harmonische Abbildungen, Relativitätstheorie, Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Geometrische Masstheorie, Einstein-Mannigfaltigkeiten. |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Nicht-glatte Differentialgeometrie</i> : Metrische Maß-Räume, synthetische Definition von Ricci-Schranken, Räume vom Typ $CD(K, N)$ , Differentialgeometrie auf RCD-Räumen.                                                |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.                                                                                                                                                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                               |  | jährlich/zweijährlich                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                             |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                     |  | BaM-AN2, BaM-HA                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                             |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                           |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                    |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                       |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                           |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 |    | 3 | 4 |
| Minimalflächen                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Geometrische Maßtheorie                                                                                                                                                                                                  |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Allgemeine Relativitätstheorie                                                                                                                                                                                           |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Nichtlineare Probleme der Geometrie                                                                                                                                                                                      |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Nicht-glatte Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |

| Modulbezeichnung: <b>Höhere Differentialgeometrie, MaM-HDG-gs</b>                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 | Gebiet: <b>Geom. Analysis</b> |          | Wahlpflicht | CP: 13 |   |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|-------------|--------|---|----|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| <i>Klassische Differentialgeometrie</i> : Krümmung und Torsion von Kurven, Gaußsche und mittlere Krümmung von Flächen, Sätze von Fenchel und Fáy-Milnor, Satz von Gauß-Bonnet, kovariante Ableitung, Geodätische und Jacobi-Felder, Ausblicke auf weiterführende Themen. |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| <i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns                                                           |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| <i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen.                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| <i>Darstellungen kompakter Liegruppen</i> : Liegruppen, Liealgebren, Darstellungen von Liegruppen und Liealgebren, maximale Tori, Satz von Peter-Weyl, Weylgruppe, Weyls Charakterformel.                                                                                |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| <i>Konvex- und Integralgeometrie</i> : Konvexe Mengen, Bewertungen, Hadwigers Theorem, Integralgeometrie des Euklidischen Raumes, translationsinvariante Bewertungen, Satz von McMullen.                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Differentialgeometrie herangeführt.                                                                                                                  |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                          | jährlich                                                                                                                                                        |                               |          |             |        |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 Semester                                                                                                                                                      |                               |          |             |        |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                | BaM-AN2, BaM-HA                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                        | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                           |                               |          |             |        |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                      | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                              |                               |          |             |        |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                               | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |                               |          |             |        |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                         |                               |          |             |        |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                      | Typ                                                                                                                                                             | SWS                           | Semester |             |        |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |                               | 1        | 2           | 3      | 4 |    |
| Klassische Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                                                                         | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2                           | *        | *           | *      | * | 9  |
| oder Analysis auf Mannigfaltigkeiten                                                                                                                                                                                                                                     | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2                           | *        | *           | *      | * | 9  |
| oder Riemannsche Geometrie                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2                           | *        | *           | *      | * | 9  |
| oder Darstellungen kompakter Liegruppen                                                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2                           | *        | *           | *      | * | 9  |
| oder Konvex- und Integralgeometrie                                                                                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2                           | *        | *           | *      | * | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 |                               |          |             |        |   |    |
| Seminar Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                                                                            | Seminar                                                                                                                                                         | 2                             | *        | *           | *      | * | 4  |

Eine Spezialisierung in *Höherer Differentialgeometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 103 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

| Modulbezeichnung: <b>Höhere Differentialgeometrie, MaM-HDG-k</b>   Gebiet: <b>Geom. Analysis</b>   Wahlpflicht   CP: 5                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|---|---|---|----|----|---|---|---|------------|-------------------|-----|---|---|---|---|---|------------------------------|-------------------|-----|---|---|---|---|---|---------------------------------|-------------------|-----|---|---|---|---|---|-----------------------------------------|-------------------|-----|---|---|---|---|---|--------------------------------|-------------------|-----|---|---|---|---|---|
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| <i>Liegruppen</i> : Liegruppen und Liealgebren, Exponentialabbildung, Klassische Matrixgruppen, Cliffordalgebren und Spingruppen, Kompakte Liegruppen.                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| <i>Symplektische Geometrie</i> : Symplektische Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Hamiltonsche Systeme, Kontaktmannigfaltigkeiten, Momentenabbildung.                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| <i>Geometrische Ungleichungen</i> : Brunn-Minkowski-Ungleichung, Steinersymmetrisierung, Isoperimetrische Ungleichung, Alexandrov-Fenchel-Ungleichung, Blaschke-Santaló-Ungleichung, Mahlervermutung. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| <i>Fourieranalysis und konvexe Mengen</i> : Konvexe Mengen, Polytope, Distributionen, Fouriertransformation, Busemann-Petty-Problem.                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| <i>Charakteristische Klassen</i> : Vektorbündel, Grassmannsche Mannigfaltigkeiten, Stiefel-Whitney Klassen, Euler Klasse, Thom Isomorphismus, Chern Klassen, Pontrjagin Klassen.                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                       | jährlich/zweijährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                             | BaM-AN2, BaM-HA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                     | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                   | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                            | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                               | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |          |   |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Liegruppen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Symplektische Geometrie</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Geometrische Ungleichungen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Fourieranalysis und konvexe Mengen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Charakteristische Klassen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> | Typ | SWS | Semester |   |   |   | CP | 1  | 2 | 3 | 4 | Liegruppen | Vorlesung + Übung | 2+1 | * | * | * | * | 5 | oder Symplektische Geometrie | Vorlesung + Übung | 2+1 | * | * | * | * | 5 | oder Geometrische Ungleichungen | Vorlesung + Übung | 2+1 | * | * | * | * | 5 | oder Fourieranalysis und konvexe Mengen | Vorlesung + Übung | 2+1 | * | * | * | * | 5 | oder Charakteristische Klassen | Vorlesung + Übung | 2+1 | * | * | * | * | 5 |
| Typ                                                                                                                                                                                                   | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |     | Semester |   |   |   |    | CP |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1   | 2   | 3        | 4 |   |   |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| Liegruppen                                                                                                                                                                                            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2+1 | *   | *        | * | * | 5 |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| oder Symplektische Geometrie                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2+1 | *   | *        | * | * | 5 |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| oder Geometrische Ungleichungen                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2+1 | *   | *        | * | * | 5 |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| oder Fourieranalysis und konvexe Mengen                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2+1 | *   | *        | * | * | 5 |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |
| oder Charakteristische Klassen                                                                                                                                                                        | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2+1 | *   | *        | * | * | 5 |    |    |   |   |   |            |                   |     |   |   |   |   |   |                              |                   |     |   |   |   |   |   |                                 |                   |     |   |   |   |   |   |                                         |                   |     |   |   |   |   |   |                                |                   |     |   |   |   |   |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----|---|---|--|---|
| Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Funktionalanalysis, MaM-FFA-gs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Wahlpflicht                                                                                                                                            | CP: 13 |          |    |   |   |  |   |
| Inhalte der Lehrveranstaltungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
| <p><i>Lineare Funktionalanalysis:</i> Normierte Räume, Separabilität und Vollständigkeit, Satz von Baire, stetige lineare Operatoren, Hilberträume, Orthonormalsysteme, Adjungierte Operatoren, Satz von Hahn-Banach, Dualität und schwache Konvergenz;<br/> dazu eine Auswahl folgender Themengebiete: Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
| Die Studierenden sind in der Lage, geeignete operatortheoretische Formulierungen für fortgeschrittene Problemstellungen aus der Analysis zu finden und abstrakte Begriffe und Resultate der fortgeschrittenen linearen Funktionalanalysis auf analytische Probleme anzuwenden.                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jährlich/zweijährlich                                                                                                                                  |        |          |    |   |   |  |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 Semester                                                                                                                                             |        |          |    |   |   |  |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Module BaM-AN, BaM-LA                                                                                                                                  |        |          |    |   |   |  |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                  |        |          |    |   |   |  |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                     |        |          |    |   |   |  |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |        |          |    |   |   |  |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                |        |          |    |   |   |  |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Typ                                                                                                                                                    | SWS    | Semester | CP |   |   |  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |        | 1 2 3 4  |    |   |   |  |   |
| Lineare Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                      | 4+2    |          | *  | * |   |  | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                        |        |          |    |   |   |  |   |
| Seminar zur fortgeschrittenen Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Seminar                                                                                                                                                | 2      |          |    | * | * |  | 4 |

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Funktionalanalysis mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 105 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Funktionalanalysis, MaM-FFA-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <p><i>Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis</i>: Auswahl folgender Themengebiete in Ergänzung zur Vorlesung 'Lineare Funktionalanalysis': Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> <p><i>Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren</i>: Abbildungsgrad von Brouwer, Leray-Schauder-Abbildungsgrad, Fixpunktsätze, Anwendungen auf Randwertprobleme für Differentialgleichungen.</p> <p><i>Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme</i>: Differenzierbarkeitseigenschaften nichtlinearer Operatoren, Gradientenfluss und Deformation von Subniveaumengen, Existenzsätze für kritische Punkte und Anwendungen.</p> <p><i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i>: Banachraumwertige Integrale, dissipative Operatoren, stark stetige Halbgruppen, lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen.</p> |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der fortgeschrittenen linearen und nichtlinearen Funktionalanalysis vergleichend zu bewerten und exemplarisch anzuwenden. Ferner haben Sie gelernt, Besonderheiten fortgeschrittener linearer und nichtlinearer Probleme sowohl im operatortheoretischen Rahmen als auch im Rahmen von Anwendungen (z.B. auf Differentialgleichungen) zu erkennen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | jährlich/zweijährlich                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Funktionalanalysis</i> sind dringend empfohlen |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |
| oder Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |
| oder Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |
| oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen, MaM-FPD-gs                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                            |     | CP: 13   |   |    |   |   |
| Inhalte der Lehrveranstaltungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| <p><i>Lineare Partielle Differentialgleichungen:</i> Darstellungsformeln für Lösungen grundlegender partieller Differentialgleichungen, Greenfunktionen, Sobolevräume, elliptische und parabolische Gleichungen zweiter Ordnung, Existenz und Regularität schwacher Lösungen, Maximumsprinzipien</p>                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| <p>Die Studierenden können verschiedene Typen partieller Differentialgleichungen unterscheiden und methodisch einordnen. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Bedeutung verschiedener Lösungsbegriffe in Theorie und Anwendung erworben und können sowohl grundlegende als auch fortgeschrittene analytische Methoden auf lineare partielle Differentialgleichungen anwenden.</p> |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | jährlich/zweijährlich                                                                                                                                                                  |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 2 Semester                                                                                                                                                                             |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Module BaM-AN, BaM-LA                                                                                                                                                                  |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                  |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                     |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Lineare partielle Differentialgleichungen; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                                |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Typ                                                                                                                                                                                    | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                        |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Lineare partielle Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                      | 4+2 |          | * | *  |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| Seminar zu partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Seminar                                                                                                                                                                                | 2   |          |   | *  | * | 4 |

Eine Spezialisierung in *Partielle Differentialgleichungen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 107 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen, MaM-FPD-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung</i>: Vollständige Integrale, Charakteristiken, Hamilton-Jacobi-Gleichungen, hyperbolische Erhaltungsgleichungen.</p> <p><i>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung</i>: nichtlineare Randwertprobleme, variationelle und topologische Methoden, Regularität schwacher Lösungen.</p> |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden können exemplarische Lösungsmethoden auf fortgeschrittene Problemstellungen im Zusammenhang mit nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen anwenden. Ferner haben Sie fortgeschrittene Kenntnisse über nichtlineare Phänomene und deren analytische Herleitung im Rahmen partieller Differentialgleichungen erworben.</p>                               |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | jährlich/zweijährlich                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Partielle DGLen'</i> sind dringend empfohlen   |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Nichtlineare partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |
| oder Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          |   | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Dynamische Systeme, MaM-DynSyst-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                     |     | CP: 13   |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| <i>Dynamische Systeme</i> : Invariante Mengen, Konjugation, wandernde und nicht-wandernde Punkte, $\omega$ -Grenzmengen, Attraktoren, absorbierende und attrahierende Mengen, Stabilität, Lyapunov-Funktionen, Morse-Zerlegung, invariante Maße, Linearisierung, Multiplikativer Ergodensatz, Lyapunov-Exponenten |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br>Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Theorie der Dynamischen Systeme herangeführt.                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | jährlich bis zweijährlich                                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | zwei Semester                                                                                                                                                   |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA, BaM-LA1, BaM-LA2                                                                                                                      |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                           |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                               |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                              |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                        |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                         |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Typ                                                                                                                                                             | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                 |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Dynamische Systeme                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * | *  | * |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Seminar zu Dynamischen Systemen                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Seminar                                                                                                                                                         | 2   | *        | * | *  | * |

Eine Spezialisierung auf dem Gebiet *Dynamische Systeme* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 109 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91 (5 CP) oder zusammen mit dem hier beschriebenen Modul als kombiniertes Modul MaM-GA-gks (18 CP) gewählt werden.

|                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Dynamische Systeme, MaM-DynSyst-k</b>                                                                                                                                                      |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Zufällige dynamische Systeme</i> : Erzeugung, Kozykel, Schiefprodukt-Fluss über messbarem System, zufällige Mengen, zufällige Attraktoren, invariante Maße, Zusammenhang Schiefprodukt und Markov-Halbgruppe |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Nichtautonome dynamische Systeme</i> : Schiefprodukt-Fluss, Pullback- und Vorwärtskonvergenz, Attraktoren                                                                                                    |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Bifurkationstheorie</i> : Konzepte, lokale Bifurkationen: Sattel-Knoten, transkritische, Pitchfork, Hopf, Periodenverdoppelung; globale Bifurkationen, homokline und heterokline Orbits.                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Ergodentheorie</i> : Ergodensätze, maßtheoretische und topologische Entropie, Konjugiertheit, Invarianten                                                                                                    |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Lyapunov-Exponenten und Entropie</i> : invariante Maße für Diffeomorphismen, Lyapunov-Exponenten, Entropie, SRB-Maße                                                                                         |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i> : siehe MaM-FFA-k                                                                                                                                  |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br>Die Studierenden vertiefen die Kenntnisse in Dynamischen Systemen und sind in der Lage, verschiedene Klassen dynamischer Systeme zu identifizieren und zu analysieren.  |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                 |  | jährlich bis zweijährlich                                                                                     |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                               |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                       |  | BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA, BaM-LA1, BaM-LA2                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                               |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                             |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                      |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                         |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                             |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 |    | 3 | 4 |
| Zufällige dynamische Systeme                                                                                                                                                                                    |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Nicht-autonome dynamische Systeme                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Bifurkationstheorie                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Ergodentheorie                                                                                                                                                                                             |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Lyapunov-Exponenten und Entropie                                                                                                                                                                           |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen                                                                                                                                                      |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|--------|---|---|----|
| Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Numerik, MaM-FN-gs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        | Wahlpflicht |          | CP: 13 |   |   |    |
| Inhalte der Lehrveranstaltungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
| <p><i>Numerik von Differentialgleichungen:</i> Numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. Ein- und Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta-Methoden, Steifigkeit und Stabilität, linear implizite Methoden, Randwertprobleme). Ausblick auf numerische Lösungsverfahren für partielle Differentialgleichungen.</p> <p><i>Optimierung und inverse Probleme:</i> Numerische Lösungsverfahren zur Behandlung unrestringierter Optimierungs- und Identifikationsprobleme (z.B. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, globalisierte Verfahren, Ausgleichsprobleme). Ausblick auf die restringierte Optimierung (z.B. Lineare Optimierung, Optimalitätsbedingungen, numerische Verfahren für nichtlineare restringierte Probleme) oder globale Optimierungsprobleme.</p> <p><i>Numerische Dynamik:</i> Durch gewöhnliche Differentialgleichungen erzeugte dynamische Systeme, Theorie zeitkontinuierlicher Systeme und deren Verhalten, durch numerische Verfahren erzeugte zeitdiskrete Systeme, Wirkung von Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren auf Attraktoren, Sattelpunkte und Hamiltonsche Systeme.</p> <p><i>Seminar zur fortgeschrittenen Numerik:</i> verschiedene fortgeschrittene Themen aus der Numerik</p> |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
| Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | jährlich                                                                                                                                               |             |          |        |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 Semester                                                                                                                                             |             |          |        |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | BaM-NM                                                                                                                                                 |             |          |        |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                  |             |          |        |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                     |             |          |        |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |             |          |        |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                |             |          |        |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Typ                                                                                                                                                    | SWS         | Semester |        |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                        |             | 1        | 2      | 3 | 4 |    |
| Numerik von Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                      | 4+2         | *        | *      | * | * | 9  |
| oder Optimierung und inverse Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                                                                                      | 4+2         | *        | *      | * | * | 9  |
| oder Numerische Dynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vorlesung + Übung                                                                                                                                      | 4+2         | *        | *      | * | * | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                        |             |          |        |   |   |    |
| Seminar Fortgeschrittene Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Seminar                                                                                                                                                | 2           | *        | *      | * | * | 4  |

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Numerik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 111 angegebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Numerik, MaM-FN-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i> : Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite-Differenzen-, Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren, Linienmethoden).                                                                                                                                                      |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme</i> : Fortgeschrittene Themen der Optimierung und der inversen Probleme (z.B. restringierte Optimierung, Regularisierung schlecht-gestellter inverser Probleme oder inverse Probleme partieller Differentialgleichungen)                                                                            |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Numerik</i> : Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.                                                                                                                                                   |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Quadraturverfahren</i> : Eindimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren; Mehrdimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren, Dünngitterverfahren; Quadratur-Algorithmen: Fehlerschätzung, adaptive Verfeinerung; |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Monte Carlo-Methoden</i> : Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.                                                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.                                                                                                                                              |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | jährlich                                                                                                      |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | BaM-NM                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 |    | 3 | 4 |
| Numerik partieller Differentialgl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Stochastische Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Quadraturverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Monte-Carlo-Verfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                            |     |          |   |    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: Fortg. Numer. Finanzmath., MaM-FNFM-gs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                                |     | CP: 13   |   |    |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Computational Finance</i>: Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.</p> <p><i>Seminar zu Fortgeschrittene Numerische Finanzmathematik</i>: verschiedene Themen aus der fortgeschrittenen Numerischen Finanzmathematik</p>                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                            |     |          |   |    |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in der Thematik von numerischen Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme. Sie sind nicht nur in der Lage diese im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz zu analysieren, sondern auch fähig die Verfahren zu verbessern. Im Vordergrund steht weiter die Anwendung und Erweiterung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.</p> |  |                                                                                                                                                                            |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | zweijährlich                                                                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | 2 Semester                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | BaM-NM                                                                                                                                                                     |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                      |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                         |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Computational Finance</i> ; 45-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                                    |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Typ                                                                                                                                                                        | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                            |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Computational Finance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                          | 4+2 |          | * |    |   |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                            |     |          |   |    |   |
| Seminar Fortg. Num. Finanzmath.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Seminar                                                                                                                                                                    | 2   |          |   | *  |   |

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Numerischer Finanzmathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 113 angegebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               |       |          |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Fortg. Numer. Finanzmath., MaM-FNFM-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Wahlpflicht                                                                                                   | CP: 5 |          |    |   |   |
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Inverse Probleme in der Finanzmathematik</i>: Parameterschätzung bei stochastischen Modellen, Maximum-Likelihood-Verfahren, Parameter-Kalibrierung, Optimierung.</p> <p><i>Stochastische Numerik</i>: Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.</p> <p><i>Monte Carlo-Methoden</i>: Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.</p> |                                                                                                               |       |          |    |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden erhalten forschungsorientiertes Wissen in der Thematik von numerischen Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme. Sie sind nicht nur in der Lage diese im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz zu analysieren, sondern auch fähig komplexe Verfahren eigenständig zu verbessern. Im Vordergrund steht weiter die Anwendung und Erweiterung komplizierter Verfahren aus der aktuellen Forschung mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.</p>                                                                                                                                                        |                                                                                                               |       |          |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | zweijährlich                                                                                                  |       |          |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 Semester                                                                                                    |       |          |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | BaM-NM                                                                                                        |       |          |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Deutsch oder Englisch                                                                                         |       |          |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |       |          |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |       |          |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | bestandene Modulprüfung                                                                                       |       |          |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Typ                                                                                                           | SWS   | Semester | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               |       | 1 2 3 4  |    |   |   |
| Inverse Probleme der Finanzmath. oder Stochastische Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1   |          | *  |   | 5 |
| oder Monte-Carlo-Verfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1   |          |    | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Advanced Discrete a. Computational Math., MaM-ADCM-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                     |     | CP: 13   |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| <i>Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen</i> : Polynomiale Gleichungssysteme, kombinatorische kommutative Algebra, Gröbnerbasen und Polytope, algorithmische Idealtheorie, endliche Varietäten, reelle Nullstellen, symbolische Methoden zur ganzzahligen Optimierung                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| <i>Diskrete und konvexe Geometrie</i> : Konvexität, Modelle der diskreten und konvexen Geometrie (Polytope, Polyeder, Punktkonfigurationen, Gitter, Gitterpunkte in Polytopen), algorithmische Fragestellungen                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| <i>(Lineare und kombinatorische) Optimierung</i> : Geometrische Grundlagen der Optimierung, lineare Optimierung, Dualitätstheorie, Optimierungsalgorithmen, kombinatorische Aufgabenstellungen, ganzzahlige Probleme, Graphenprobleme, Optimierungsmodelle der Spieltheorie                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| <i>Semidefinite Optimierung und positive Polynome</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, polynomiale Optimierungsprobleme, SDP und reelle algebraische Geometrie, Positivstellensätze, Relaxationen von Lasserre und Parrilo, $\Theta$ -Körper |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| <i>Tropische Geometrie</i> : Der tropische Semiring $(R, \max, +)$ , tropische Hyperebenen, geometrische Kombinatorik, kombinatorische tropische Geometrie, tropische Varietäten, tropische Basen, Anwendungen der tropischen Geometrie                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben fortgeschrittene Arbeitstechniken der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik erlernt.                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | jährlich                                                                                                                                                        |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 2 Semester                                                                                                                                                      |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM                                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                           |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                              |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                                                                                                                                             | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                 |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * |    |   | 9 |
| oder Diskrete und konvexe Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * |    |   | 9 |
| oder (Lineare und kombinatorische) Optimierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * |    |   | 9 |
| oder Semidefinite Optimierung und positive Polynome                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * |    |   | 9 |
| oder Tropische Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                               | 4+2 | *        | * |    |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Seminar                                                                                                                                                         | 2   |          | * | *  |   | 4 |

Eine Spezialisierung in *Advanced Discrete and Computational Mathematics* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 115 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Advanced Discrete a. Computational Math., MaM-ADCM-k</b>                                                                                                                                                                |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Semidefinite Optimierung</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, SDP-basierte Relaxationen                 |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Polynomiale und semialgebraische Optimierung</i> : Momentenmethode, Positivstellensätze, positive Polynome und Optimierung, Dualität, Struktur von Polynomkegeln, LP-Relaxationen, semidefinite Relaxationen, geometrische Programmierung |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Polynome</i> : Nullstellen von Polynomen, Geometrie und Kombinatorik von Polynomen, stabile Polynome, Geometrie und Kombinatorik von Amöben, algorithmische Methoden                                                                      |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Spektraeder</i> : Geometrie und Kombinatorik von Spektraedern, Polytope und Spektraeder, Geometrie semidefiniter Programme, Dualität, Projektionen von Spektraedern                                                                       |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Diskrete und konvexe Geometrie 2</i> : Fortgeschrittene und aktuelle Themen zur diskreten und konvexen Geometrie und ihren Anwendungen                                                                                                    |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| <i>Mathematische Spieltheorie</i> : strategische Spiele, Nash-Gleichgewichte, Bimatrixspiele, $n$ -Personen-Spiele, extensive Spiele, kooperative Modelle, algorithmische Aspekte                                                            |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden sind an aktuelle, forschungsorientierte Themen der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik herangeführt worden.                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus:                                                                                                                                                                                                                              |  | jährlich                                                                                                      |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                            |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                    |  | BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM                                                                  |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                            |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                          |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                   |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                      |  | bestandene Modulprüfung                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                          |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Semidefinite Optimierung                                                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Polynomiale und semialgebraische Optimierung                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Polynome                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Spektraeder                                                                                                                                                                                                                             |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Diskrete und konvexe Geometrie 2                                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |
| oder Mathematische Spieltheorie                                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 | *        | * | *  | * | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen, MaM-DASA-gs</b>                                                                                                                         | Wahlpflicht                                                                                                                                                 | CP: 13 |          |   |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Gitterpolytope</i> : Gitter, Polytope, Gitterpunkterzeugendenfunktionen Endlichkeitsresultate, Gorenstein Polytope, unimodulare Triangulierungen                                                                |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Geometrie der Zahlen</i> : Gitter, Konvexität, Minkowskis Sätze, Erweiterungen und Anwendungen, LLL-Algorithmus, SVP/CVP und Anwendungen                                                                        |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Ganzzahlige Optimierung</i> : Lineare Optimierung und Dualität, IP-Modelle, Schnittebenenverfahren, totale Unimodularität, polyedrische Kombinatorik                                                            |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Kombinatorik</i> : fundamentale Koeffizienten, Graphentheorie, Hypergraphen und Mengensysteme, erzeugende Funktionen, enumerative Kombinatorik, Polynommethode                                                  |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Torische Varietäten</i> : Kegel und affine torische Varietäten, Fächer und normale torische Varietäten, Divisoren, Linienbündel, Kohomologie                                                                    |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Kombinatorische kommutative Algebra</i> : Monomideale, (zelluläre) Auflösungen, Alexanderdualität, Gitterideale, Gröbnerbasen & Triangulierungen                                                                |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <i>Tropische Geometrie</i> : wie auf Seite 114 beschrieben                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen herangeführt. |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                | zweijährlich                                                                                                                                                |        |          |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                  | 2 Semester                                                                                                                                                  |        |          |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                          | Empfohlen sind Grundkenntnisse der algebraischen Geometrie oder der kommutativen Algebra (siehe Seite 48 und ??)                                            |        |          |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |        |          |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |        |          |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                         | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung, 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |        |          |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP                                                                                                                                                                             | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |        |          |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                | Typ                                                                                                                                                         | SWS    | Semester |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |        | 1        | 2 | 3 | 4 |    |
| Gitterpolytope                                                                                                                                                                                                     | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Geometrie der Zahlen                                                                                                                                                                                          | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Ganzzahlige Optimierung                                                                                                                                                                                       | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Kombinatorik                                                                                                                                                                                                  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Torische Varietäten                                                                                                                                                                                           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Komb. komm. Algebra                                                                                                                                                                                           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Tropische Geometrie                                                                                                                                                                                           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Seminar                                                                                                                                                                                                            | Seminar                                                                                                                                                     | 2      |          |   | * | * | 4  |

Eine Spezialisierung in *Diskrete und Algebraische Strukturen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 117 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 46.

|                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen, MaM-DASA-k</b>                                                                                                                          |  | Wahlpflicht                                                                                                      |     | CP: 5    |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Polynomielle Gleichungssysteme</i> : Symbolische und numerische Methoden zum Lösen polynomieller Gleichungssysteme                                                                                              |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Lineare Algebraische Gruppen II</i> Parabolische, Flaggenvarietäten, Strukturtheorie linearer algebraischer Gruppen                                                                                             |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Wurzelsysteme</i> : Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkin-Diagramme, Klassifikation                                                                              |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Affine Halbgruppen</i> : Erzeuger und Syzygien von Gitteridealen, lokale Kohomologie von Halbgruppenringen                                                                                                      |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Triangulierungen</i> : Triangulierungen von Punktfigurationen, Sekundärpolytop, Cayley-Trick                                                                                                                    |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| <i>Weiterführende Themen der kombinatorischen Algebra</i> : Verschiedene Themen wie Stanley-Reisner-Ringe, topologische Kombinatorik, Bewertungen und Polytopalgebra                                               |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen herangeführt. |  |                                                                                                                  |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                |  | zweijährlich                                                                                                     |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                  |  | 1 Semester                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                          |  | Empfohlen sind Grundkenntnisse der algebraischen Geometrie oder der kommutativen Algebra (siehe Seite 48 und 48) |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                  |  | Deutsch oder Englisch                                                                                            |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                         |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung    |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP                                                                                                                                                                             |  | bestandene Modulprüfung                                                                                          |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                |  | Typ                                                                                                              | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                  |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Polynomielle Gleichungssysteme                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Algebraische Gruppen                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Wurzelsysteme                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Affine Halbgruppen                                                                                                                                                                                            |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Triangulierungen                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder W. Themen d. komb. Alg.                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                                | 2+1 |          | * | *  |   |

Zusätzlich zu der auf Seite 116 angegebenen Möglichkeit kann man eine Spezialisierung in *Diskrete und Algebraische Strukturen* mit 18 CP auch durch Hinzunahme eines Seminars aus diesem Gebiet (siehe Seite 116) und einer der folgenden Lehrveranstaltungen erreichen: *Algebraische Geometrie I* (siehe Seite 92), *Lineare Algebraische Gruppen I* (siehe Seite 94), *Torische Varietäten* (siehe Seite 116), *Kombinatorische kommutative Algebra* (siehe Seite 116), *Darstellungen kompakter Liegruppen* (siehe Seite 100).

| Modulbezeichnung: <b>Probabilistische und Extremale Kombinatorik, MaM-PEK-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Wahlpflicht                                                                                                                                                 | CP: 13 |          |   |   |   |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---|---|---|----|
| <p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Extremale Kombinatorik</i>: Extremale Graphen- und Hypergraphentheorie, Regularitätsmethode, Quasizufälligkeit, graph limits, Expandergraphen, dependent random choice, Ramseysätze, property testing, algorithmische Aspekte</p> <p><i>Probabilistische Kombinatorik</i>: probabilistische Methoden in der Diskreten Mathematik, algorithmische Aspekte</p> <p><i>Mathematik von Phasenübergängen</i>: Boltzmann-Verteilung, Entropie, klassische und mean-field-Modelle, Belief Propagation, rigorose Analyse der freien Energie, Anwendungen in der diskreten Mathematik</p> |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden erlangen ein tiefes Verständnis in der Extremalen und Probabilistischen Kombinatorik und sind für deren Anwendungsmöglichkeiten sensibilisiert. Ferner können sie sich selbstständig mit den aktuellen Fragestellungen befassen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | zweijährlich                                                                                                                                                |        |          |   |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 Semester                                                                                                                                                  |        |          |   |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM sowie <i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> (siehe Seite 121)                                       |        |          |   |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | deutsch oder englisch                                                                                                                                       |        |          |   |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |        |          |   |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung, 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |        |          |   |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |        |          |   |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Typ                                                                                                                                                         | SWS    | Semester |   |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                             |        | 1        | 2 | 3 | 4 |    |
| Extremale Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Probabilistische Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| oder Mathematik von Phasenübergängen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2    | *        | * |   |   | 9  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |        |          |   |   |   |    |
| Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Seminar                                                                                                                                                     | 2      |          |   | * | * | 4  |

Eine Spezialisierung in Probabilistischer und Extremaler Kombinatorik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 119 beschriebenen Lehrveranstaltungen oder auch durch Hinzunahme einer der folgenden Lehrveranstaltungen: Stochastische Analyse von Algorithmen (2+1 SWS), Stochastische Konzentrationsungleichungen (2+1 SWS).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Probabilistische und Extremale Kombinatorik, MaM-PEK-k</b>                                                                                                                                                                                                               |  | Wahlpflicht                                                                                                           |     | CP: 5    |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| <i>Additive Kombinatorik</i> : Sumsets, diskrete Fourieranalysis, Methoden aus der Graphentheorie, Ramseytheorie, Polynommethode, Szemerédi's Theorem, Green-Tao Theorem                                                                                                                      |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| <i>Analytische Kombinatorik</i> : Grundlagen der enumerativen Kombinatorik, symbolische Methoden, erzeugende Funktionen, Singularitätsanalyse, Grenzwertsätze, Anwendungen auf Fragestellungen der diskreten Mathematik                                                                       |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| <i>Markovketten und zufälliges Erzeugen</i> : Konvergenzsätze, mixing time, Metropolisprozess und Glauber dynamics, couplings, Anwendungen auf Modelle der statistischen Physik                                                                                                               |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| <i>Zufällige Graphen</i> : Erdős-Rényi und verwandte Modelle, giant component, Schwellenwertfunktionen, zero-one-laws                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| Die Studierenden erlangen ein Verständnis für die aktuelle Forschung in der Extremalen und Probabilistischen Kombinatorik und sind für deren Anwendungsmöglichkeiten sensibilisiert. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden. |  |                                                                                                                       |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                           |  | zweijährlich                                                                                                          |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | 1 Semester                                                                                                            |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                     |  | BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM sowie <i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> (siehe Seite 121) |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                             |  | deutsch oder englisch                                                                                                 |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                           |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                    |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                    |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung         |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP                                                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Typ                                                                                                                   | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                       |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Additive Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Vorlesung + Übung                                                                                                     | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Analytische Kombinatorik                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                                     | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder Markovketten und zufälliges Erzeugen                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                                     | 2+1 |          | * | *  |   |
| oder zufällige Graphen                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Vorlesung + Übung                                                                                                     | 2+1 |          | * | *  |   |

|                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastik, MaM-STO-gs</b>                                                                                                                                                  |  | Wahlpflicht                                                                                                                                                 |     | CP: 13 *) |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| <i>Höhere Stochastik</i> : Grundlagen der Maßtheorie, Summen unabhängiger Zufallsvariabler, große Abweichungen, schwache Konvergenz, charakteristische Funktionen, Martingale, Invarianzprinzip. |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| <i>Stochastische Prozesse</i> : Markov-Ketten, bedingte Erwartung und Martingale, Poisson-/ Punkt-/ Erneuerungsprozesse, Brownsche Bewegung, Stochastisches Integral und Itô-Formel.             |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| Die Studierenden beherrschen die zentralen Kapitel der Wahrscheinlichkeitstheorie und sind in der Lage, wichtige Klassen zufälliger Prozesse forschungsorientiert zu analysieren.                |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                              |  | jährlich                                                                                                                                                    |     |           |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                |  | 1 Semester                                                                                                                                                  |     |           |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                        |  | BaM-ES                                                                                                                                                      |     |           |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                       |     |           |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                              |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                          |     |           |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                       |  | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |           |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                          |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                                                     |     |           |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                              |  | Typ                                                                                                                                                         | SWS | Semester  |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                             |     | 1         | 2 | 3  | 4 |
| Höhere Stochastik                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2 | *         |   | *  |   |
| oder Stochastische Prozesse                                                                                                                                                                      |  | Vorlesung + Übung                                                                                                                                           | 4+2 |           | * |    | * |
| UND                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                             |     |           |   |    |   |
| Seminar zur Stochastik                                                                                                                                                                           |  | Seminar                                                                                                                                                     | 2   |           | * | *  |   |

Eine Spezialisierung in Stochastik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 121 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastik, MaM-STO-k</b>                                                                                                                                                                                                                          |  | Wahlpflicht                                                                                                              |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Zufällige rekursive Strukturen</i> : Selbstähnliche zufällige Objekte, zufällige Bäume, rekursive Algorithmen, Wahrscheinlichkeitsmetriken, stochastische Fixpunktgleichungen, Kontraktionsmethode.                                                                  |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Martingalprobleme</i> : infinitesimale Beschreibung stochastischer Prozesse, starke Markov-Eigenschaft, Martingalprobleme, Anwendung auf Fleming-Viot-Prozess.                                                                                                       |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Schwache Konvergenz</i> : Prokorov-Metrik, relative Kompaktheit, schwache Konvergenz auf $C[0, 1]$ und $D[0, 1]$ , Satz von Donsker.                                                                                                                                 |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i> : Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i> , Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung.   |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Modelle der Populationsgenetik</i> : Diffusionsapproximation, Fleming-Viot-Prozesse, Coale-scents, Mutation, Selektion, Rekombination.                                                                                                                 |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| <i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> : Chernoff-Schranken, Martingalmethoden, Talagrand's Induktionsmethode, logarithmische Sobolev-Ungleichung, Anwendungen auf randomisierte Algorithmen, stoch. Analyse von Algorithmen und kombinatorische Optimierung. |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der mathematischen Theorie der Stochastik. Sie sind an die aktuelle Forschung herangeführt und haben Einblick in die Anwendungen.                                                                                           |  |                                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                     |  | jährlich                                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 1 Semester                                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                               |  | BaM-ES; Empfohlen sind Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Stochastische Prozesse</i> und <i>Höhere Stochastik</i> |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                       |  | Deutsch oder Englisch                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                     |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung(z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                               |  | 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung                                |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                 |  | bestandene Modulprüfung                                                                                                  |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Typ                                                                                                                      | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                          |     | 1        | 2 |    | 3 | 4 |
| Zufällige rekursive Strukturen                                                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 |          | * |    | * | 5 |
| oder Martingalprobleme                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 |          | * | *  | * |   |
| oder Schwache Konvergenz                                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 |          | * | *  | * | 5 |
| oder Stochastische Analyse von Algorithmen                                                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 | *        |   | *  |   |   |
| oder Stochastische Modelle der Populationsgenetik                                                                                                                                                                                                                       |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 |          | * | *  | * | 5 |
| oder Stochastische Konzentrationsungleichungen                                                                                                                                                                                                                          |  | Vorlesung + Übung                                                                                                        | 2+1 |          | * | *  | * |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|----------|---|---|----|
| Modulbezeichnung: <b>Statistik, MaM-STA-ks</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         | Wahlpflicht |          | CP: 9 *) |   |   |    |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| <i>Statistik 1</i> : Darstellen von Daten, Lage und Skala, Schätzen mit Konfidenz, Testen von Hypothesen (Permutationstest, t-Test, Chi-Quadrat-Test), Likelihood, Lineare Modelle, Varianzanalyse, Regression und Korrelation, Datenanalyse mit dem statistischen Programmpaket R. |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| <i>Statistisches Praktikum</i> : verschiedene Themen aus der Statistik im Zusammenwirken mit Anwendern                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in statistischer Modellierung und der Analyse von Zufälligkeit. Sie sind kompetent, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren und mit Anwendern zu diskutieren.                                                                |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                 | jährlich                                                                                                                                                                                |             |          |          |   |   |    |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1 Semester                                                                                                                                                                              |             |          |          |   |   |    |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                           | BaM-ES                                                                                                                                                                                  |             |          |          |   |   |    |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                   | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                   |             |          |          |   |   |    |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                 | LN: Übungsaufgaben                                                                                                                                                                      |             |          |          |   |   |    |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                          | 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Statistik 1</i> ; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum <i>Statistischen Praktikum</i> |             |          |          |   |   |    |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                             | bestandene Modulprüfung.                                                                                                                                                                |             |          |          |   |   |    |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                 | Typ                                                                                                                                                                                     | SWS         | Semester |          |   |   | CP |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                         |             | 1        | 2        | 3 | 4 |    |
| Statistik 1                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                       | 2+1         | *        |          | * |   | 5  |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                         |             |          |          |   |   |    |
| Statistisches Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                             | Seminar                                                                                                                                                                                 | 2           |          | *        |   | * | 4  |

Eine Spezialisierung in Statistik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 70 beschriebenen Lehrveranstaltungen *Stochastische Prozesse* oder *Höhere Stochastik*, siehe dazu Seite 91.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|
| Modulbezeichnung: <b>Statistik, MaM-STA-k</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Wahlpflicht                                                                                                   |     | CP: 5    |   |    |   |
| Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| <i>Statistik 2</i> : Ausgewählte Themen der multivariaten Statistik, Hauptkomponentenanalyse, Kovarianzanalyse, Verallgemeinertes lineares Modell, logistische Regression, Prinzipien der Modellwahl.                                                                                                                           |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| <i>Zeitreihen</i> : Stochastische Prozesse für die Analyse von Zeitreihen, inferenzstatistische Probleme bei Zeitreihen.                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse in statistischer Modellierung und der Analyse von Zufälligkeit. Sie sind kompetent, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren und mit Anwendern zu diskutieren. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden. |  |                                                                                                               |     |          |   |    |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | jährlich                                                                                                      |     |          |   |    |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 1 Semester                                                                                                    |     |          |   |    |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Empfohlen sind Kenntnisse im Umfang der Statistik 1                                                           |     |          |   |    |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Deutsch oder Englisch                                                                                         |     |          |   |    |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                            |     |          |   |    |   |
| Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                      |  | Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung |     |          |   |    |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | bestandene Modulprüfung.                                                                                      |     |          |   |    |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Typ                                                                                                           | SWS | Semester |   | CP |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                               |     | 1        | 2 | 3  | 4 |
| Statistik 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          | * |    | * |
| oder Zeitreihen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Vorlesung + Übung                                                                                             | 2+1 |          | * | *  | * |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Finanzmathematik in stetiger Zeit, MaM-KF-gs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Wahlpflicht                                                                                                |     | CP: 13   |   |    |   |   |
| Inhalte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| <p><i>Vorlesung Finanzmathematik in stetiger Zeit:</i> Semimartingaltheorie, Lévy-Prozesse, stochastische Volatilitätsmodelle, Martingaldarstellungssatz, exotische Optionen, Wertpapiere mit Dividenden, Forwards/Futures, Zinsstrukturmodelle, Kreditrisiko, optimales Stoppen und Derivate amerikanischen Typs, stochastische Kontrolltheorie, Modellierung von Marktunvollkommenheiten</p> |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Finanzmathematik in stetiger Zeit erworben und einen Einblick in die Anwendungen gewonnen.                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | zweijährlich                                                                                               |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | 1 Semester                                                                                                 |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | BaM-SAN                                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                                                                                      |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                         |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung(z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | 30-minütige Prüfung zur Vorlesung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                                                                                    |     |          |   |    |   |   |
| Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | –                                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                                                                                        | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                            |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Finanzmathematik in stetiger Zeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vorlesung + Übung                                                                                          | 4+2 | *        |   |    |   | 9 |
| UND                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                            |     |          |   |    |   |   |
| Finanzmathematisches Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Seminar                                                                                                    | 2   | *        |   |    |   | 4 |

Eine Spezialisierung in Finanzmathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer zweistündigen Mastervorlesung aus den Bereichen Stochastik oder Numerik.

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                |     |          |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Stochastische Analysis mit Finanzmathe, MaM-StochAna-ks</b>                                                                                                                                                                                           |  | Wahlpflicht                                                                                                    |     | CP: 9    |   |    |   |   |
| <p>Inhalte:<br/> Stochastisches Integral für linksstetige Integranden und Semimartingale als Integratoren, Itô-Formel, Girsanov-Meyer-Theorem, Vermögensdynamiken in stetiger Zeit, Black-Scholes-Modell, implizite Volatilitäten, Sprungrisiko</p>                        |  |                                                                                                                |     |          |   |    |   |   |
| <p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:<br/> Die Studierenden kennen Ideen aus der stochastischen Analysis und besitzen einen Einblick in die zeitstetige Modellierung von Finanzmärkten. Sie studieren fortgeschrittene Modelle, die in der Praxis angewendet werden.</p> |  |                                                                                                                |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                                        |  | jährlich                                                                                                       |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                                          |  | 2 Semester                                                                                                     |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                                  |  | bestandene Modulprüfungen in BaM-HA und BaM-ES, zudem wird die Vorlesung „Stochastische Prozesse“ empfohlen    |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                                          |  | Deutsch oder Englisch                                                                                          |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                                        |  | LN: Übungsaufgaben                                                                                             |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                                           |  | 20-30-minütige mündliche Prüfung zur Vorlesung, 90-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                                    |  | bestandene Modulprüfungen                                                                                      |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Typ                                                                                                            | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Stochastische Analysis mit Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                |  | Vorlesung + Übung                                                                                              | 2+1 |          | * |    |   | 5 |
| UND Finanzmathematisches Seminar                                                                                                                                                                                                                                           |  | Seminar                                                                                                        | 2   |          |   | *  |   | 4 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                |     |          |   |    |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-----|----------|---|----|---|---|
| Modulbezeichnung: <b>Zeitdiskrete Finanzmathematik, MaM-DisFin-k</b>                                                                                                                                                                                           |  | Wahlpflicht                                    |     | CP: 5    |   |    |   |   |
| Inhalte:                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                |     |          |   |    |   |   |
| Mathematische Modellierung zeitdiskreter Finanzmärkte, No-Arbitrage-Prinzip, zeitdiskrete Martingale, Maßwechsel, Derivate europäischen Typs, vollständige und unvollständige Märkte, kohärente Risikomaße, Nutzenoptimierung                                  |  |                                                |     |          |   |    |   |   |
| Qualifikationsziele und Kompetenzen:                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                |     |          |   |    |   |   |
| Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe der stochastischen Finanzmathematik, das Zusammenspiel aus Modellierung und mathematischer Beweisführung und sie besitzen fortgeschrittene Kenntnisse über komplexe Finanzprodukte und ihre Bewertung. |  |                                                |     |          |   |    |   |   |
| Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):                                                                                                                                                                                                            |  | jährlich                                       |     |          |   |    |   |   |
| Dauer des Moduls:                                                                                                                                                                                                                                              |  | 1 Semester                                     |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:                                                                                                                                                                                                                      |  | bestandene Modulprüfungen in BaM-HA und BaM-ES |     |          |   |    |   |   |
| (ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:                                                                                                                                                                                                                              |  | Deutsch oder Englisch                          |     |          |   |    |   |   |
| Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):                                                                                                                                                                                                            |  | LN: Übungsaufgaben                             |     |          |   |    |   |   |
| Modulprüfung sowie Prüfungsform:                                                                                                                                                                                                                               |  | 20-30-minütige mündliche Prüfung               |     |          |   |    |   |   |
| Voraussetzungen für die Vergabe der CP:                                                                                                                                                                                                                        |  | bestandene Modulprüfung                        |     |          |   |    |   |   |
| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                            |  | Typ                                            | SWS | Semester |   | CP |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                |     | 1        | 2 | 3  | 4 |   |
| Einführung in die Stochastische Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                               |  | Vorlesung + Übung                              | 2+1 |          | * |    |   | 5 |

| <b>Kolloquiumsmodul</b>  | <b>MaM-K</b> | <b>CP: 5</b> |
|--------------------------|--------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>   | <i>CP</i>    |
| Oberseminar              | 2            | 2            |
| Abschlussseminar         | 2            | 3            |

| <b>Masterarbeit</b>      | <b>MaM-Ma</b> | <b>CP: 30</b> |
|--------------------------|---------------|---------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i> | <i>SWS</i>    | <i>CP</i>     |
| Masterarbeit             | –             | 30            |

## Anhang 6: Modulbeschreibungen/Master/Professionalisierungsbereich

| <b>Professionalisierung 1</b> | <b>MaM-PR1</b> | <b>CP: 9</b> |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>      | <i>SWS</i>     | <i>CP</i>    |
| Berufspraktikum               | –              | 9            |
| <i>oder</i>                   |                |              |
| Tutoriumsleitung              | –              | 9            |

| <b>Professionalisierung 2</b>             | <b>MaM-PR2</b> | <b>CP: 6</b> |
|-------------------------------------------|----------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>                  | <i>SWS</i>     | <i>CP</i>    |
| Lehrveranstaltung nach Wahl               | 2 V            | 3            |
| Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten | 2 S            | 3            |

## Anhang 7: Modulbeschreibungen/Master/Anwendungsfach

Hier sind die Anwendungsfächer für das Masterstudium ausgeführt

| <i>Anwendungsfach</i>      | <i>FB</i> | <i>Seite</i> |
|----------------------------|-----------|--------------|
| Betriebswirtschaftslehre   | 02        | 130          |
| Finanzwirtschaft (Finance) | 02        | 131          |
| Volkswirtschaftslehre      | 02        | 132          |
| Geowissenschaften          | 11        | 133          |
| Meteorologie               | 11        | 133          |
| Informatik                 | 12        | 134          |
| Physik                     | 13        | 135          |
| Chemie                     | 14        | 136          |
| Biowissenschaften          | 15        | 136          |

Für die in diesem Abschnitt aufgeführten Module gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von CP entsprechend den aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen derjenigen Fachbereiche, welche diese Module anbieten. Darüber hinaus finden sich in den jeweiligen Prüfungsordnungen aktuelle und ausführliche Beschreibungen der Module, weshalb hier nur grobe Übersichten über die jeweils angebotenen Module aufgeführt sind.

## Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre identisch mit dem auf Seite 79 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus folgendem Angebot:

- 2 Grundlagenmodule (jeweils 6 CP) und
- 2 Modulen (jeweils 6 CP) des 2. - 4. Semesters (Vertiefung)

des Masterstudiengangs Management mit Kernbereich Accounting and Information Management.

Wenn im Bachelorstudium Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 79 aufgeführten Modulen BaM-AFBW-2, BaM-AFBW-3 und BaM-AFBW-4,
- einer Vorlesung nach Wahl (2 V 1 Ü, 5 CP) aus dem Studienschwerpunkt Finance & Accounting (Wahlpflichtmodul Finance mit einem Startkürzel von WPMF) des Bachelorstudienganges Wirtschaftswissenschaften, jeweils nach aktuellem Angebot
- sowie folgendem (in der Verantwortung des FB 12/ Informatik angebotenen) Modul

| <b>Ergänzende Themen aus der Wirtschaftsinformatik</b> | <b>MaM-AFBW-1</b> | <b>CP: 2</b> |
|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>                               | <i>SWS</i>        | <i>CP</i>    |
| Ergänzende Themen aus der Wirtschaftsinformatik        | 2 S               | 2            |

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 79 aufgeführten Modulen BaM-AFBW-1, BaM-AFBW-2, BaM-AFBW-3 und BaM-AFBW-4
- sowie dem Modul MaM-AFBW-1.

## Anwendungsfach Finanzwirtschaft (Finance) – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft identisch mit dem auf Seite 80 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Finanzwirtschaft.

Wenn im Bachelorstudium Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus folgendem Angebot:

- Grundlagenmodul Finance (6 CP) des Masterstudiengangs Finance and Accounting
- 3 Modulen aus dem Bereich Finance (jeweils 6 CP) des 2.- 4. Semesters (Vertiefung)

des Masterstudiengangs Management mit Kernbereich Finance and Accounting oder des Masterstudiengangs Money and Finance.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus folgendem Angebot:

- Finanzen 2 / BFIN (2 V 1 Ü, 6 CP)
- Finanzen 3 / PFIN (2 V 1 Ü, 6 CP)
- 2 Vorlesungen nach Wahl (2 V 1 Ü, 5 CP) aus dem Studienschwerpunkt Finance & Accounting (Wahlpflichtmodul Finance mit einem Startkürzel von WPMF) des Bachelorstudienganges Wirtschaftswissenschaften, jeweils nach aktuellem Angebot
- sowie dem auf Seite 130 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus

- den auf Seite 80 aufgeführten Modulen BaM-AFFW-1 und BaM-AFFW-2
- sowie dem auf Seite 130 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

## Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre identisch mit dem auf Seite 81 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre oder Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 81 aufgeführten Modulen BaM-AFVW-1 und BaM-AFVW-2
- sowie dem auf Seite 130 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre aus folgendem Angebot:

- 2 Modulen aus dem Bereich Fundamentals (jeweils 6 CP) des 1. Semesters und
- 1 Modul aus Public Policy und
- 1 Modul aus International Economics (jeweils 6 CP) des 2. - 4. Semesters

des Masterstudiengangs International Economics and Economic Policy. Die Unterrichts- und Prüfungssprache ist Englisch.

## **Anwendungsfach Geowissenschaften – FB 11**

Wenn im Bachelorstudium Geowissenschaften nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Geowissenschaften identisch mit dem auf Seite 82 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Geowissenschaften.

Wenn im Bachelorstudium Geowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Geowissenschaften im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 82 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Geowissenschaften.

## **Anwendungsfach Meteorologie – FB 11**

Wenn im Bachelorstudium Meteorologie nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Meteorologie identisch mit dem auf Seite 84 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Meteorologie.

Wenn im Bachelorstudium Meteorologie als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Meteorologie im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 84 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Meteorologie.

## Anwendungsfach Informatik – FB 12

Wenn im Bachelorstudium Informatik nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus folgendem Angebot:

- den auf Seite 86 für das Bachelorstudium beschriebenen Modulen BaM-AFI-1 und BaM-AFI-4
- dem Modul MaM-AFI-1
- einem der Module BaM-AFI-2, BaM-AFI-3, BaM-AFI-5 (vgl. Seite 86) oder dem Modul MaM-AFI-2

Wenn im Bachelorstudium Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde und das Modul BaM-AFI-2 (vgl. Seite 86) nicht im Bachelorstudium eingebracht wurde, dann besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus folgendem Angebot:

- entweder dem Modul BaM-AFI-2 oder dem Modul MaM-AFI-2
- Module aus dem Vertiefungskatalog der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik, mit Ausnahme des Moduls MaM-AFI-2, oder Modulen aus den Informatik-Modulen des Masterstudiengangs Informatik aus den Fachgebieten Informatik der Systeme, Angewandte Informatik oder Grundlagen der Informatik, im Umfang von mindestens 16 CP.

Wenn im Bachelorstudium Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde und das Modul BaM-AFI-2 (vgl. Seite 86) bereits im Bachelorstudium eingebracht wurde, dann besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus Modulen des Vertiefungskatalog der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik, oder Modulen aus den Informatik-Modulen des Masterstudiengangs Informatik aus den Fachgebieten Informatik der Systeme, Angewandte Informatik oder Grundlagen der Informatik, im Umfang von mindestens 24 CP.

| <b>Ausgewählte Themen der Informatik</b> | <b>MaM-AFI-1</b> | <b>CP: 5</b> |
|------------------------------------------|------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>                 | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Seminar nach Wahl *)                     | 2 S              | 5            |

\*) Das Seminarangebot ergibt sich aus der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik.

| <b>Theoretische Informatik 2</b> | <b>MaM-AFI-2</b> | <b>CP: 8</b> |
|----------------------------------|------------------|--------------|
| <i>Lehrveranstaltung</i>         | <i>SWS</i>       | <i>CP</i>    |
| Theoretische Informatik 2        | 3 V 2 Ü          | 8            |

## Anwendungsfach Physik – FB 13

Aus den folgenden Modulen kann frei gewählt werden mit der Einschränkung, dass höchstens eines der beiden Anfängerpraktika eingebracht werden darf:

- Experimentalphysik 1a: Mechanik (6 CP)
- Experimentalphysik 1b: Thermodynamik (4 CP)
- Experimentalphysik 2: Elektrodynamik (8 CP)
- Experimentalphysik 3: Optik, Atome und Quanten (8 CP)
- Experimentalphysik 4a: Kerne und Elementarteilchen (4 CP)
- Experimentalphysik 4b: Festkörper (4 CP)
  
- Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik (8 CP)
- Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik (8 CP)
- Theoretische Physik 4: Quantenmechanik (8 CP)
- Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik (8 CP)
  
- Anfängerpraktikum 1 (8 CP)
- Anfängerpraktikum 2 (8 CP)

Wurde im Bachelorstudium als Anwendungsfach Experimentalphysik oder Theoretische Physik gewählt, dann dürfen die dafür gewählten Module nicht nochmals eingebracht werden.

Für den Fall mangelnder Aufnahmekapazität in den Praktika wird auf die in der Ordnung des Bachelorstudiengangs Physik bestehende Regelung verwiesen.

## **Anwendungsfach Chemie – FB 14**

Wenn im Bachelorstudium Chemie nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Chemie identisch mit dem auf Seite 89 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Chemie.

Wenn im Bachelorstudium Chemie als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Chemie im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 89 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Chemie.

Sollte weiterer Bedarf an Veranstaltungen aus dem Bachelor- oder Masterstudiengang Chemie bestehen, können die gewünschten Veranstaltungen nach Maßgabe freier Kapazitäten gewählt werden.

## **Anwendungsfach Biowissenschaften – FB 15**

Das Anwendungsfach Biowissenschaften im Masterstudium besteht aus genau vier frei wählbaren Modulen, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 90 beschriebenen Module des Anwendungsfaches Biowissenschaften im Bachelorstudium.