





## Ringvorlesung Interdisziplinäre Mathematik

Universität Potsdam, Institut für Mathematik, WS2013/14

## Ringvorlesung Interdisziplinäre Mathematik

 Vorlesung Mi 10-12 Uhr; DO 10-12 Uhr

 SR 2.28.2.123

 Übung: Do 12-14 Uhr

 SR 2.28.2.123 (alternative Räume werden in der Vorlesung bekannt gegeben)

 Ralf Engbert (Kognitionswissenschaften), Matthias Holschneider (Mathematik), Wilhelm Huisinga (Mathematik), Gilles Blanchard (Mathematik)

### Aktuelle Information

In der ersten Vorlesung am Mi, den 16. Okt, geben die vier Dozenten einen Überblick über ihre Themen.

### Allgemeines

**Inhalt:** Ziel der Ringvorlesung ist es, theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten der mathematischen Modellierung, Simulation und Datenanalyse in einem interdisziplinären Umfeld zu vermitteln. 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 Simulationen sowie einem Vergleich zu experimentellen Daten zugänglich sind. Im Sinne einer engen Verknüpfung von Theorie und Praxis wird die Ringvorlesung an vier Themenkomplexen aus den Bereichen Psychologie (Prof. Engbert), Zeitreihenanalyse (Prof. Holschneider), Maschines Lernen (Prof. Blanchard) und Pharmakokinetik (Prof. Huisinga) die Bedeutung mathematischer Modellierung für das Verständnis angewandter Problemstellungen illustrieren.

**Zielgruppe:** Studierende der Mathematik, Informatik, Kognitionswissenschaften etc.

**Voraussetzungen:** keine

**Schein/Credits:** Gemäß Prüfungsordnung

### Inhalt der Themenblöcke

#### Psychologie

Mathematische Modellbildung ist kritisches Element in der wissenschaftlichen Herausforderung, die komplexe

Beziehung zwischen den Aktivitätsmustern im Nervensystem und dem menschlichen Verhalten besser zu verstehen. Dabei sind biologische Prozesse auf der Ebene von molekularen Wechselwirkungen und zellulärer Physiologie ebenso wichtig wie die Analyse großräumiger Hirnaktivität und der zeitlich und räumlich hochaufgelösten Verhaltensbeobachtung mittels moderner Messtechnik. Ziel dieses Teil der Ringvorlesung soll es sein, Einblicke in das Wechselspiel von experimentellen Untersuchungen, Datenanalyse und mathematischer Modellierung des menschlichen Verhaltens zu geben, wie es die aktuelle Forschung in der experimentellen und kognitiven Psychologie dominiert. Dabei spielen die neurophysiologischen Grundlagen in immer stärkerem Maße eine Rolle, denn unser Wissen über die biologische bzw. neuronale Realisierung von Prozessen der menschlichen Informationsverarbeitung und Verhaltenssteuerung liefert für die Modellbildung eine große Menge von Randbedingungen, mittels derer die Plausibilität von Modellen beurteilt werden kann.

## **Zeitreihenanalyse**

Zeitreihen-Analyse mit Hilfe von Wavelet-Transformationen ist mittlerweile ein wohl etabliertes Gebiet der Angewandten Mathematik, das in den verschiedensten Bereichen der naturwissenschaftlichen Analyse zum Einsatz kommt. Es gehört in den Werkzeugkasten eines jeden angewandten Mathematikers. Wir behandeln Wavelet Transformationen zunächst in einem Hilbertraum-Context und zeigen die Bedingungen auf, unter denen diese Transformation einen beschränkten Operator darstellt. Die adjungierte Transformation kann als Wavelet-Synthese interpretiert werden. Der Bildraum stellt einen Hilbertraum mit reproduzierendem Kern dar. Anschließend behandeln wir die Analyse von lokalen Singularitäten und Fraktalen mit Hilfe von Wavelets. Als Anwendung (in der Mathematik) analysieren wir die Weierstrass-Funktion und die Riemann-Funktion, zwei historische Beispiele für vermeintlich "stetige aber nicht differenzierbare" Funktionen, von denen die eine sich als auf einer dichten Menge von Punkten differenzierbar erweisen wird. Der letzte Teil befasst sich mit Verallgemeinerungen auf höhere Dimensionen sowie der Einführung der Multi-Resolutions-Analyse und der orthonormalen Wavelet Basen. Diese letzteren finden Anwendung bei der Bilddaten-Kompression.

## **Pharmakokinetik**

Pharmakokinetik ist die Wissenschaft von der Aufnahme, Verteilung, Verstoffwechslung und Ausscheidung von Arzneistoffen im Menschen und Tier. Ein wichtiges Ziel ist es, den zeitlichen Konzentrationsverlauf von Wirkstoffen und deren Abbauprodukten im Blut und Geweben vorherzusagen. Mathematische Modellierung und Simulation spielen daher eine große Rolle in der Pharmakokinetik (und im weiteren Sinne in der Arzneimittelentwicklung), ohne die heutzutage praktisch kein neuer Wirkstoff mehr zugelassen wird. Dieser Teil der Ringvorlesung wird zunächst in typische Fragestellungen der Pharmakokinetik einführen und kurz die biologischen & pharmakokinetischen Grundlagen skizzieren. Entscheidend für die mathematische Modellierung ist es zu verstehen, welche Art von Daten in welcher Phase des Entwicklungsprozesse erhoben werden: In frühen klinischen Studien werden an wenigen Probanden/Patienten und -innen vergleichsweise viele Daten erhoben, während in späten klinischen Studien an vielen Patienten/-innen wenige Daten erhoben werden. Die nicht-lineare Regression ist ein verbreiteter Modellierungsansatz in der frühen Phase. Aufgrund der veränderten Datenlagen ist dieser Ansatz für die Analyse später klinischer Studien jedoch nicht geeignet. Erst durch die Entwicklung und Anwendung sog. nicht-linear gemischter Effekt-Modelle wurde es möglich, auch diese Daten Erkenntnis bringend auszuwerten. In der Vorlesung werden wir die Hintergründe näher erkunden und die verschiedenen Modellierungsansätze kennenlernen. Auf natürliche Weise werden sich dabei auch Verbindungen zu mathematischen Methoden ergeben, die in den anderen Teilen der Ringvorlesung vorgestellt werden.

## **Statistik und Maschinelles Lernen**

Die Anfrage an effizienten Methoden zur Datenanalyse wird heutzutage immer größer. Die erfassten Datenmengen werden gleichzeitig diverser und umfangreicher, insbesondere durch den Einsatz moderner Messgeräte und die stets wachsenden Speicher- und Rechenkapazitäten von Rechnern. Für die Bearbeitung solcher Daten werden Methoden benötigt, die gleichzeitig möglicherweise enorme Datenvolumina recheneffizient behandeln können und statistisch gerechtfertigt und fundiert sind. Aus diesen Gründen gibt es besonders viele Schnittstellen zwischen den Fächern Statistik und maschinelles Lernen: zwei Fächer, die sich eigentlich in vielen Anwendungskontexten ergänzen. In diesem Teil der Ringvorlesung wird eine Auswahl an



wichtigen Methoden und Denkweisen der statistischen Analyse hochdimensionaler Daten und/oder des maschinellen Lernen vorgestellt. Diese Methoden werden anhand von Beispielen aus der Wissenschaft (Medizin, Bioinformatik, Bild- und Signalbearbeitung, Mustererkennung) motiviert, illustriert und eingesetzt. Es wird ein besonderes Augenmerk auf die praktische Umsetzbarkeit durch Algorithmen gesetzt.

## **Kontakt**

**Ralf Engbert**, Department Psychologie, E-Mail: [ralf.engbert@uni-potsdam.de](mailto:ralf.engbert@uni-potsdam.de)

**Wilhelm Huisinga**, Institut für Mathematik, E-Mail: [huisinga@uni-potsdam.de](mailto:huisinga@uni-potsdam.de)

**Gilles Blanchard**, Institut für Mathematik, E-Mail: [gilles.blanchard@uni-potsdam.de](mailto:gilles.blanchard@uni-potsdam.de)

**Matthias Holschneider**, Institut für Informatik, E-Mail: [matthias.holschneider@uni-potsdam.de](mailto:matthias.holschneider@uni-potsdam.de)

## **Literatur**

- Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zudem gibt es eine Moodle-Seite zur Vorlesung.