

Mathematische Modellierung und Datenanalyse

Profil im Studiengang Master of Science Mathematik

Institut für Mathematik der Universität Potsdam

Stand: 27. September 2017

1 Überblick

Grundlegendes Ziel der Vertiefungsrichtung ist es, umfassende theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten der mathematischen Modellierung, Simulation, Datenassimilation und Datenanalyse in einem interdisziplinären Umfeld zu erlernen.

Neben dem Erwerb grundlegender mathematischer Techniken ist es in diesem Kontext essentiell, dass wir Mathematik als eine vereinheitlichende Sprache begreifen, die es ermöglicht komplexes Wissen sowie Hypothesen in einer Art und Weise zu formulieren und zu kommunizieren, die einer theoretischen Analyse, numerischen Simulation sowie einem Vergleich zu experimentellen Daten zugänglich sind. Im Sinne einer engen Verknüpfung von Theorie und Praxis wird der Studiengang in enger Kooperation mit ausgewiesenen Forschungsschwerpunkten der Universität Potsdam durchgeführt. Dazu gehören die Geowissenschaften, die Informatik, die Kognitionswissenschaften, die Lebenswissenschaften, die Pharmakologie und die (Bio)Physik. Aktuelle Forschungsthemen überstreichen ein weites Spektrum, dass von der Modellierung und Analyse der Augenbewegung beim Lesen über die Verteilung eines Wirkstoffes im Körper oder der Bewegung von Amöben entlang von Nährstoffgradienten bis hin zu Fragen der Erdbebenvorhersage und Klimamodellierung reicht.

Nach erfolgreichem Abschluss des Masterstudiengangs haben Absolventen die Befähigung, in einem breiten beruflichen Umfeld tätig zu werden.

2 Struktur des Profils

Die Ausbildung setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen:

1. Der Ringvorlesung *Interdisziplinäre Mathematik: Eine projektorientierte Einführung* (9 LP). Die Ringvorlesung gibt an Hand von vier ausgewählten interdisziplinären Forschungsthemen der Universität Potsdam einen Einblick in die Rolle der Mathematik am wissenschaftlichen Erkenntnisprozess.

2. Den drei Grundmodulen (je 9 LP):

Grundmodul A *Theorie zeitabhängiger stochastischer und deterministischer Prozesse*

Grundmodul B *Statistische Datenanalyse: parametrische und nichtparametrische Modelle*

Grundmodul C *Bayes'sche Inferenz und Datenassimilation*

Diese drei aufeinander abgestimmten Grundmodule dienen der Bereitstellung und Vertiefung der theoretischen Grundlagen a) der mathematischen Modellierung zeitabhängiger Prozesse, b) der statistischen Datenanalyse und c) der Verknüpfung von Daten mit mathematischen Modellen. Siehe Abschnitt 3 für weitere Einzelheiten.

3. Die Grundmodule werden ergänzt durch drei vertiefende mathematische Module (je 9 LP) eigener Wahl aus dem bestehenden Lehrangebot (z.B. Theorie partieller Differentialgleichungen, Dynamische Systeme und Chaos, Zeitreihenanalyse, Stochastische Analysis, Stochastische Modelle, Intelligente Datenanalyse in Matlab, Statistisches maschinelles Lernen, Computerintensive statistische Methoden, Asymptotische Statistik, Funktionalanalysis, Numerik inverser Probleme, Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen). Im Sinne eines breiten mathematischen Ausbildungsspektrums können aber auch Module wie z.B. Algebra, Zahlentheorie, Geometrie und Logik gewählt werden.
4. Module aus einem interdisziplinären Anwendungsbereich (im Umfang von mindestens 18 LP), z.B. Geowissenschaften, Informatik, Kognitionswissenschaften, Lebenswissenschaften, Pharmakologie, Physik, Volkswirtschaftslehre.
5. Der Masterstudiengang beinhaltet weiterhin zwei Seminare (je 6 LP), eine wissenschaftliche Arbeit (6 LP) sowie die abschließende Masterarbeit (30 LP). Die genauen Modalitäten regelt die gültige Studienordnung.

3 Kurzbeschreibungen der mathematischen Grundmodule

Grundmodul A:

Theorie zeitabhängiger stochastischer und deterministischer Prozesse

Zeitabhängige Phänomene spielen in Anwendungen eine zentrale Rolle. Beispiele sind die Augenbewegung beim Lesen, die Verteilung eines Wirkstoffes im Körper oder die Bewegung von Amöben in Richtung von Botenstoffen. Die Vorlesung gibt zunächst eine Einführung in die Theorie und Numerik der stochastischen und deterministischen zeitabhängigen Prozesse basierend auf dem Konzept des Frobenius-Perron-Operators. Davon ausgehend vertiefen wir die Bereiche Markov-Prozesse und deterministische Systeme. Wichtige Konzepte werden sein: Kommunikation und Rekurrenz, infinitesimale Erzeuger und die Master-Gleichung, invariante Maße und stationäre Verteilungen, Reversibilität und das Starke Gesetz der großen Zahlen, Metastabilität (quasi) Periodizität.

Grundmodul B:

Statistische Datenanalyse: parametrische und nichtparametrische Modelle

Als zentrale Fragestellung dieser Vorlesung steht die statistische Studie und quantitativen Analyse der Abhängigkeit zwischen beobachteten zufälligen Größen (beispielsweise Ausbeute/Einstellungsgrößen Produktion; Lebensdauer/Behandlungsart und Verletzungsart). Wesentliche Grundlagen für die statistische Behandlung derartiger Zusammenhänge liefert das lineare Regressionsmodell, das im ersten Teil der Vorlesung ausführlich studiert wird. In diesem Rahmen werden die Fragestellungen des Schätzers, Testens, und der Unsicherheitsquantifizierung (Varianzanalyse) behandelt. Im zweiten Teil wird eine Einleitung zu fortgeschrittenen Methoden und Ansätzen zur Untersuchung von Beziehungen angeboten. Dazu gehören nichtlineare und nichtparametrische Regressionsmodelle. Darüber hinaus werden Fragen der Klassifikation und Dimensionsreduktion behandelt.

Grundmodul C:

Bayes'sche Inferenz und Datenassimilation

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bayes'sche Inferenz und ihre Anwendungen im Bereich schlecht gestellter inverser Probleme. Besonderes Augenmerk wird auf die Verknüpfung mathematischer Modelle mit Messdaten (Datenassimilation) in Form sequentieller Parameter- und Zustandschätzung gelegt. Es wird weiterhin die algorithmische Umsetzung und die Unsicherheitsabschätzung von numerisch generierten Vorhersagen/ Schätzungen diskutiert. Die Vorlesung schlägt damit eine Brücke zwischen der statistischen Datenanalyse und der Modellierung zeitabhängiger Prozesse.

4 Vorgeschlagener Studienverlaufsplan

1. Studienjahr

Wintersemester: Ringvorlesung (9 LP), Grundmodul A oder Grundmodul C (9 LP), Vertiefungsmodul (9 LP), Seminar (6 LP)

Sommersemester: Grundmodul B (9 LP), Vertiefungsmodul (9 LP), Veranstaltungen aus einem Zusatzfach (6 LP), Seminar (6 LP)

2. Studienjahr

Wintersemester: Grundmodul A oder Grundmodul C (9 LP), Vertiefungsmodul (9 LP), Veranstaltungen aus einem Zusatzfach (6 LP), Modul wissenschaftliches Arbeiten (6 LP)

Sommersemester: Masterarbeit (30 LP)

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Ringvorlesung (9 LP)	Grundmodul B (9 LP)	Grundmodul A/C (9 LP)	Masterarbeit (30 LP)
Grundmodul A/C (9 LP)	Vertiefungsmodul (9 LP)	Vertiefungsmodul (9 LP)	
Zusatzfach (6 LP)	Zusatzfach (6 LP)	Zusatzfach (6 LP)	
Seminar (6 LP)	Seminar (6 LP)	Wissenschaftliches Arbeiten (6 LP)	
30 LP	30 LP	30 LP	30 LP

5 Ansprechpartner

Prof. Dr. Sebastian Reich

0331-977-1859

sreich@math.uni-potsdam.de

Prof. Dr. Wilhelm Huisinga

0331-977-5933

huisinga@uni-potsdam.de