



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2019

Fakultät für Mathematik

# FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Universitätsplatz 2, Gebäude 02, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58663, Fax 49 (0)391 67 41213  
fma@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau (Dekan)  
Prof. Dr. Volker Kaibel (Prodekan und Studiendekan)

## 2. INSTITUTE

Institut für Algebra und Geometrie  
Institut für Analysis und Numerik  
Institut für Mathematische Optimierung  
Institut für Mathematische Stochastik

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Die Fakultät für Mathematik ist sehr gut in die Forschungsverbände der Universität eingebunden. Sie ist eng mit dem Magdeburger Max-Planck-Institut verbunden und zunehmend erfolgreich bei der Drittmittelinwerbung. Sie ist mit mehreren Professuren am Forschungszentrum *Dynamische Systeme* und mit einer Professur am Forschungszentrum *Neurowissenschaften* der Otto-von-Guericke-Universität beteiligt. Hinsichtlich der Drittmittelinwerbung sind besonders ein ERC-Grant von Herrn Prof. Sager und das Graduiertenkolleg zum Thema *Mathematische Komplexitätsreduktion* zu nennen. Dieses wird von großen Teilen der Fakultät getragen und spiegelt auch die erwähnte enge Verbindung zum MPI wider, außerdem wirkt hier eine Professur aus der Elektro- und Informationstechnik mit. Einige Professuren sind im interdisziplinären DFG-Graduiertenkolleg *Mikro-Makro-Wechselwirkungen von strukturierten Medien und Partikelsystemen* vertreten.

Das wissenschaftliche Profil der Fakultät für Mathematik wird durch die vier Schwerpunkte

- Didaktik der Mathematik
- Diskrete Mathematik und Optimierung
- Mathematische Stochastik
- Nichtlineare Analysis und Numerik

bestimmt.

Forschungsschwerpunkte der **Didaktik der Mathematik** sind u.a. Lehr-Lern-Prozesse sowohl im Schul- als auch im Hochschulkontext sowie Bildungsentscheidungen und Bildungsübergänge beim Wechsel von Institutionen.

Die **Diskrete Mathematik, Geometrie und Optimierung** umfasst u.a. die Gebiete Kombinatorik, Kommutative Algebra, Algebraische Statistik, Codierungstheorie/Kryptographie, Diskrete/Konvexe Geometrie, Endliche Körper, Geometrische Gruppentheorie, Metrische Geometrie, Diskrete Optimierung, gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung, Algorithmische Optimierung, insbesondere für Probleme mit kontinuierlichen und diskreten Entscheidungen und unterliegenden Differentialgleichungsproblemen, Softwareentwicklung. Im Zentrum der Aktivitäten steht neben der Grundlagenforschung auch die Anwendung von Methoden, Strukturen sowie die Entwicklung von Software und patentierbaren Verfahren. Das Themenspektrum reicht von der digitalen Datenübertragung über diskret-geometrische Fragestellungen bis hin zu Optimierungsproblemen in den

Ingenieurwissenschaften und in der Medizin.

Die **Mathematische Stochastik** umfasst die Gebiete Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sowie deren Anwendungen. Stochastische Methoden zur Modellierung von zufallsabhängigen Vorgängen werden in fast allen Wissenschaftsbereichen benötigt und angewendet. Die Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Stochastik ist daher für die Universität von wesentlicher Bedeutung. Das Institut für Mathematische Stochastik bietet die Möglichkeit für Diskussionen, Hilfestellungen und Kooperationen mit Arbeitsgruppen und für Studierende aller Fakultäten an. Zentrale Forschungsthemen sind stochastische Prozesse, statistische Methoden zur Zeitreihenanalyse, maschinelles Lernen, statistische Methoden der Unsicherheitsquantifizierung und die Planung und Auswertung statistischer Experimente.

Die **Nichtlineare Analysis und Numerik** hat aktive Kooperationen mit den Fakultäten für Naturwissenschaften, Maschinenbau sowie Verfahrens- und Systemtechnik. Ein kooptierter Honorarprofessor und ein Juniorprofessor sind im Hauptamt am Max-Planck-Institut tätig. Das Spektrum der Forschungsarbeiten reicht dabei von qualitativen Lösungseigenschaften elliptischer, parabolischer und hyperbolischer Differentialgleichungen, differentialgeometrischen Fragestellungen, der Konvergenz-, Stabilitäts- und Genauigkeitsanalyse von Diskretisierungen bis hin zur Konstruktion effektiver Algorithmen auf modernen Rechnerarchitekturen. Hier werden u.a. Fluid-Struktur-Wechselwirkungen und Anwendungen in Biologie und Medizin bearbeitet.

## 4. VERÖFFENTLICHUNGEN

### WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

#### **Balicki, Linus**

Eine abstrakte Implementierung der Low-Rank ADI Iteration für Lyapunovgleichungen in pyMOR  
Magdeburg, 2019, 1 Online-Ressource (VI, 34 Seiten, 399.8 kB), Diagramme;  
[Literaturverzeichnis: Seite 33-34]

### DISSERTATIONEN

#### **Denißen, Jonas; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]**

On vibration analysis and reduction for damped linear systems  
Magdeburg, 2019, XIX, 146 Seiten, Illustrationen;  
[Literaturverzeichnis: Seite 139-146]

#### **Friesen, Mirjam; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]**

Extended formulations for higher order polytopes in combinatorial optimization  
Magdeburg, 2019, viii, 96 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 89-92]

#### **Gutzeit, Maurilio; Carpentier, Alexandra [AkademischeR BetreuerIn]**

Topics in statistical minimax hypothesis testing  
Magdeburg, 2019, 99 Seiten, 1 Diagramm, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 95-99]

#### **Iosif, Alexandru; Kahle, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Algebraic methods for the study of multistationarity in mass-action networks  
Magdeburg, 2019, 68 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 65-68]

#### **Keller, Wolfgang; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]**

Tightening the Chvátal and split operator via low-codimensional lineality spaces  
Magdeburg, 2019, 364 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 361-364]

#### **Kweyu, Cleophas Muganda; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]**

Fast solution of the Poisson-Boltzmann equation by the reduced basis method and range-separated canonical tensor format  
Magdeburg, 2019, xxix, 139 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 125-136]

#### **Lange, Julia; Werner, Frank [AkademischeR BetreuerIn]**

Solution techniques for the blocking job shop scheduling problem with total tardiness minimization  
Magdeburg, 2019, xxxi, 241 Seiten, Diagramme, 24 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 229-241]

#### **Mehlmann, Carolin; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Efficient numerical methods to solve the viscous-plastic sea ice model at high spatial resolutions  
Magdeburg, 2019, vii, 154 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 147-154]

#### **Nyarko, Eric; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]**

Optimal designs for paired comparison experiments  
Magdeburg, 2019, vi, 115 Seiten, Tabellen, Formeln;  
[Literaturverzeichnis: Seite 111-115]

**Reckrühm, Kerstin; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]**

Estimating multiple structural breaks in time series - a generalized MOSUM approach based on estimating functions

Magdeburg, 2019, 225 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 221-225]

**Stöhr, Christina; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]**

Sequential change point procedures based on U-statistics and the detection of covariance changes in functional data

Magdeburg, 2019, 197 Seiten, Illustrationen, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 193-197]

# INSTITUT FÜR ALGEBRA UND GEOMETRIE

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58713 Fax 49 (0)391 67 41213  
jeannette.polte@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Thomas Kahle  
Prof. Dr. Benjamin Nill (Institutsleiter)  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Stefanie Rach  
Prof. Dr. Petra Schwer

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Thomas Kahle  
Prof. Dr. Benjamin Nill  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Stefanie Rach  
Prof. Dr. Petra Nora Schwer  
im Ruhestand  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Prof. Dr. Wolfgang Willems

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### **Algebra**

Kommutative Algebra  
Mathematische Methoden in der Biologie  
Algebraische Statistik  
Algebraische Kombinatorik

### **Didaktik der Mathematik**

Analyse von Bildungsentscheidungen und Bildungsübergängen beim Wechsel von Institutionen  
Beschreibungen von Lehr-Lern-Prozessen und von Entwicklungsverläufen  
Identifizierung von Bedingungsfaktoren für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse  
Untersuchungen zur Methode der Aufgabenvariation im Mathematikunterricht unter Beachtung verschiedener mathematikdidaktischer Aspekte

### **Diskrete Mathematik**

Differenzmengen  
Endliche Körper  
Äquivalenz von Funktion  
Permutationspolynome  
Projektive Ebenen und Designs

### **Geometrie**

Metrische Räume nicht-positiver Krümmung  
geometrische Gruppentheorie  
Gebäude und deren Anwendungen  
geometrische Darstellungstheorie  
algebraische Kombinatorik

### **Reine Mathematik**

Theorie und Klassifikation von Gitterpolytopen  
Ehrhart-Theorie  
Geometrie der Zahlen  
Geometrische Kombinatorik  
Torische Varietäten

### **Mitarbeit in Editorial Boards**

- Prof. Dr. Thomas Kahle (Hrsg.): Journal of Algebraic Statistics
- Prof. Dr. Thomas Kahle (Mitglied Editorial Board): Journal of Software for Algebra and Geometry
- Prof. Dr. Alexander Pott: Advances in Mathematics of Communications
- Prof. Dr. Alexander Pott: International Journal of Information and Coding Theory
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. Alexander Pott: Journal of Combinatorial Designs
- Prof. Dr. Alexander Pott: Cryptography and Communications
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Bulletin of the Belarus State University
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Advances in Mathematics of Communications

## **4. KOOPERATIONEN**

- Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (G. Averkov, B. Nill)
- CODES, INRIA (P. Charpin, A. Pott)
- Freie Universität Berlin (A. Constantinescu, Ch. Haase, Th. Kahle, B. Nill)
- Haverford College (E. Milicevic, P. Schwer)
- HTW Berlin (C. Conradi, Th. Kahle)
- Karlsruher Institut für Technologie (A. Karrer, P. Schwer, A. Voigt)
- KTH Stockholm (S. Di Rocco, B. Nill, L. Solus)
- LMU München (T. Kosiol, St. Rach, D. Sommerhoff, St. Ufer)
- Middle East Technical University, Ankara (F. Özbudak, A. Pott)
- Osaka University (A. Higashitani, B. Nill)
- Philipps-Universität Marburg (Th. Bauer, St. Rach)
- RICAM Linz (W. Meidl, A. Pott, A. Winterhof)
- Sabanci University Istanbul (N. Anbar, A. Pott)
- Simon Fraser University, Vancouver (J. Jedwab, A. Pott, Sh. Li)
- Technische Universität Berlin
- Universidad de Cantabria (B. Nill, F. Santos)
- University of Gent (A. Pott, L. Storme)
- University of Koper (E. Pasalic, A. Pott)
- University of Nottingham (J. Hofschneider, A. Kasprzyk, B. Nill)
- University of Sydney (Y. Naqvi, P. Schwer, A. Thomas)
- Universität Genua (A. Conca, Th. Kahle, M. Varbaro)

- Universität Hamburg (St. Rach, J. Retelsdorf)
- Universität Osnabrück (L. Katthän, B. Nill)
- Universität Paderborn (R. Biehler, St. Rach)
- Universität Rostock (E. Müller-Hill, St. Rach)
- Université Jean Monnet Saint-Etienne (St. Gaussent, P. Schwer)
- WWU Münster (L. Kramer, St. Rach, St. Schukajlow, P. Schwer)

## 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Dr. Alessandro Oneto  
**Förderer:** Alexander von Humboldt-Stiftung - 01.04.2019 - 31.03.2021

### **Algebraic Geometry, Tensors, and Machine Learning**

Statisticians usually look at a set of data over some population and try to provide models describing the data-generating process. In the last decades, algebraic geometers got involved. Algebraic geometry is the branch of mathematics studying sets of solutions to polynomial equations, called varieties, and, in some case, statistical models can be described by polynomial equations. In this project we look at Hadamard–Waring decompositions of algebraic statistical models arising in data analysis.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Do Trong, Dr. Dr. Hoang  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 14.04.2019 - 13.07.2019

### **Combinatorics of (parity) binomial edge ideals**

A binomial ideal is an ideal of a polynomial ring generated by binomials. It appears in various areas of commutative algebra and combinatorics as well as in statistics. Recently, one is especially interested in two classes of binomial ideals arising from graphs: the binomial edge ideal and the parity binomial edge ideal. A popular theme is how the combinatorial properties of a graph are encoded in the Cohen-Macaulayness of these ideals. In the case of bipartite graph, this problem is solved in work of Bolognini, Macchia, and Strazzant. The goal of this project is to study the problem for non-bipartite graphs.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Iosif  
**Kooperationen:** HTW Berlin  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.03.2016 - 28.02.2019

### **Mehrfache Ruhelagen in Reaktionsnetzwerken mit Massenwirkungskinetik**

In diesem Projekt untersuchen wir strukturelle Bedingungen für die Existenz mehrerer Ruhelagen eines Massenwirkungszwangsnetzes. Diese Eigenschaft ist in der Modellierung von hoher Bedeutung, da mit ihr biologische Schaltprozesse, etwa bei der Zellteilung oder beim programmierten Zelltod, abgebildet werden. Es ist mathematisch schwierig die Existenz mehrerer Ruhelagen zu entscheiden, insbesondere hängt dieses Verhalten von den unbekannt Parametern des Systems ab. Die Existenz mehrerer Ruhelagen ist äquivalent zur Existenz mehrerer strikt positiver Lösungen eines polynomiellen Gleichungssystems. Trotz seiner reel-algebraischen Natur ist dieses Problem bisher hauptsächlich in der Verfahrenstechnik und mathematischen Biologie betrachtet worden. In diesem Projekt nutzen wir unsere komplementäre Expertise in mathematischer Biologie und algebraischer Geometrie um Fortschritte beim Verständnis mehrfache Ruhelagen zu machen.



**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Lamprini Ananiadi  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.05.2017 - 30.04.2020

### **Symmetric Limit Objects in Polyhedral and Toric Geometry**

Binomideale sind wichtige Objekte der algebraischen Statistik. Eine häufige Fragestellung ist, ob eine gegebene Familie von Binomidealen bis auf Symmetrie stabilisiert, wenn einige der Parameter gegen unendlich laufen. In diesem Fall kann Symmetrie zur Vereinfachung von Berechnungen ausgenutzt werden.

In diesem Projekt wird die Stabilisierung bis auf Symmetrie für torische Varietäten und die zugehörigen konvexen und kombinatorischen Objekte untersucht.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Tobias Boege  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **Theorie der Gaussoide**

Gaussoide sind kombinatorische Strukturen, die die bedingte Unabhängigkeit normalverteilter Zufallsvariablen abstrahieren. Dies steht in Analogie zur Theorie der Matroide, welche lineare Unabhängigkeit abstrahieren. In diesem Projekt wird die Theorie der Gaussoide systematisch und parallel zur Matroidtheorie entwickelt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Dr. Philipp Korell  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **Algebra und ihre Anwendungen in Mathematik, Statistik, und Biologie**

Algebra ist eines der Kerngebiete der Mathematik. Hier werden die wichtigsten diskreten Strukturen wie Gruppen, Ringe und Körper erforscht. Diese Strukturen sind schon immer aus Anwendungen abstrahiert worden, wobei das Lösen nicht-linearer Polynomgleichungen vielleicht die wichtigste, aber lange nicht einzige, Quelle dieser Anwendungen ist.

Die lineare Algebra ist heutzutage in praktisch jedem technischen Gerät eingeflossen. Die komplexen Strukturen, die z.B. in der Modellierung von Zellen oder im maschinellen Lernen auftreten, erlauben jedoch oft keine gute lineare Approximation. Die nicht-lineare Algebra wird in einigen Jahrzehnten einen ähnlichen Einfluss haben wird, wie heutzutage die lineare Algebra.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Frank Röttger  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.05.2017 - 30.04.2020

### **Geometry of optimal designs for nonlinear models in statistics**

In diesem Projekt werden Optimalitätsregionen von statistischen Designs mit Werkzeugen aus der algebraischen Geometrie und reellen Algebra untersucht. Wichtige Beispielklassen in denen die Optimalitätsregionen semi-algebraisch beschrieben werden können sind Poissonregression und das Bradley-Terry Modell für paarweise

Vergleiche.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Marco Lotz, Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2019 - 31.10.2022

### **Kombinatorik hyperbolischer Coxetergruppen**

Coxetergruppen sind abstrakte Spiegelungsgruppen. Sie können in 3 Arten klassifiziert werden: sphärische, affine, und hyperbolische. Der hyperbolische Fall ist der interessanteste und schwierigste. Viele Eigenschaften, die im sphärischen Fall einfach und im affinen Fall lösbar sind bleiben im hyperbolischen Fall mysteriös. Um diese Komplexität zu beherrschen werden kombinatorische, algebraische, und geometrische Methoden kombiniert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Kooperationen:** Irem Portakal  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2018 - 31.08.2020

### **Reflexive Polytope gerichteter Graphen**

Reflexive Polytope sind geometrische Objekte, die von großem Interesse in der diskreten, konvexen und torischen Geometrie sind. In diesem Projekt untersuchen wir offene Fragen für die kombinatorische Klasse von reflexiven Polytopen, die durch gerichtete Graphen definiert sind.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Kooperationen:** University of Nottingham; Universidad de Cantabria; Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg  
**Förderer:** Haushalt - 01.09.2018 - 31.08.2020

### **Verallgemeinerte Flatnesskonstanten von Gitterpolytopen**

Die fundamentale Flatnesskonstante ist die maximale Gitterweite eines konvexen Körpers ohne innere Gitterpunkte. Wir untersuchen Verallgemeinerung dieses Begriffes, motiviert durch Anwendungen auf spanning Gitterpolytope und in der symplektischen Geometrie.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Kooperationen:** Christopher Borger (OvGU Magdeburg)  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.05.2017 - 30.04.2020

### **Komplexitätsreduktion für Familien von Gitterpolytopen**

Die Untersuchung von Familien von Gitterpolytopen und ihre assoziierten polynomiellen Gleichungssystemen ist ein interdisziplinäres Forschungsgebiet zwischen algebraischer und diskreter Geometrie. Zusätzliche Motivation kommt auch aus Beziehungen zur Optimierung und mirror symmetry.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeitung:** Christian Kaspers  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2017 - 31.03.2021

### **Kombinatorik über Galoisringen**

Galoisringe sind sehr interessante Ringe, die in vielen Aspekten ähnliche Eigenschaften aufweisen wie endliche Körper. Es ist demnach naheliegend, Konstruktionen kombinatorischer Objekte (beispielsweise Designs) aus endlichen Körpern analog in Galoisringen durchzuführen. Dieses Projekt widmet sich den Fragen, ob diese analogen Konstruktionen zu nicht-isomorphen Objekten führen, und ob weitere Konstruktionen aus endlichen Körpern genutzt werden können, um beispielsweise nicht-isomorphe Sequenzen in Galoisringen zu konstruieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeitung:** Daniel Gerike  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2017 - 30.09.2020

### **Die Zyklenstruktur von Permutationspolynomen**

Ziel des Projektes ist es, die Zyklenstruktur von Permutationen von endlichen Körpern zu bestimmen, die als Polynome gegeben sind.  
Kooperation mit Prof.in Dr. Gohar Kyureghyan (Universität Rostock).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeitung:** Wilfried Meidl  
**Kooperationen:** RICAM Linz (Österreich)  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.10.2015 - 31.12.2020

### **Verallgemeinerte Bent Funktionen**

In diesem Projekt soll das Studium von verallgemeinerten bent Funktionen fortgesetzt werden. Das Projekt läuft unter enger Zusammenarbeit mit Prof. Wilfried Meidl vom Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics (RICAM) Linz (Österreich) sowie Nurdagül Anbar (Sabanci University) und Pantelimon Stanica (Monterey, Naval Research Institute).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeitung:** Shuxing Li  
**Förderer:** Alexander von Humboldt-Stiftung - 01.10.2017 - 30.09.2019

### **Kombinatorische Design Theorie**

Das Studium von nicht linearen Funktionen umfasst bent Funktionen, APN Funktionen, PN Funktionen und viele mehr, die vor dem Hintergrund kryptographischer Anwendungen entstanden sind. Viele dieser Funktionen korrespondieren mit interessanten kombinatorischen Objekten aus der Design Theorie. Ziel ist es, diesen Zusammenhang weiter zu untersuchen. Wir erwarten, dass die kombinatorischen Strukturen bei der Untersuchung der nicht linearen Funktion nützlich sind.  
Mitarbeiter in diesem Projekt ist Shuxing Lie.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.08.2018 - 31.07.2020

### **PaMInA: Passendes MINT-Studium durch Informationen zu zukünftigen Anforderungen**

Die Förderung der Studienfachwahl für ein MINT-Studium steht in diesem Projekt im Zentrum. Für die Förderung werden Workshops für Studieninteressierte konzipiert und evaluiert. Diese Workshops zielen darauf ab, die Erwartungen der Studieninteressierten mit den realen Anforderungen eines MINT-Studiums in Kongruenz zu bringen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Kooperationen:** Universität Hamburg, Jan Retelsdorf; WWU Münster, Stanislaw Schukajlow  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.12.2018 - 30.11.2020

### **Situationales Interesse im Mathematikstudium**

Die Bedeutung von situationalem Interesse für erfolgreiche Lernprozesse im Mathematikstudium wird analysiert. Zudem werden Maßnahmen zur Steigerung des situationalen Interesses konzipiert und empirisch überprüft. Das Projekt wird unter der Leitung von Prof. Stefanie Rach in Zusammenarbeit mit Stanislaw Schukajlow (WWU Münster) und Jan Retelsdorf (Universität Hamburg) bearbeitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Projektbearbeitung:** Silke Neuhaus  
**Kooperationen:** Universität Rostock, Eva Müller-Hill; Universität Marburg, Thomas Bauer  
**Förderer:** Haushalt - 01.08.2018 - 31.07.2020

### **Beweisverständnis: Bedingungsfaktoren und Unterstützungsansätze**

Das Konstrukt "Beweisverständnis" wird theoretisch und empirisch geklärt. Ansätze zur Unterstützung des Beweisverständnisses, z. B. graphische Darstellungen, werden untersucht. Das Projekt wird bearbeitet von Prof. Stefanie Rach und Silke Neuhaus in Zusammenarbeit mit Thomas Bauer (Universität Marburg) und Eva Müller-Hill (Universität Rostock).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Kooperationen:** LMU München, Daniel Sommerhoff und Stefan Ufer  
**Förderer:** Haushalt - 01.08.2018 - 31.01.2021

### **Mathematisches Wissen zu Studienbeginn**

Es wird untersucht, welches Fachwissen Studierende in ein Mathematikstudium mitbringen und welches Fachwissen (z. B. welcher Typ von Wissen) prädiktiv für den Studienerfolg ist. Das Projekt wird unter der Leitung von Prof. Stefanie Rach in Zusammenarbeit mit Daniel Sommerhoff und Stefan Ufer von der LMU München bearbeitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Kooperationen:** Haverford College; University of Sydney  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2016 - 30.09.2020

### **Dimensions and non-emptiness of affine Deligne Luszitig varieties**

In diesem Projekt werden geometrische Methoden entwickelt um Dimensionen affiner Deligne-Lusztig Varietäten zu berechnen. Hierbei handelt es sich um Untervarietäten affiner Fahnenvarietäten.

Die Fragestellung stammt aus der arithmetischen Geometrie und wird hier mit neuen Methoden aus der geometrischen Gruppentheorie untersucht.

Das Projekt wird in Kooperation mit Elizabeth Milicevic (Haverford, USA) und Anne Thomas (Sydney, Australien) durchgeführt und durch ein ARC Discovery project gefördert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Kooperationen:** Saint Étienne  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2018 - 31.12.2021

### **Kombinatorik von Schubertvarietäten**

Dieses Projekt untersucht sogenannte Schubertvarietäten und hat zum Ziel ein kombinatorisches framework zu entwickeln um deren Tangentialräume zu verstehen und klassifizieren zu können.

Schubertvarietäten sind Untervarietäten von Fahnenvarietäten und spielen eine wichtige Rolle in der Darstellungstheorie.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 30.09.2020

### **Compactifications and Local-to-Global Structure for Bruhat-Tits Buildings**

The project is concerned with rigidity, compactifications and local-to-global principles in  $CAT(0)$  geometry. One aim is to give a uniform construction of compactifications of euclidean buildings, using Gromov's embedding into spaces of continuous functions.

The ultimate goal is to study the dynamics of discrete group actions on the building, using the compactification.

The project also intends to investigate LG-rigidity and non-rigidity for the 1-skeletons and chamber graphs of general Bruhat-Tits buildings.

Bruhat Tits buildings are simplicial analogs of symmetric spaces and are a fundamental tool to study algebraic groups over non-archimedean local fields. Their combinatorial structure encodes a lot of information about flag varieties and Grassmannians.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Projektbearbeitung:** Annette Karrer  
**Kooperationen:** KIT, Annette Karrer  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2016 - 19.02.2020

### **Contracting boundaries of CAT(0) spaces**

Kontraktionsränder sind Ränder metrischer Räume mit nichtpositiver Krümmung, sogenannte CAT(0) Räume, die invariant unter Quasi-Isometrie sind. Daher eignen sie sich gut um das grobe Verhalten der metrischen Räume zu untersuchen.

Dieses Dissertationsprojekt hat zum Ziel für geeignete Klassen von CAT(0) Räume ebensolche Ränder zu berechnen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Sonstige - 01.09.2019 - 31.08.2020

### **The Geometry of Big Data Clouds**

This project establishes a surprising connection between high-resolution climate modeling and geometric group theory.

We aim to address the need for fundamentally new strategies in analyzing the big-data output from next-generation climate models. The new German-community climate model ICON is a next-generation model (Zängl et al., 2015). Thanks to its triangular grid, ICON runs effectively on tens of thousands of CPUs and harvests advances in supercomputing.

In contrast to previous climate models this new model is based on a triangular grid. To provide fast computing algorithms one can thus no longer work with a cube-grid structure.

The main idea of this project is to use a technique from geometric group theory to translate the triangle structure into a parallel grid and back and thus to provide a methods to integrate existing fast algorithms into the new model.

This project won the "Best grant proposal award 2018" by the YIN@KIT

## **6. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

- Workshop "Theorie-Praxis-Transfer in der Lehrerbildung", 10. - 11.01.2019 in Magdeburg (Organisation Stefanie Rach)
- Reinhold-Baer-Kolloquium, 19.01.2019 in Magdeburg (Organisation Thomas Kahle, Benjamin Nill, Alexander Pott)
- Konferenz "Lucia Geometrica", 09. - 13.12.2019 an der Universität Stockholm (Organisation Alexander Kasprzyk, Benjamin Nill, Boris Shapiro)

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Cardinali, Ilaria; Lavrauw, Michel; Metsch, Klaus; Pott, Alexander**

Preface to the special issue on finite geometries

Designs, codes and cryptography - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 87.2019, 4, S. 715-716;

[Imp.fact.: 1.224]

**Conradi, Carsten; Iosif, Alexandru; Kahle, Thomas**

Multistationarity in the space of total concentrations for systems that admit a monomial parametrization

Bulletin of mathematical biology - New York, NY: Springer, Bd. 81.2019, 10, S. 4174-4209;

[Imp.fact.: 1.643]

**Constantinescu, Alexandru; Kahle, Thomas; Varbaro, Matteo**

Linear syzygies, hyperbolic Coxeter groups and regularity

Compositio mathematica - Cambridge: Cambridge Univ. Press, Bd. 155.2019, 1, S. 1076-1097;

[Imp.fact.: 1.301]

**Di Rocco, Sandra; Haase, Christian; Nill, Benjamin**

A note on discrete mixed volume and Hodge-Deligne numbers

Advances in applied mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 104.2019, S. 1-13;

[Imp.fact.: 1.008]

**Kahle, Thomas; Stump, Christian**

Counting inversions and descents of random elements in finite Coxeter groups

Mathematics of computation - Providence, RI: Soc., Bd. 89.2019, 321, S. 437-464;

[Imp.fact.: 2.087]

**Kaspers, Christian; Pott, Alexander**

Solving isomorphism problems about 2designs from disjoint difference families

Journal of combinatorial designs - New York, NY: Wiley, Bd. 27.2019, 5, S. 277-294;

[Imp.fact.: 0.844]

**Li, Shuxing; Pott, Alexander**

A direct construction of primitive formally dual pairs having subsets with unequal sizes

Cryptography and communications - New York, NY: Springer, 2019;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.099]

**Meidl, Wilfried; Pott, Alexander**

Generalized bent functions into  $\mathbb{Z}_k$  from the partial spread and the Maiorana-McFarland class

Cryptography and communications - New York, NY: Springer, Bd. 11.2019, 8, S. 1233-1245;

[Imp.fact.: 1.099]

**Pott, Alexander; Li, Shuxing; Schüler, Robert**

Formal duality in finite abelian groups

Journal of combinatorial theory / A - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 162.2019, S. 354-405;

[Imp.fact.: 0.93]

**Rach, Stefanie; Engelmann, L.**

Passung zwischen Erwartungen an und Anforderungen in einem Mathematikstudium

Der Mathematikunterricht - Seelze: Friedrich Verlag GmbH, Bd. 65.2019, 2, S. 39-46

**Schwer, Petra; Weniger, David**

A structure theorem for euclidean buildings

Journal of geometry - Cham: Springer International Publishing AG, 2019;  
[Online first]

**NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

**Ananiadi, Lamprini; Duarte, Eliana**

Gröbner bases for staged trees

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1910.02721, insgesamt 17 Seiten

**Duarte, Eliana; Marigliano, Orlando; Sturmfels, Bernd**

Discrete statistical models with rational maximum likelihood estimator

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1903.06110, insgesamt 19 Seiten

**Duarte, Eliana; Seceleanu, Alexandra**

Implicitization of tensor product surfaces via virtual projective resolutions

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1908.02086, insgesamt 30 Seiten

**Kahle, Thomas; Röttger, Frank; Schwabe, Rainer**

The semi-algebraic geometry of optimal designs for the Bradley-Terry model

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1901.02375, insgesamt 18 Seiten

**Leneke, Brigitte; Soumaya, Moudar**

Größen und ihre Einheiten - Masse, Zeit und Speicherkapazität

RAAbits - Stuttgart: Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Ausgabe 44 (2019), Beitrag 61, insgesamt 36 Seiten

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge**

**Cesmelioglu, Ayca; Meidl, Wilfried; Pott, Alexander**

A survey on bent functions and their duals

Combinatorics and Finite Fields - Berlin: De Gruyter; Schmidt, Kai-Uwe, S. 39-56, 2019 - (Radon Series on Computational and Applied Mathematics; Volume 23);

**Rach, Stefanie**

Lehramtsstudierende im Fach Mathematik - wie hilft uns die Analyse von Lernvoraussetzungen für eine kohärente Lehrerbildung

Kohärenz in der Lehrerbildung - Wiesbaden: Springer VS, S. 69-84, 2019;

**Rach, Stefanie; Neuhaus, Silke**

Situationales Interesse von Lehramtsstudierenden für hochschulmathematische Themen steigern

Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2018 - Münster: WTM, Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, S. 149-156, 2019 - (Schriften zur Hochschuldidaktik Mathematik; Band 6);

[Kolloquium: Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2018, Essen]

**HERAUSGEBERSCHAFTEN**

**Cardinali, Ilaria; Lavrauw, Michel; Metsch, Klaus; Pott, Alexander**

Special issue: Finite geometries

New York: Springer, 2019 - (Designs, codes and cryptography; volume 87, numbers 4)



## DISSERTATIONEN

**Iosif, Alexandru; Kahle, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Algebraic methods for the study of multistationarity in mass-action networks

Magdeburg, 2019, 68 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 65-68]

# INSTITUT FÜR ANALYSIS UND NUMERIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58649 / 58586, Fax 49 (0)391 67 48073  
ian@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Hon. Prof. Dr. Peter Benner (MPI Magdeburg)  
Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
Jun. Prof. Dr. Jan Heiland  
Prof. Dr. Thomas Richter  
Prof. Dr. Miles Simon (Geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Hon. Prof. Dr. Peter Benner (MPI Magdeburg)  
Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
Jun. Prof. Dr. Jan Heiland  
apl. Prof. Dr. Matthias Kunik  
Prof. Dr. Thomas Richter  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler  
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck  
Prof. Dr. Miles Simon  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
im Ruhestand:  
Prof. em. Dr. Herbert Goering  
Prof. Dr. Lutz Tobiska

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

**AG Nichtlineare partielle Differentialgleichungen und geometrische Analysis: (Deckelnick, Grunau, Rummler, Simon)**

Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

- Fast-Positivität und Abschätzungen für Greensche Funktionen
- Semilineare Gleichungen mit (super-) kritischem Wachstum, Bezüge zur Differentialgeometrie

Hydrodynamik (Rummler)

- Eigenfunktionen des Stokes-Operators
- Laminar-turbulentes Umschlagsverhalten, Bifurkationen

- Regularität von Zerlegungsfeldern

#### Nichtlineare Evolutionsgleichungen

- Existenz, qualitative Eigenschaften & numerische Approximation für geometrische Evolutionsgleichungen (Deckelnick)
- Stabilität und Abschätzungen, Fastpositivität (Grunau / Simon)
- Existenz & Regularität bei nichtglatten Anfangsdaten (Simon)

#### Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen (Deckelnick)

- Entwicklung & Analyse numerischer Näherungsverfahren
- Parameteridentifikationsprobleme

#### Randwertprobleme für Willmoreflächen

- Abschätzungen, qualitative Eigenschaften & Existenz (Deckelnick, Grunau)
- Entwicklung und Analyse numerischer Näherungsverfahren (Deckelnick)

#### Ricci-Fluss (Simon)

- Verhalten von Singularitäten
- Existenz und Regularität im Falle nichtglatter Anfangsdaten

#### **AG Numerische Mathematik in Anwendungen (Richter)**

- Analyse von Fluid-Struktur-Interaktionsproblemen mit Anwendung in der Medizin auf Höchstleistungsrechnern zur schnellen Simulation
- Einsatz adaptiver Finite Elemente Methoden zur Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen. Analyse dualitätsbasierter Fehlerschätzer in Ort und Zeit
- Entwurf und Analyse von effizienten numerischen Methoden zur Simulation von Multiphysik-Problemen

#### **AG Numerische Analysis: (Tobiska, Schieweck)**

- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- Eigenschaften der Lösung singular gestörter Probleme
- Entwicklung effektiver Algorithmen zur Lösung hochdimensionaler Gleichungssysteme auf modernen Rechnerarchitekturen
- Finite Elemente Methoden zur Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen in Gebieten mit freiem Rand und Entwicklung geeigneter Mehrgitterlöser
- Galerkin Methoden zur Lösung instationärer partieller Differentialgleichungen
- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Finite Elemente Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungssysteme, insbesondere in der numerischen Strömungssimulation
- Numerische Behandlung mathematischer Modelle zur Strömungssimulation in porösen Medien

#### **AG Numerische Mathematik (Warnecke, Kunik)**

- Analytische Zahlentheorie
- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Diskretisierungsverfahren (FEM, FVM, FDM, kinetische Verfahren) für partielle Differentialgleichungssysteme, Entwicklung numerischer Verfahren
- Riemann-Probleme für Systeme hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, resonante Wellen, Phasenübergänge
- Theoretische und numerische Untersuchung von Systemen von Erhaltungsgleichungen, insbesondere in der Gasdynamik, Mehrphasengemische

#### **AG Numerische Methoden in der System- und Regelungstheorie (Benner, Heiland)**

- Wir untersuchen dynamische Systeme mit Ein- und Ausgängen. Solche Systeme werden verwendet, um

alle Arten von dynamischen Prozessen zu modellieren, die durch Kontrollen gesteuert werden und die durch Messungen beobachtet werden können. Eine typische Aufgabe ist das Design einer Rückkopplungssteuerung, d.h. mittels der Messungen die Eingänge so zu definieren, dass das System in einen gewünschten Zustand geführt wird. Darüberhinaus muss eine Rückkopplungssteuerung schnell und robust sein, das heißt, die Übersetzung der aktuellen Messung in die Steuerungsaktion (?Aktuation?) muss in Echtzeit und zuverlässig erfolgen. Um all diesen Anforderungen gerecht zu werden, verwenden und entwickeln wir Methoden aus der mathematischen Systemtheorie, der Regelungstheorie, der Modellreduktion, der numerischen linearen Algebra und auch des wissenschaftlichen Rechnens.

#### 4. KOOPERATIONEN

- Prof. Dr. A. Deruelle, Sorbonne (Paris, Frankreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Charles M. Elliott, University of Warwick mit Prof. Deckelnick
- Prof. Dr. Eleuterio Toro, Italien mit Prof. Warnecke
- Prof. Dr. F. Schulze, UCL London (London, Vereinigtes Königreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Guido Sweers, Universität zu Köln mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. Shinya Okabe, Tohoku University Japan mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. T. Lamm, KIT Universität (Karlsruhe) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. V. Polevikov (Minsk, Belarus) mit Prof. Tobiska

#### 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Stefan Turek, TU Dortmund; Prof. Dr. Boris Vexler, TU München; Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Rannacher, Universität Heidelberg  
**Förderer:** Bund - 01.12.2016 - 31.07.2020

##### **BlutSimOpt - Modellierung, schnelle Simulation und Optimierung von Blutströmungen mit Materialschädigung - Hämodialyse Shunts und Stenosen**

Es werden numerische Methoden zur Simulation und Optimierung komplexer Blutströmungen entwickelt und benutzerfreundliche, effiziente Tools implementiert. In Zusammenarbeit mit klinischen und industriellen Partnern untersuchen wir dabei Möglichkeiten der Strömungskontrolle zur Behandlung von Gefäßerkrankungen wie Stenosen oder Aneurysmen. Dabei betrachten wir insbesondere die extremen Strömungssituationen nach dem Anlegen von arteriovenösen Shunts zur Dialysevorbereitung. Fernziel des Projekts ist es, die gewonnenen Resultate in Zusammenarbeit mit den Partnern sowohl in patientenspezifische Diagnose- und Therapieverfahren als auch in diversifizierte medizinische Produkte einfließen lassen. Zur effizienten Simulation der mechano-chemisch gekoppelten Effekte in Blutgefäßen müssen neue reduzierte Modelle entwickelt werden. Zur Abbildung der patientenspezifischen Situation werden ableitungsbasierte Verfahren zur Parameterschätzung entwickelt.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2018 - 30.09.2021

##### **Graduiertenkolleg "Mathematische Komplexitätsreduktion" (GRK 2297/1), erfolgreicher Nachantrag**

MathCoRe stands for Mathematical Complexity Reduction – a Research Training Group (RTG) located at Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU). The RTG is a Graduiertenkolleg (DFG-GRK 2297) funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Headed by the Faculty of Mathematics (FMA) it is run as a cooperation with the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology (FEIT) and the Max Planck Institute for the Dynamics of Complex Technical Systems(MPI)  
 The combination of expertise from different mathematical areas under the theme of Complexity Reduction

provides the RTG with a unique profile that specifically shapes the scientific understanding of the young researchers graduating within the RTG. A fundamental goal of our Philosophy is to make the PhD students work on projects that connect several mathematical areas and to let them profit from supervision by two principal investigators with different mathematical backgrounds. In order to ensure the success of our doctoral students they participate in a tailored structured study program. It contains training units in form of compact courses and weekly seminars, encouraging early integration into the scientific community and networking.

The current funding (from April 1, 2017 until September 30, 2021) allows the RTG to support 15 PhD students and a PostDoc to work on their respective research projects. To further promote scientific exchange there are additional PhD students and PostDocs with external funding associated. For a list of current fellows, see here. For possibilities to apply as a regular fellow, see this page.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Kooperationen:** Ping Lin, University of Science and Technology Beijing  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 30.06.2022

### **Simulation und Analysis für zeitliche Mehrskalprobleme mit partiellen Differentialgleichungen**

In diesem Projekt untersuchen wir zeitliche Mehrskalprobleme mit partiellen Differentialgleichungen. Viele Anwendungen beschreiben Langzeiteffekte, etwa die Materialalterung, Materialschädigung durch Risse, biologische Musterbildungsprozess oder biologische Wachstumsprozesse. Diese Phänomene sind oft durch wichtige Kurzeiteinflüsse bestimmt.

Eine detaillierte numerische Simulation solcher Vorgänge mit etablierten Verfahren ist nicht möglich. Als Beispiel betrachten wir das Wachstum von arteriosklerotischem Plaque, welches im Zeitraum von mehreren Monaten abspielt, jedoch erheblich durch die mechanische Belastung der pulsierenden Blutströmung bestimmt ist, welche eine Auflösung von weniger als einer Sekunde bedarf. Eine direkte Simulation über lange Zeiträume mit sehr feiner Auflösung ist jenseits der Möglichkeiten.

Wir werden zeitliche Mehrskalverfahren zur Approximation dieser Probleme entwickeln, untersuchen und implementieren. Diese Methoden basieren auf einer Mittelung der schnellen Prozesse, um so eine effektive Gleichung zur Beschreibung des Langzeitverhaltens zu gewinnen.

Ein Teil des Projekts widmet sich der mathematischen Analyse von zeitlichen Mehrskalproblemen mit partiellen Differentialgleichungen. Üblicherweise kann ein Skalenparameter eingeführt werden, der das Verhältnis zwischen langsamer und schneller Skala beschreibt. Wir werden die Konvergenz der Mehrskalösung gegen die gemittelte Lösung in Hinblick auf diesen Skalenparameter untersuchen.

Im zweiten Teil werden effiziente numerische Verfahren zur schnellen Approximieren von zeitlichen Mehrskalproblemen entwickelt und implementiert. Diese Verfahren basieren auf einer effizienten Approximation der gemittelten Langzeitprobleme. Zur örtlichen Diskretisierung verwenden wir die Finite Elemente Methode, zeitliche Diskretisierung erfolgt auf Basis von Galerkin-Verfahren. Zum Erlangen effizienter Algorithmen werden wir konsequent auf adaptive Verfahren in Ort und Zeit setzen.

Die mathematische Analyse von zeitlicher Mehrskaligkeit im

Zusammenhang mit partiellen Differentialgleichungen ist ein herausforderndes Problem, welches bisher kaum systematisch untersucht wurde.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Kooperationen:** Siemens AG  
**Förderer:** Industrie - 01.10.2018 - 30.09.2019

### **Adaptive Gitter Konzepte für Voxel-basierte Mehrgitterlöser**

Erstellung einer Studie zur Realisierung von Adaptivität in neuartigen Echtzeit-Lösern in der Simulation und Optimierung mit Anwendungen der Strukturmechanik.

Gegenstand ist insbesondere die Realisierung von Stencil-Basierter, Matrixfreier Finite-Elemente Methodik auf unstrukturierten Gittern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **Peruvian Competence Center of Scientific Computing Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens in der Lehre in Peru**

Die Angewandte Mathematik und das Wissenschaftliche Rechnen mit dem Fokus Modellbildung, Simulation und Optimierung nimmt weltweit einen zentralen und größer werdenden Stellenwert ein. Die numerische Simulation und Optimierung sind - neben dem Experiment - in vielen wissenschaftlichen Anwendungen zunehmend etabliert. Diese Entwicklung wurde in den letzten Jahrzehnten durch die Verfügbarkeit leistungsfähiger Computer und die damit verbundene mathematische Grundlagenforschung beschleunigt. Obwohl die technischen Voraussetzungen auch in Ländern wie Peru gegeben sind, ist die Disziplin Wissenschaftliches Rechnen hier noch nicht vertreten. Dies liegt an einem streng theoretischem Fokus der Mathematik in Peru, der fehlenden Ausbildung von DozentInnen in Bereichen der Angewandten Mathematik und einem resultierenden Mangel an entsprechenden Studienprogrammen.

In diesem Projekt verfolgen wir mehrere, eng verwandte Ziele: an der Universidad Nacional Agraria La Molina unterstützen wir die derzeit geplante Einrichtung eines Studiengangs Angewandte Mathematik, an der Universidad Nacional de Trujillo und der Pontificia Universidad Católica del Perú unterstützen wir die Weiterentwicklung der vorhandenen Studiengänge und die Entwicklung neuer Forschungslinien zur Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens und etablieren Austauschprogramme mit deutschen Hochschulen. Begleitend initiieren wir mit diesen und weiteren Partnern die Einrichtung eines transregionalen Kompetenzzentrums Scientific Computing mit dem Arbeitstitel Peruvian Competence Center of Scientific Computing (PeC3), um eine Vernetzung der Player zum Schaffen von Synergien und eine nachhaltige Verstetigung der Maßnahmen zu erreichen.

Die Einrichtung und Weiterentwicklung von Studiengängen erfordert eine Schulung der DozentInnen in modernen Methoden des wissenschaftlichen Rechnens. Wesentliches Instrument hierzu sind Kurse und Workshops in Peru. Eine besondere Bedeutung kommt dem Einzug von praktischen Elementen in Lehr- und Lernformen zu. Weiter erarbeiten wir Kataloge aktueller und bewährter Literatur für die Lehre, aber werden auch geeignete Skripten, Übungsmaterialien und insbesondere gut-dokumentierte wissenschaftliche Software bereitstellen. Schließlich ist die Co-Betreuung peruanischer Abschlussarbeiten von deutscher Seite vorgesehen, um eine Internationalisierung und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu erreichen. Darüber hinaus planen wir ein Austauschprogramm, um ein gegenseitiges Begleiten und Kennenlernen von Lehrveranstaltungen sowie Verwaltungs- und Forschungsstrukturen zu ermöglichen.

Die Maßnahmen werden unter die Schirmherrschaft eines neu zu gründenden Kompetenzverbunds PeC3 gestellt, um so eine Institutionalisierung und eine Identifikation mit den Maßnahmen zu erzeugen. Dabei denken wir an einen ideellen Verbund im Sinne des WIR - Wissenschaftlichen Rechnen in Baden-Württemberg oder des NoKo - Northern German Colloquium on Applied Analysis and Numerical Mathematics, welches identitätsstiftend für das gesamte Projekt wirkt. Dieser Verbund wird weiteren interessierten Partnern in

Südamerika, aber auch kooperierenden Partnern in Europa und Nordamerika offen stehen und soll langfristig als Plattform die Aktivitäten im Bereich Wissenschaftliches Rechnen bündeln und vertreten. Durch bisher vier vom DAAD finanzierte Sommerschulen sowie der Mitarbeit bei der Etablierung von Promotionsprogrammen sind wir in Südamerika, insbesondere in Peru, bestens vernetzt und kennen die Stärken und Schwächen im Universitätssystem. Von diesem Projekt erhoffen wir uns eine strukturelle Stärkung der Lehre auf dem Gebiet des wissenschaftlichen Rechnens in Peru, die langfristig auch auf die Forschung wirkt. Wir profitieren von einer Institutionalisierung des Kontakts, welche auch zu einer Internationalisierung unserer Hochschulen und zu Austauschmöglichkeiten mit entsprechenden Studiengängen in Deutschland führt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Miles Simon  
**Projektbearbeitung:** Dr. Jiawei Liu  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 31.12.2019

### **Lösungen des Ricci-Flusses mit Skalarkrümmung beschränkt in $L^p$**

Das Ziel dieses Projektes ist es, Singularitäten des Ricci-Flusses in vier Dimensionen zu verstehen, wenn die Topologie bzw. die Geometrie eingeschränkt ist. Für vier-dimensionale Lösungen mit beschränkter Skalarkrümmung wurde folgendes in Arbeiten von R. Bamler, Q. Zhang und (unabhängig davon) dem Antragsteller gezeigt: Falls die Lösung in endlicher Zeit singulär wird, dann sind die Singularitäten vom Orbifold-Typ. Weiterhin wurde in einer Arbeit des Antragstellers gezeigt, dass die Lösung mit dem Orbifold Ricci-Fluss fortgesetzt werden kann. In diesem Projekt möchten wir die Situation untersuchen, dass die Skalarkrümmung in  $L^p$  gleichmäßig in der Zeit, oder durch  $(T-t)^{-a}$  für ein kleines  $a > 0$  zu jeder Zeit  $t < T$  beschränkt ist. Wir werden zeigen, dass diese Bedingungen die Struktur von möglichen Singularitäten einschränken.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Taj Munir  
**Kooperationen:** PD Dr. Martin Falcke (MDC, Berlin)  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.04.2016 - 31.03.2019

### **Simulation von "excitation contraction coupling" in ventrikulären Kardiomyozyten**

Weitere Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): 1.10.2013 - 15.02.2017

Arrhythmia und Fibrillation sind führende Ursachen für Herztod. Sie können durch Alternas und arrhythmogene Prozesse auf Zellebene verursacht werden.  $Ca^{2+}$ -Dynamik ist involviert bei einigen von ihnen. Das Projekt wird zelluläre arrhythmogene Prozesse untersuchen, die zum Teil bekannt aber in ihrer Wechselwirkung wenig verstanden sind, durch die Simulation von excitation contraction coupling (ECC) in ventrikulären Kardiomyozyten. Membrandepolarisation wird in tausenden diadischen Spalten in ein Kalziumsignal übertragen. Der große Bereich von Raum- und Zeitskalen des Problems verlangt eine Multiskalentechnik, die die Konzentration in den Spalten durch quasistatische Greensche Funktionen beschreibt, und die Reaktions-Diffusions-Prozesse im Volumen mit Finite-Element-Methoden (FEM) simuliert. Die Dynamiken der Ionenkanäle in den Spalten werden wir stochastisch simulieren. Das Membranpotentialmodell wird zelltyp- und speziesspezifisch sein. Wir werden problemspezifisches hybrid stochastisch-deterministisches Zeitschritt-Management entwickeln. Der Bereich von Raum- und Zeitskalen im Volumen erfordert räumliche und zeitliche Adaptivität der FEM. Wir werden Algorithmen für ihre gleichzeitige Nutzung erarbeiten, und lineare implizite Runge-Kutta-Methoden höherer Ordnung einsetzen, um den Anforderungen an das Zeitschritt-Management gerecht zu werden. Für die Nutzung von Hochleistungsrechnern werden wir angepasste "load balancing"-Methoden entwickeln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** MSc Christoph Matern, Dr. Maren Hantke  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 30.06.2019

### **Graduiertenkolleg 1554, Micro-Macro-Interactions in structured Media and Particle Systems**

Disperse Zwei-Phasen-Strömungen mit Phasenübergängen

Sowohl in der Natur als auch in industriellen Anwendungen treten mehrkomponentige Mehrphasenströmungen auf. Die Modellierung und Simulation kompressibler Mehrphasenströmungen stellt eine interdisziplinäre Herausforderung sowohl für Mathematiker, als auch für Physiker und Ingenieure oder Chemiker dar. Die Schwierigkeiten resultieren hauptsächlich aus den Prozessen an den Phasengrenzen, insbesondere aus dem Massenübergang zwischen den einzelnen Phasen. Massentransfer erfolgt dabei sowohl durch den Phasenübergang, als auch durch chemische Reaktionen.

Obwohl die Untersuchung von Phasengrenzen z. B. zwischen Gasen und Flüssigkeiten schon seit langem Gegenstand der Forschung ist, sind die Ergebnisse in diesem Gebiet noch unzureichend und es gibt viele offene Fragen.

Im Projekt werden schwach hyperbolisch Mehrphasen-Gemischgleichungssysteme bestehend aus partiellen Differentialgleichungen analytisch diskutiert und numerisch berechnet. In den Euler-Euler-Beschreibungen werden sowohl Massen-, als auch Impuls- und Energiebilanzen einzelner Komponenten oder Phasen sowie Bilanzen für Blasenanzahldichte, Blasengröße oder das Volumen der Komponenten bzw. Phasen berücksichtigt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** Dr. Maren Hantke, M.Sc. Hazem Yaghi  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2017 - 31.03.2019

### **Graduiertenkolleg 1554, Micro-Macro-Interactions in structured Media and Particle Systems "Mehrkomponenten-Phasenfeld-Gemischmodelle mit chemischen Reaktionen"**

Im Fokus dieser Arbeit steht ein von Dreyer, Giesselmann und Kraus hergeleitetes Phasenfeld-Gemischmodell zur Beschreibung reaktiver Mehrphasen-Strömungen. Obwohl die Untersuchung von Phasengrenzen z.B. zwischen Gasen und Flüssigkeiten schon seit langem Gegenstand der Forschung ist, sind die Ergebnisse in diesem Gebiet noch unzureichend und es gibt viele offene Fragen.

Die Einführung eines Phasenfeldes erlaubt eine einfachere Behandlung der Probleme, die durch scharfe Phasengrenzen auftreten. Daher kann die angestrebte Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Forschung im Bereich der Simulation und Modellierung kompressibler Mehrphasenströmungen leisten.

Das hier betrachtete Modell und geeignete Untermodelle sollen analytisch diskutiert und numerisch berechnet werden. Sofern möglich, sind exakte Lösungen zu konstruieren. Von besonderem Interesse sind die Quellterme des Modelles, die chemische Reaktionen und Phasenübergänge beschreiben. Umfangreiche Vergleiche mit anderen Modellen in der Literatur und experimentellen Daten werden durchgeführt. Hierzu soll eine Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Thévenin (OvGU Verfahrenstechnik) im Rahmen des Kollegs erfolgen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Förderer:** Sonstige - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Advanced Numerical Methods for Nonlinear Hyperbolic Balance Laws and Their Applications**

Out intention is to intensify cooperation in the mathematical field of "Advanced Numerical Methods for Nonlinear Hyperbolic Laws and Their Applications" between 11 research institutions: On the Chinese side five top universities, i.e. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Peking University, Tsinghua University, and Xiamen University, as well as the Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Beijing; on the German side RWTH Aachen University, as well as the universities of Freiburg, Mainz, Magdeburg, Stuttgart and Würzburg. During the past decade individual cooperation and joint publications by specialists involved



in our project showed parallel interests and activities that should be coordinated. The main sources of such occasional contacts were international conferences, research visits, and longer exchanges of young scientists.

Fundamental mathematical research in our field has a strategic importance for many challenges in other fields of research and development, e.g. in engineering, physics and ecology. Central topics are advanced numerical methods for nonlinear hyperbolic balance laws that are particularly important for incompressible fluid flows and related systems of equations. The numerical methods we are focused on are finite volume/finite difference, discontinuous Galerkin methods, and kinetic-type schemes. There are still very basic and challenging open mathematical research problems in this field, such as multidimensional shock waves, interfaces with different phases or efficient, problem suited adaptive algorithms. Consequently, our main objective is to derive and analyze novel high-order accurate schemes that will reliably approximate underlying physical models and preserve important physically relevant properties. This combination remains an open and challenging problem and will be addressed in our project proposal.

Within this project we will establish a long-term cooperation between our groups, particularly among young scientists, in order to achieve a significant development in this field and to meet future demands from numerous practical applications. We will also take this project as basis to support each other to proceed research on higher level cooperation such as the framework of 973 in China, SFB in Germany and even the European framework.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Adnan Hayat  
**Förderer:** Sonstige - 01.11.2017 - 31.10.2021

### **Forced Periodic Non-isothermal Operation of Chromatographic Columns**

Chromatography is a powerful and very selective separation and purification process exploiting specific interactions of the compounds to be separated with dedicated adsorbents. A high purity and a high yield at reasonable production rate are the main demands of scientists working in this area. Typically isothermal conditions are applied, although potential was seen already in non-isothermal operation. The temperature fluctuations were found to be partly helpful in the case of gas phase separations. However, such effects have been neglected in the liquid phase chromatography. This project focuses on optimizing the separation of two components of a liquid mixture whose concentrations are effected by the interaction and reaction with the solid phase packed inside the column. We impose a non-isothermal condition by controlling temperature variations in the column in such a way that a preceding component of the mixture is warmed up to leave the column more quickly as compared to the succeeding component which is cooled down and, thus, migrates slower. The basic model, which we will consider in the beginning, is called as equilibrium dispersive model (EDM). It incorporates the well-known mass balance equation of a column coupled with the energy balance and specific initial and boundary conditions. The aim of this project is to provide theoretical understanding of the said setup, to resolve sharp discontinuities in the absence of axial dispersion by using Riemann Problems approach, to analyze the effects of temperature fluctuations on the process, and to approximate the full nonlinear model by using a high resolution finite volume scheme. Experimental tests will be done later on in collaboration with scientists in MPI Magdeburg, who are working on experimental chromatographic processes.

## 6. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Almeida Konzen, Pedro Henrique; Guidi, Leonardo Fernandes; Richter, Thomas**

Quasi-random discrete ordinates method for neutron transport problems

Annals of nuclear energy - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 133.2019, S. 275-282;

[Imp.fact.: 1.38]

**Barrett, John W.; Deckelnick, Klaus; Nürnberg, Robert**

A finite element error analysis for axisymmetric mean curvature flow

SIAM journal on numerical analysis - Philadelphia, Pa.: SIAM, Bd. 41.2019, 6, S. 2161-2179;

**Beddig, Rebekka S.; Benner, Peter; Dorschky, Ines; Reis, Timo; Schwerdtner, Paul; Voigt, Matthias; Werner, Steffen W. R.**

Model reduction for secondorder dynamical systems revisited

Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim [u.a.]: Wiley-VCH, Bd. 19.2019, 1, insges. 4 S.;

[Special Issue: 90th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM)]

**Behr, Maximilian; Benner, Peter; Heiland, Jan**

Solution formulas for differential Sylvester and Lyapunov equations

Calcolo - Milano: Springer Italia, Volume 56, issue 4 (2019), article number 51, insgesamt 33 Seiten;

[Imp.fact.: 1.981]

**Benner, Peter; Heiland, Jan; Werner, Steffen W. R.**

Robust controller versus numerical model uncertainties for stabilization of navier-stokes equations

IFAC-PapersOnLine - Frankfurt: Elsevier, Bd. 52.2019, 2, S. 25-29;

[Konferenz: 3rd IFAC Workshop on Control of Systems Governed by Partial Differential Equations, CPDE 2019, Oaxaca, Mexico, 20-24 May 2019]

**Deckelnick, Klaus; Elliott, Charles M.; Miura, Tatsu-Hiko; Styles, Vanessa**

Hamilton-Jacobi equations on an evolving surface

Mathematics of computation - Providence, RI: Soc., Bd. 88.2019, 320, S. 2635-2664;

[Imp.fact.: 2.087]

**Hantke, Maren; Thein, Ferdinand**

On the Impossibility of First-Order Phase Transitions in Systems Modeled by the Full Euler Equations

Entropy - Basel: MDPI, Bd. 21.2019, 11, S. 1-6;

[Imp.fact.: 2.419]

**Hayat, Adnan; An, Xinghai; Qamar, Shamsul; Warnecke, Gerald; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Theoretical analysis of forced segmented temperature gradients in liquid chromatography

Processes - Basel: MDPI, Volume 7 (2019), 1, Artikel 846;

[Imp.fact.: 1.963]

**Ilyas Ahmad, Mian; Benner, Peter; Feng, Lihong**

A new two-sided projection technique for model reduction of quadratic-bilinear descriptor systems

International journal of computer mathematics - London [u.a.]: Taylor and Francis, Bd. 96.2019, 10, S. 1899-1909;

[Imp.fact.: 1.196]

**Jin, Xishen; Liu, Jiawei**

The long-time behavior of modified calabi flow

The journal of geometric analysis - New York, NY: Springer, Bd. 29.2019, 1, S. 936-956;

[Imp.fact.: 0.959]

**Liu, Jiawei; Zhang, Xi**

Cusp KählerRicci flow on compact Kähler manifolds

Annali di matematica pura ed applicata - Berlin: Springer, Bd. 198.2019, 1, S. 289-306;

[Imp.fact.: 1.268]

**Melcher, Boris; Gulyak, Boris; Wiersig, Jan**

Information-theoretical approach to the many-particle hierarchy problem

Physical review - Woodbury, NY: Inst., Volume 100 (2019), 1, article 013854, insgesamt 5 Seiten;

[Imp.fact.: 2.907]

**Wahl, Henry; Richter, Thomas; Lehrenfeld, Christoph; Heiland, Jan; Minakowski, Piotr**

Numerical benchmarking of fluid-rigid body interactions

Computers & fluids - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 193 (2019), article 104290;

[Imp.fact.: 2.223]

**Warnecke, Gerald**

Ein Brief von C.F. Gauß an C.L. Gerling - kleinste Fehlerquadrate und das Gauß-Seidel-Verfahren

Mathematische Semesterberichte - Berlin: Springer, 2019;

[Online first]

## **NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

**Ali, Ahmad Ahmad; Deckelnick, Klaus; Hinze, Michael**

Sufficient conditions for unique global solutions in optimal control of semilinear equations with C1-nonlinearity

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 18 Seiten, Diagramme - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.02);

[Literaturverzeichnis: Seite 16-18]

**Barrett, John W.; Nürnberg, Robert; Deckelnick, Klaus**

A finite element error analysis for axisymmetric mean curvature flow

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 20 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.5);

[Literaturangaben: Seite 19-20]

**Deruelle, Alix; Schulze, Felix; Simon, Miles**

On the regularity of Ricci flows coming out of metric spaces

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 37 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.3);

[Literaturangaben: Seite 36-37]

**Kröncke, Klaus; Lindblad Petersen, Oliver; Lubbe, Felix; Szabó, Áron; Marxen, Tobias; Vertman, Boris; Maurer, Wolfgang; Schnürer, Oliver C.; Meiser, Wolfgang**

Mean curvature flow in asymptotically flat product spacetimes

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 23 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.7);

[Literaturverzeichnis: Seite 23]

**Miyake, Nobuhito; Okabe, Shinya; Grunau, Hans-Christoph**

Positivity of solutions to the Cauchy problem for linear and semilinear biharmonic heat equations

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 21 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.6);

[Literaturangaben: Seite 20-21]

**Romani, Giulio; Grunau, Hans-Christoph**

Unexpected differences between fundamental solutions of general higher-order elliptic operators and of products of second-order operators

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 29 Seiten, Diagramme - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.1)

**Zhang, Xi; Liu, Jiawei**

Stability of the conical Kähler-Ricci flows on Fano manifolds

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 51 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.8);  
[Literaturangaben: Seite50-51]

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE**

**Altmann, R.; Heiland, Jan**

Continuous, semi-discrete, and fully discretised navier-stokes equations

Applications of Differential-Algebraic Equations: Examples and Benchmarks - Cham: Springer; Campbell, Stephen, S. 277-312, 2019;

**Warnecke, Gerald**

Zahl oder Menge - über grundlegende Formen der Mathematik

Ästhetik & Artikulation - Münster: Waxmann, S. 191-204, 2019 - (Dialog der Wissenschaften; 3)

**ABSTRACTS**

**Melcher, Boris; Gulyak, Boris; Wiersig, Jan**

An information theoretical approach to the many-particle hierarchy problem - application to quantum dot microcavity lasers

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V. Berlin 2018 - Bad Honnef: DPG, 2019, Art. HL 39.2;

[Tagung: DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 31. März - 05. April 2019]

**DISSERTATIONEN**

**Denißen, Jonas; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]**

On vibration analysis and reduction for damped linear systems

Magdeburg, 2019, XIX, 146 Seiten, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite 139-146]

**Kweyu, Cleophas Muganda; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]**

Fast solution of the Poisson-Boltzmann equation by the reduced basis method and range-separated canonical tensor format

Magdeburg, 2019, xxix, 139 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 125-136]

**Mehlmann, Carolin; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Efficient numerical methods to solve the viscous-plastic sea ice model at high spatial resolutions

Magdeburg, 2019, vii, 154 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 147-154]

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE OPTIMIERUNG

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58756, Fax 49 (0)391 67 41171  
imo@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Sebastian Sager (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. Volker Kaibel

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Priv.-Doz. Dr. Gennadiy Averkov (bis 30.09.2019)  
Prof. Dr. Volker Kaibel  
Prof. Dr. Sebastian Sager  
apl. Prof. Dr. Frank Werner

im Ruhestand:

Prof. Dr. Dr. h.c. Eberhard Girlich  
Prof. Dr. Friedrich Juhnke

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

- Gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung
- Gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierung
- Echtzeitoptimierung unter Unsicherheiten
- Optimierungsmethoden zur Unterstützung und zum Training von Entscheidungen
- Numerische Methoden zur optimalen Versuchsplanung
- Deterministische Approximation von stochastischen Steuerproblemen
- Schnittebenen in der ganzzahligen Optimierung
- Erweiterte Formulierungen für Optimierungsprobleme
- Polyedrische Kombinatorik
- Darstellung semi-algebraischer Mengen
- Gitterpunktfreie konvexe Mengen
- Untersuchung zur Komplexität von Scheduling-Problemen
- Untersuchung von Scheduling-Problemen mit Intervallbearbeitungszeiten
- Optimierung und Maschinelles Lernen

## 4. SERVICEANGEBOT

### MINT I Schülerpraktikum:

Marian Lauenroth (Schüler, Klasse 11)

Betreuung vom 08.07. - 28.07.2019  
Betreuer: Dr. Michael Höding  
Thema: "Zu optimal bleibt keine Wahl"

Valentin Schmidt (Schüler, Klasse 11)  
Betreuung vom 22.07. - 04.08.2019  
Betreuer: Dr. Michael Höding  
Thema: "Zu optimal bleibt keine Wahl"

## 5. KOOPERATIONEN

- Avacon AG Deutschland
- BASF
- Daimler
- Deutsche Lufthansa
- mathe.medical
- Volkswagen

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Förderer:** EU - ERC HORIZONT 2020 - 01.07.2015 - 30.06.2020

### **ERC Consolidator Grant MODEST: Mathematical Optimization for clinical DEcision Support and Training**

#### **Entwicklung mathematischer Modelle für eine personalisierte Medizin der Zukunft**

Im vom Europäischen Forschungsrat (ERC) geförderten Forschungsprojekt Mathematical Optimization for Clinical Decision Support and Training (MODEST) widmen sich Prof. Dr. Sebastian Sager und sein Team aus Mathematikern und Medizinerinnen der Universität Magdeburg der Suche nach mathematischen Lösungen, die Ärzte bei Diagnose- und Therapieentscheidungen unterstützen und eine personalisierte Medizin möglich machen. Ziel des Projektes ist es, prototypische mathematische Modelle und Algorithmen zu entwickeln, die die vielfach erhobenen und vorhandenen individuellen medizinischen Daten integrativ zusammenführen. Die Menge vorhandener Patientendaten soll so automatisch in Vorschläge für Diagnosen und Therapien übersetzt werden können. Mediziner müssen täglich unter Zeitdruck wichtige Entscheidungen treffen. Kardiologen anhand eines EKGs in Minuten über mögliche Ursachen von Unstimmigkeiten befinden, Onkologen anhand von Labormarkern Dosis und Behandlungsdauer von Chemotherapien festlegen, so Prof. Sebastian Sager. Diese komplexen Entscheidungen basieren gewöhnlich auf ihrem im Laufe der Jahre angesammelten Expertenwissen, das aber eben nicht allen Patienten zur Verfügung steht und auch nicht ohne weiteres übertragbar ist. Andererseits werden in Kliniken und Arztpraxen Unmengen von Daten erhoben, die aus unserer Sicht nur unzureichend für ärztliche Entscheidungen hinzugezogen werden. Sie in ihrer ganzen Komplexität zu nutzen und gleichzeitig das Wesentliche heraus zu heben, soll durch unsere mathematischen Modelle möglich werden. Wir wollen Software entwickeln, die mit der Fülle der Daten umgehen kann und die die Entscheidungen der Mediziner faktenorientiert und nachvollziehbar unterstützt. So wie ein Flugsimulator Piloten in verschiedenen Szenarien trainiert, könnten dann auch auf individuellen Patientendaten basierende Krankheitssimulatoren sowohl in der Ausbildung eingesetzt werden, als auch im klinischen Alltag ärztliche Diagnosen sicherstellen und Therapieansätze optimieren. Krankheitsverläufe würden vorausberechnet und sichtbar gemacht werden können.

Das Projekt wird gefördert durch den Europäischen Forschungsrat (ERC) im EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020 (Grant Agreement Nr. 647573).

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Kooperationen:** Argonne National Lab, Sven Leyffer; TU Braunschweig, Prof. Christian Kirches  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2016 - 30.09.2022

### **Nichtglatte Verfahren für auf Komplementaritäten basierende Formulierungen geschalteter Advektions-Diffusions-Prozesse**

Teilprojekt innerhalb des Schwerpunktprogrammes 1962 "Nichtglatte Systeme und Komplementaritätsprobleme mit verteilten Parametern: Simulation und mehrstufige Optimierung" der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Ziel ist es, in Kooperation mit Christian Kirches (TU Braunschweig) und Sven Leyffer (Forschungszentrum Argonne, USA) neuartige mathematische Optimierungsmethoden zu entwickeln, die die besonderen Strukturen der geschalteten PDE Nebenbedingungen berücksichtigen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Volker Kaibel, Doz. Dr. Gennadiy Averkov, Prof. Dr. Benjamin Nill, Prof. Dr. Alexander Pott, Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Rainer Schwabe, Jun.-Prof. Dr. Thomas Kahle, Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen, Prof. Dr. Peter Benner  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 30.09.2021

### **Mathematische Komplexitätsreduktion (GRK 2297/1)**

Das Projekt wird von den genannten Principal Investigators getragen. Diese sind den Instituten für Mathematische Optimierung (Averkov, Kaibel, Sager), für Algebra und Geometrie (Kahle, Nill, Pott), für Mathematische Stochastik (Kirch, Schwabe) und für Analysis und Numerik (Benner) der Fakultät zugeordnet. Benner ist zudem Direktor des Max-Planck Institutes für Dynamik komplexer technischer Systeme. Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist über Findeisen beteiligt.

Im Kontext des vorgeschlagenen Graduiertenkollegs (GK) verstehen wir Komplexität als eine intrinsische Eigenschaft, die einen mathematischen Zugang zu einem Problem auf drei Ebenen erschwert. Diese Ebenen sind eine angemessene mathematische Darstellung eines realen Problems, die Erkenntnis fundamentaler Eigenschaften und Strukturen mathematischer Objekte und das algorithmische Lösen einer mathematischen Problemstellung. Wir bezeichnen alle Ansätze, die systematisch auf einer dieser drei Ebenen zu einer zumindest partiellen Verbesserung führen, als mathematische Komplexitätsreduktion.

Für viele mathematische Fragestellungen sind Approximation und Dimensionsreduktion die wichtigsten Werkzeuge auf dem Weg zu einer vereinfachten Darstellung und Rechenzeitgewinnen. Wir sehen die Komplexitätsreduktion in einem allgemeineren Sinne und werden zusätzlich auch Liftings in höherdimensionale Räume und den Einfluss der Kosten von Datenerhebungen systematisch untersuchen. Unsere Forschungsziele sind die Entwicklung von mathematischer Theorie und Algorithmen sowie die Identifikation relevanter Problemklassen und möglicher Strukturausnutzung im Fokus der oben beschriebenen Komplexitätsreduktion.

Unsere Vision ist ein umfassendes Lehr- und Forschungsprogramm, das auf geometrischen, algebraischen, stochastischen und analytischen Ansätzen beruht und durch effiziente numerische Implementierungen komplementiert wird. Die Doktorandinnen und Doktoranden werden an einem maßgeschneiderten Ausbildungsprogramm teilnehmen. Dieses enthält unter anderem Kompaktkurse, ein wöchentliches Seminar und ermutigt zu einer frühzeitigen Integration in die wissenschaftliche Community. Wir erwarten, dass das GK als ein Katalysator zur Etablierung dieser erfolgreichen DFG-Ausbildungskonzepte an der Fakultät für Mathematik dienen und zudem helfen wird, die Gleichstellungssituation zu verbessern.

Die Komplexitätsreduktion ist ein elementarer Aspekt der wissenschaftlichen Hintergründe der beteiligten Wissenschaftler. Die Kombination von Expertisen unterschiedlicher mathematischer Bereiche gibt dem GK ein Alleinstellungsmerkmal mit großen Chancen für wissenschaftliche Durchbrüche. Das GK wird Anknüpfungspunkte an zwei Fakultäten der OVGU, an ein Max Planck Institut und mehrere nationale und internationale Forschungsaktivitäten in verschiedenen wissenschaftlichen Communities haben. Die Studierenden im GK werden in einer Fülle von mathematischen Methoden und Konzepten ausgebildet und erlangen dadurch die Fähigkeit, herausfordernde Aufgaben zu lösen. Wir erwarten Erfolge in der Forschung und in der Ausbildung der nächsten Generation führender Wissenschaftler in Akademia und Industrie.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Kooperationen:** Volkswagen  
**Förderer:** Volkswagen Stiftung - 01.03.2017 - 28.02.2020

### **Situationsbedingtes und verkehrseffizientes Fahren**

Das Projekt ist eine Auftragsforschung der Volkswagen AG, bei der mathematische und systemtheoretische Forschung im Bereich der Verkehrswissenschaft betrieben wird. Genauer geht es um die Entwicklung neuer Methoden, die die Analyse innerstädtischen Verkehrs und einen Transfer in Fahrerassistenzsysteme erlauben. Diese Methoden sollen zum einen die Situationserkennung (Arbeitsgruppe Findeisen), zum anderen die Betrachtung optimaler Verkehrsflüsse und Verhaltensweisen (Arbeitsgruppe Sager) abdecken.

Ein zentraler Punkt des Forschungsauftrages ist die Entwicklung von mathematischen Modellen, Algorithmen und Maßnahmen zur Steigerung der verkehrlichen Leistung in verschiedenen Verkehrssituationen. Insbesondere werden Algorithmen erarbeitet, die zu einer verkehrlichen Verbesserung an innerstädtischen Ampelkreuzungen führen. Weiterhin sollen Optimierungsprobleme zur Berechnung bestmöglichen Verhaltens der Fahrer und Infrastruktureinheiten bezüglich vorher definierter Größen untersucht werden. Ziel ist die Erstellung mathematischer Modelle und Algorithmen, die möglichst komplexe und realistische Verkehrssituationen abbilden und in vertretbarer Zeit lösen können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Peter Benner, Prof. Dr. Kai Sundmacher, Prof. Dr. Martin Stoll  
**Kooperationen:** BASF AG (Deutschland); Avacon AG Deutschland  
**Förderer:** Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung & Forschungsförderung - 01.04.2018 - 31.03.2021

### **Power to Chemicals (P2Chem)**

Im Rahmen der Energiewende in der Bundesrepublik Deutschland steigt der Anteil erneuerbarer Energien im Versorgungssystem stetig an. Dieses impliziert Herausforderungen und Chancen, insbesondere im Umgang mit Überhängen in der Stromproduktion. Wir betrachten Power-to-Chemicals (P2Chem) Prozesse, die Strom zur Herstellung von hochwertigen Chemikalien nutzen. Hierbei können grundsätzlich verschiedenste Komponenten wie katalytische Reaktoren oder Elektrolysezellen eingesetzt und miteinander kombiniert werden. Als Zielprodukt betrachten wir in diesem Projekt Synthesegas (SG), aus dem man viele wichtige Basischemikalien wie Methanol, Ameisensäure oder Phosgen erzeugen kann, wenn man die H<sub>2</sub>-zu-CO-Zusammensetzung auf verschiedene Niveaus einstellt. In P2Chem befassen wir uns mit der mathematischen Analyse dieser Prozesse und den treibenden Fragestellungen unserer Industriepartner, der Avacon AG als großem deutschen Energieversorger und der BASF SE als weltgrößtem Chemieunternehmen.

Es gibt eine große Anzahl denkbarer Verschaltungen zwischen Reaktions- und Separationsschritten zur Konversion auftretender stofflicher Gemische. Wir möchten erstmals systematisch und mit Hilfe moderner Mathematik untersuchen, welche Varianten von P2Chem unter welchen Rahmenbedingungen sinnvolle Beiträge zur Nutzung erneuerbarer Energie zur Chemieproduktion leisten können.

Neben der Wirtschaftlichkeit und Ankopplungsmöglichkeiten an Gas- und Stromnetzwerke sind die Sicherheit und die Flexibilität der Prozessführung sehr wichtig. Es geht hier um das schnelle Reagieren auf zeitlich variierende Randbedingungen (Strompreis, Qualität biogener Rohstoffe, Preis von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten, Preis der erzeugten chemischen Produkte).

Dabei müssen rechtliche, ökonomische und ökologische Aspekte sowie sicherheitstechnische Restriktionen der einzelnen Teilprozesse berücksichtigt werden.



## **7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

*13. - 14.05.2019, Wernigerode*

Jährliches Kolloquium des Graduiertenkollegs "Mathematische Komplexitätsreduktion" Wernigerode

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Bürger, Adrian; Zeile, Clemens; Altmann-Dieses, Angelika; Sager, Sebastian; Diehl, Moritz**

Design, implementation and simulation of an MPC algorithm for switched nonlinear systems under combinatorial constraints

Journal of process control - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 81.2019, S. 15-30;

[Imp.fact.: 3.316]

**Chung, Tsuiping; Gupta, Jatinder N. D.; Zhao, Haidan; Werner, Frank**

Minimizing the makespan on two identical parallel machines with mold constraints

Computers & operations research: an international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 105.2019, S. 141-155;

[Imp.fact.: 2.962]

**Dey, Arindam; Agarwal, Aayush; Dixit, Pranav; Long, Hoang Viet; Werner, Frank**

A genetic algorithm for total graph coloring

Journal of intelligent & fuzzy systems - New York, NY: John Wiley & Sons, S. 1-8, 2019;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.637]

**Dolgui, Alexandre; Ivanov, Dmitry; Potryasaev, Semyon; Sokolov, Boris; Ivanova, Marina; Werner, Frank**

Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain

International journal of production research - London [u.a.]: Taylor & Francis, S. 1-16, 2019;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.623]

**Gafarov, Evgeny; Werner, Frank**

Two-machine job-shop scheduling with equal processing times on each machine

Mathematics - Basel: MDPI, Bd. 7.2019, 3, S. 301;

**Golami, O.; Sotskov, Y. N.; Werner, Frank; Zatsiupa, A. S.**

Heuristic algorithms to maximize revenue and the number of jobs processed on parallel machines

Automation and remote control - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 80.2019, 2, S. 297-316;

[Imp.fact.: 0.562]

**Golami, Omid; Sotskov, Yuri; Werner, Frank; Zatsiupa, Aksana**

vristieskie algoritmy dlja maksimizacii dochoda i koliestva trebovanij, obsluivaemych na paralelnych priborach

New York, NY// Pleiades Publ, Bd. 2.2019, S. 125-151

**Golami, Omid; Sotskov, Yuri; Werner, Frank; Zatsiupa, Aksana**

vristieskie algoritmy dlja maksimizacii dochoda i koliestva trebovanij, obsluivaemych na paralelnych priborach

Avtomatika i telemechanika - Moskva, Bd. 2.2019, S. 125-151

**Hamid, Mahdi; Nasiri, Mohammad Mahdi; Werner, Frank; Sheikahmadi, Farrokh; Zhalechian, Mohammad**

Operating room scheduling by considering the decision-making styles of surgical team members - a comprehensive approach

Computers & operations research - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 108.2019, S. 166-181;

[Imp.fact.: 2.962]

**Huschto, Tony; Podolskij, Mark; Sager, Sebastian**

The asymptotic error of chaos expansion approximations for stochastic differential equations

Modern stochastics: theory and applications - [Vilnius]: VTeX, Bd. 6.2019, 2, S. 145-165;

**Jost, Felix; Schalk, Enrico; Rinke, Kristine; Fischer, Thomas; Sager, Sebastian**

Mathematical models for cytarabine-derived myelosuppression in acute myeloid leukaemia  
PLOS ONE - San Francisco, California, US: PLOS, Volume 14.2019, 7, article e0204540, insgesamt 26 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.776]

**Lange, Julia; Werner, Frank**

On neighborhood structures and repair techniques for blocking job shop scheduling problems  
Algorithms - Basel, Bd. 12.2019, 11, S. 242;

**Pavlov, Alexander; Ivanov, Dmitry; Werner, Frank; Dolgui, Alexandre; Sokolov, Boris**

Integrated detection of disruption scenarios, the ripple effect dispersal and recovery paths in supply chains  
Annals of operations research - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, insges. 23 S., 2019;  
[Imp.fact.: 2.284]

**Rahbari, Ali; Nasiri, Mohammad Mahdi; Werner, Frank; Musavi, MirMohammad; Jolai, Fariborz**

The vehicle routing and scheduling problem with cross-docking for perishable products under uncertainty - two robust bi-objective models  
Applied mathematical modelling: simulation and computation for engineering and environmental systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 70.2019, S. 605-625;  
[Imp.fact.: 2.617]

**Speakman, Emily; Averkov, Gennadiy**

Computing the volume of the convex hull of the graph of a trilinear monomial using mixed volumes  
Discrete applied mathematics - [S.l.]: Elsevier, 2019;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 0.983]

**Ungson, Yamel; Burtseva, Larysa; Garcia-Curiel, Edwin; Valdez Salas, Benjamin; Flores-Rios, Brenda; Werner, Frank; Petranovskii, Vitalii**

Correction: Ungson, Y. et al. Filling of Irregular Channels with Round Cross-Section: Modeling Aspects to Study the Properties of Porous Materials. Materials 2018, 11, 1901  
Materials - Basel: MDPI, Bd. 12.2019, 5, S. 818;  
[Imp.fact.: 2.467]

**Weber, Tobias; Sager, Sebastian; Gleixner, Ambros**

Solving quadratic programs to high precision using scaled iterative refinement  
Mathematical programming computation - Berlin: Springer, Bd. 11.2019, 3, S. 421-455;

**Werner, Frank**

Discrete optimization - theory, algorithms, and applications  
Mathematics - Basel: MDPI, Bd. 7.2019, 5, S. 397;

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Lazarev, Alexander A.; Lemtyuzhnikova, Darya V.B; Werner, Frank**

A general approximation approach for multi-machine scheduling problems with minimizing the maximum penalty  
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 25 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.4);  
[Literaturangaben: Seite 23-25]

**Lazarev, Alexander A.; Pravdivets, Nikolay; Werner, Frank**

On the dual and inverse problems of scheduling problems with minimizing the maximum job penalty  
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2019, 11 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2019,Nr.9);  
[Literaturangaben: Seite 10-11]

## DISSERTATIONEN

**Friesen, Mirjam; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]**

Extended formulations for higher order polytopes in combinatorial optimization  
Magdeburg, 2019, viii, 96 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 89-92]

**Keller, Wolfgang; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]**

Tightening the Chvátal and split operator via low-codimensional lineality spaces  
Magdeburg, 2019, 364 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 361-364]

**Lange, Julia; Werner, Frank [AkademischeR BetreuerIn]**

Solution techniques for the blocking job shop scheduling problem with total tardiness minimization  
Magdeburg, 2019, xxxi, 241 Seiten, Diagramme, 24 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 229-241]

**Zawisza, Jacek; Lüder, Arndt [AkademischeR BetreuerIn]; Werner, Frank [AkademischeR BetreuerIn]**

Entwicklung und Integration interdependenter Agentensysteme zur dezentralen Produktionsplanung und -steuerung  
Magdeburg, 2018, XIX, 269 Seiten, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 219-250]

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE STOCHASTIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58651, Fax 49 (0)391 67 41172  
imst@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Alexandra Carpentier - geschäftsführende Leiterin (seit 01.04.2019)

Prof. Dr. Claudia Kirch

Prof. Dr. Rainer Schwabe - (geschäftsführender Leiter bis 31.03.2019)

apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle (bis 31.03.2019)

Dr. Heiko Großmann

Priv.-Doz. Dr. Martin Wendler (seit 01.10.2019)

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Prof. Dr. Claudia Kirch

Prof. Dr. Rainer Schwabe

apl. Prof. Dr. Berthold Heiligers (extern)

apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle (bis 31.03.2019)

Priv.-Doz. Dr. Martin Wendler

Professoren im Ruhestand:

Prof. em. Dr. Otfried Beyer

Prof. Dr. Gerd Christoph

Prof. Dr. Norbert Gaffke

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik und Maschinelles Lernen): Prof. Dr. Alexandra Carpentier

- High or Infinite-Dimensional Adaptive Inference
- Uncertainty Quantification and Adaptive Confidence Sets
- Composite-Composite Testing Theory
- Sequential Sampling, Bandit Theory
- Optimisation of Computational Resources
- Inverse Problems and Compressed Sensing

- Applications in Statistical Problems (like regression/non-parametric estimation/matrix completion/extreme value theory/anomaly detection, etc)

Mathematische Stochastik (Stochastische Prozesse): Prof. Dr. Gerd Christoph; apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

- Asymptotische Methoden in der Stochastik
- Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen
- Statistik in Abnutzungsprozessen mit unvollständiger Reparatur
- Optimale unvollständige Instandhaltung in Abnutzungsprozessen
- Optimale Instandhaltung in allgemeinen Ausfall-Reparatur-Prozessen bei diskreten Lebensdauerverteilungen

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik): Prof. Dr. Norbert Gaffke

- Statistische Regressionsmodelle
- Experimental Design: Theorie und Algorithmen
- Tests und Konfidenzschranken
- Statistische Modellierung interdisziplinär

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik und Anwendungen): Prof. Dr. Claudia Kirch; Priv.-Doz. Dr. Martin Wendler

- Zeitreihenanalyse und Signalverarbeitung
- Change-point-Analyse und Daten-Segmentierung
- Probabilistische Unsicherheitsquantifizierung
- Computationelle und Machine-Learning-Methoden
- Funktionale/Hochdimensionale Daten
- Sequentielle Methoden
- Anwendungen in den Neurowissenschaften
- Nichtparametrische statistische Methoden

Mathematische Stochastik (Statistik und ihre Anwendungen): Prof. Dr. Rainer Schwabe; Dr. Heiko Großmann

- Planung und Auswertung statistischer Experimente
- Conjoint-Analyse (Psychologie, Marktforschung)
- Intelligenzforschung (Psychologie)
- Populationspharmakokinetik (Arzneimittelforschung)
- Adaptive und gruppensequenzielle Verfahren
- Diagnostische Studien mit räumlicher Datenstruktur und zeitlicher Verlaufskontrolle (Perimetrie in der Augenheilkunde)
- Klinische Dosisfindungsstudien
- Statistik in industriellen Anwendungen
- Multivariate Äquivalenz und Nichtunterlegenheit
- Multizentrische Studien
- Lineare, verallgemeinert lineare und nichtlineare gemischte Modelle

## 4. SERVICEANGEBOT

### **Beratung und Unterstützung bei allen statistischen Fragestellungen**

Das Institut für Mathematische Stochastik bietet Beratung zur Planung und statistischen Auswertung von Experimenten an, insbesondere:

- zur Unterstützung von Abschlussarbeiten bei der Konzeption und Durchführung von Studien

- bei der Stichproben-/ Versuchsplanung, Datengewinnung und Sicherstellung der Datenqualität
- bei der Auswahl und Anwendung geeigneter Analysemethoden
- bei der Interpretation und Präsentation der Untersuchungsergebnisse

#### **Dieses Angebot richtet sich an ...**

- Studierende und Promovierende der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU)
- Ausgenommen sind Personen, die mit dem Fachbereich Medizin assoziiert sind. (Das Universitätsklinikum bietet über das Institut für Biometrie und Medizinische Informatik Statistikberatungen an.)

[http://www.statistik.ovgu.de/Statistische Beratung.html](http://www.statistik.ovgu.de/Statistische_Beratung.html)

## **5. KOOPERATIONEN**

- Annika Betken, Ruhr-Universität Bochum
- Dr. Annika Betken
- Dr. Celine Duval, Universite Paris Descartes, France
- Dr. Daniel Vogel
- Dr. Debarghya Ghoshdastidar, Universitaet Tuingen, Germany
- Dr. Etienne Roquain, Universite Paris VI, France
- Dr. Frenkel, Beer Sheva, Israel Sami Shamoon College of Engineering, Israel
- Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund
- Dr. Maureen Cerc, INRIA Sophia Antipolis, France
- Dr. Michal Valko, INRIA Lille Nord Europe, France
- Dr. Nicolas Verzelen, INRA Montpellier, France
- Dr. Olga Klopp, ESSEC Business School, France
- Dr. Patricio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand
- Dr. Sylvain Delattre, Universite Paris VI, France
- Juliette Achdou, HEC and Telecom Paris, France
- Oleksandr Zadorozhnyi, Universitaet Potsdam, Germany
- Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
- Priv.-Doz. Dr. Norbert Benda, BfArM, Bonn
- Prof. Dr. Andreas Greven, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Arlene K.H. Kim, Sungshin Women's University, Korea
- Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA
- Prof. Dr. Christian Paroissin, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universitaet Potsdam, Germany
- Prof. Dr. Haeran Cho, University of Bristol
- Prof. Dr. Heinz Holling, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Herold Dehling
- Prof. Dr. Idris Eckley, Lancaster University
- Prof. Dr. John Aston, University of Cambridge
- Prof. Dr. Laura Gibson, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Luc Pronzato, Université de Nice, CNRS-13R
- Prof. Dr. Olimjon Sh. Sharipov
- Prof. Dr. Olimjon Sh. Sharipov, National University of Usbekistan
- Prof. Dr. Radoslav Harman, Comenius-Universität Bratislava
- Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
- Prof. Dr. Richard Nickl, University of Cambridge, UK

- Prof. Dr. Samory Kpotufe, Princeton University, USA
- Prof. Dr. Sophie Mercier, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Thomas Kahle, FMA-IAG
- Prof. Dr. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Ulrike von Luxburg, Universität Tübingen, Germany
- Prof. Dr. Vladimir Ulyanov, Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Russische Föderation

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universität Potsdam, Germany; Oleksandr Zadorozhnyi, Universität Potsdam, Germany; Anne Maneugueu; Dr. Claire Vernade; Dr. Michal Valko, INRIA Lille Nord Europe, France  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 31.08.2020

### Projekt on Data Assimilation

This project is concerned with the problem of learning sequentially, adaptively and in partial information on an uncertain environment. In this setting, the learner collects sequentially and actively the data, which is not available before-hand in a batch form. The process is as follows: at each time  $t$ , the learner chooses an action and receives a data point, that depends on the performed action. The learner collects data in order to learn the system, but also to achieve a goal (characterized by an objective function) that depends on the application. In this project, we will aim at solving this problem under general objective functions, and dependency in the data collecting process exploring variations of the so-called bandit setting which corresponds to this problem with a specific objective function.

As a motivating example, consider the problem of sequential and active attention detection through an eye tracker. A human user is looking at a screen, and the objective of an automatized monitor (learner) is to identify through an eye tracker zones of this screen where the user is not paying sufficient attention. In order to do so, the monitor is allowed at each time  $t$  to flash a small zone  $a_t$  in the screen, e.g. light a pixel (action), and the eye tracker detects through the eye movement if the user has observed this flash. Ideally the monitor should focus on these difficult zones and flash more often there (i.e. choose more often specific actions corresponding to less identified zones). Therefore, sequential and adaptive learning methods are expected to improve the performances of the monitor.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.10.2021

### Teilnahme an dem GK Daedalus 2433 mit der TU Berlin

The main goal of DAEDALUS is the analysis of the interplay between incorporation of data and differential equation-based modeling, which is one of the key problems in model-based research of the 21st century. DAEDALUS focuses both on theoretical insights and on applications in life sciences (brain-computer interfaces and biochemistry) as well as in fluid dynamics. The projects cover a scientific range from machine learning, mathematical theory of model reduction and uncertainty quantification to respective applications in turbulence theory, simulation of complex nonlinear flows as well as of molecular dynamics in chemical and biological systems. In our group, we cover mathematical statistics and machine learning aspects.

This project is in the context of Daedalus, and is concerned with uncertainty quantification in complex cases.

---



**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Emmanuel Pilliat; Dr. Nicolas Verzelen, INRA Montpellier, France  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 01.10.2021

### **Minimax change point detection in high dimension**

The objective is to establish the minimax rates for sparse change point estimation in high dimension. We want in particular to investigate in a refined way intermediary regimes. Joint project with Emmanuel Pilliat and Dr. Nicolas Verzelen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Anne Maneugueu; Gilles Blanchard; Oleksandr Zadorozhnyi  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2018 - 30.11.2021

### **Participation in the SFB 1294 on Data Assimilation in Potsdam**

The group is also funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) on the SFB 1294 Data Assimilation "Data Assimilation - The seamless integration of data and models" on Project A03 together with Prof. Gilles Blanchard.

This project is concerned with the problem of learning sequentially, adaptively and in partial information on an uncertain environment. In this setting, the learner collects sequentially and actively the data, which is not available before-hand in a batch form. The process is as follows: at each time  $t$ , the learner chooses an action and receives a data point, that depends on the performed action. The learner collects data in order to learn the system, but also to achieve a goal (characterized by an objective function) that depends on the application. In this project, we will aim at solving this problem under general objective functions, and dependency in the data collecting process - exploring variations of the so-called bandit setting which corresponds to this problem with a specific objective function.

As a motivating example, consider the problem of sequential and active attention detection through an eye tracker. A human user is looking at a screen, and the objective of an automatized monitor (learner) is to identify through an eye tracker zones of this screen where the user is not paying sufficient attention. In order to do so, the monitor is allowed at each time  $t$  to flash a small zone  $a_t$  in the screen, e.g. light a pixel (action), and the eye tracker detects through the eye movement if the user has observed this flash. Ideally the monitor should focus on these difficult zones and flash more often there (i.e. choose more often specific actions corresponding to less identified zones). Therefore, sequential and adaptive learning methods are expected to improve the performances of the monitor.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** James Cheshire; Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 30.09.2021

### **Participation in the GK 2297 Mathcore**

The objective of this GRK is to investigate the problem of complexity reduction across the different areas of mathematics. In our group, we bring to this project some expertise on the field of sequential learning, in order to reduce the complexity of given problems by adapting the sampling strategies.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Dr. Maurilio Gutzeit; Andrea Locatelli; James Cheshire; Anne Maneugueu; Joseph Lam  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 31.08.2020

### **MuSyAD on Anomaly Detection**

Anomaly detection is an interdisciplinary domain, borrowing elements from mathematics, computer science, and engineering. The main aim is to develop efficient techniques for detecting anomalous behaviour of systems. In the classical scenario a monitor receives data from a system and compares this data to a reference system with some single normal behaviour. Ideally no strong assumptions are made on the nature of anomalous behaviours, so the problem of anomaly detection is by essence a non parametric problem. Here I propose to study a more complex scenario, which will be referred to as multisystem anomaly detection. In this setting, reference systems can have a variety of normal behaviours, and moreover, there are many systems under the monitor's surveillance, and the monitor must allocate its resources wisely among them. In this situation new theoretical and computational challenges arise. The overall objective of this proposal is to find efficient methods to solve the problem of multi-system anomaly detection. This aim will be reached by addressing the following sub-objectives. First, we will generalise the theoretical framework of anomaly detection to the broader setting of multi-system anomaly detection. Second, multi-system anomaly detection methods will be developed, by taking ideas from the non parametric testing field and applying them to the new framework. Third, we will study optimal monitoring strategies for cases where the multiple systems cannot be monitored simultaneously. Here, it is important that the monitor allocates its resources among the systems in a way that is as efficient as possible. To this end, sequential and adaptive sampling methods that target the anomaly detection problem will be designed. Since anomaly detection is a non parametric problem, elements in the theory of non parametric confidence sets will be used. Finally, the newly developed methods will be applied to practical problems: a methodological example in extreme value theory, an econometric application for speculative bubble detection and two applications in a Brain Computer Interface framework.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Dr. Olivier Collier; Dr. Laetitia Comminges; Prof. Dr. Alexandre Tsybakov; Yuhaho Wang  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 31.10.2021

### **Minimax testing rates in linear regression**

In this project we focus on finding the minimax testing rates in  $L_2$  norm for the linear regression model. We also investigate the problem of estimating optimally the  $L_2$  norm for the parameter. We close some gaps in linear regression.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Cristina Butucea; Julien Chhor; Prof. Dr. Rajarshi Mukherjee  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 01.10.2021

### **One sample local test in the Graph model**

In this project we aim at finding minimax rates for the problem of local testing in the graph model, in  $L_q$  norm. We focus particularly on local rates, and aim also at the multinomial tetsig model, which can be seen as a special case.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Andrea Locatelli  
**Kooperationen:** Michal Valko in INRIA Lille Nord Europe  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 14.06.2019

### Active learning for matrix completion

Matrix completion is an essential problem in modern machine learning, as it is e.g. important for the calibration of the recommendation systems. We consider the problem of matrix completion in the setting where the learner can choose where to sample. In this setting, it can be of interest to target more specifically parts of the matrix where it is discovered that the complexity is high (higher local rank), where the knowledge is limited (few sampled points), or where the noise is high. This project plans to consider first the problem of active learning for matrix completion when the matrix can be subdivided into block submatrices of small ranks that are known, and then in the more general case where this cannot be done.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Maurilio Gutzeit  
**Kooperationen:** Dr. Maurilio Gutzeit  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2017 - 14.06.2019

### Smoothness testing in the Sobolev sense

We want to develop a test to determine whether a function lying in a fixed  $L_2$ -Sobolev-type ball of smoothness  $t$ , and generating a noisy signal, is in fact of a given smoothness  $s$  larger than  $t$  or not. While it is impossible to construct a uniformly consistent test for this problem on every function of smoothness  $t$ , it becomes possible if we remove a sufficiently large region of the set of functions of smoothness  $t$ . The functions that we remove are functions of smoothness strictly smaller than  $s$ , but that are very close to  $s$ -smooth functions. This problem has been considered in the case of specific Besov bodies where it is easier, and we plan to extend it to more usual Sobolev ellipsoids.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Joseph Lam  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA; Joseph Lam, FMA-IMST  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2017 - 31.10.2020

### Adaptive two sample test in the density setting

We consider the problem of testing between two samples of (non necessarily uniform) density. While minimax signal detection in the case where the null hypothesis density is uniform is well understood, recent works in the case of multinomial distributions have highlighted the amelioration in the minimax rate that can come when considering non uniform null hypothesis density. We want to study this problem in the two sample testing case, which is significantly more complex, and extend it to smooth densities.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerd Christoph  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Vladimir Ulyanov, Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Russische Föderation  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2017 - 31.12.2019

### Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen

Für asymptotisch normalverteilte Statistiken werden Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen hergeleitet, die bessere Approximationen der unbekanntesten Quantile der zugrunde liegenden Statistik liefern können. In Anwendungen ist öfter der Stichprobenumfang ebenfalls vom Zufall abhängig. Für Stichproben mit zufälligen Stichprobenumfang ändert sich oft das Grenzverteilung der untersuchten Statistik, anstelle der oft erwarteten Normalverteilung tritt z.B. die Student- oder Laplace-Verteilung. Untersuchungen wurden zum arithmetischen Mittel und zum Median bei Stichproben mit zufälligen Umfang durchgeführt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Norbert Gaffke  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, OVGU, FMA-IMST  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2015 - 28.09.2020

### Algorithmen zum optimalen Design für lineare Regressionsmodelle.

Im Rahmen der approximativen Design-Theorie für lineare Regressionsmodelle sollen optimale Designs algorithmisch berechnet werden (insbesondere D-optimale und I-optimale Designs). Ein universell einsetzbarer Algorithmus existiert nicht. Ob die  $\{\em\}$  vorhandenen Algorithmen zur Anwendung kommen können, hängt von der Komplexität des Modells ab und erfordert ggf. weiteren theoretischen Input. Im Projekt sollen unsere Quasi-Newton Methoden (s. Gaffke, Graßhoff, Schwabe, 2014) auf zwei Modellklassen angewendet werden: Zum Einen Querschnitts-Designs bei longitudinalen Daten, z.B. im Kontext von "accelerated life testing"-Untersuchungen in der Qualitätskontrolle (vgl. Weaver and Meeker, 2014). Zum anderen der Fall eines  $\{\em\}$  Versuchsreichs, wobei auch Stratifizierungs- oder Kostenrestriktionen einbezogen werden. Hierfür sind in den letzten Jahren Algorithmen vom Silvey-Titterington-Torsney Typ wieder aufgegriffen worden (vgl. Harman, 2014). Diese wollen wir mit unseren Quasi-Newton Methoden kontrastieren.

Literatur:

Gaffke,N.; Graßhoff,U.; Schwabe,R.: Algorithms for approximate linear regression design applied to a first order model with heteroscedasticity. Computational Statistics and Data Analysis 71 (2014),1113-1123.

Weaver,B.P.; Meeker, W.Q.: Methods for Planning Repeated Measures Accelerated Degradation Tests. Applied Stochastic Models in Business and Industry 30 (2014), 658-671,

Harman,R.: Multiplicative methods for computing D-optimal stratified designs of experiments. Journal of Statistical Planning and Inference 146 (2014), 82-94.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Dr. Haeran Cho, University of Bristol, UK  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2019

### Multiscale MOSUM procedure with localised pruning

In this work, we investigate the detection and estimation of multiple change-points in the mean of univariate data. A localised methodology is proposed for pruning down possibly conflicting change-point estimators computed

from any change-point procedure that supplies the information about the local interval in which they are detected. We establish the theoretical consistency of the proposed localised pruning method in combination with the multiscale extension of the MOving SUM (MOSUM) procedure by Eichinger and Kirch (2018). Extensive simulation studies show the computational efficiency and good finite sample performance of the combined methodology.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sajad Safarveisi  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 15.10.2018 - 31.10.2019

### **On the application of deep learning in change point analysis**

Deep learning based on multilayer neural networks have recently become the state-of-the-art method in machine learning for classification. They may be used for important economic and industrial applications (e.g. credit scoring, monitoring of critical production processes or safety of computer networks). The applications of those methods heavily depend on homogeneity of the data over time. Therefore, developing methods for checking these assumptions are important, but do not yet exist for such complex networks. The goal of this project is to develop tests for the presence of changes in time for multilayer neural networks based on previous work on single-layer networks (Kirch and Tadjuidje, 2012, 2014) and on parameter estimation for multilayer networks (Bauer and Kohler, 2017).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Dr. Christina Stöhr, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 31.12.2020

### **Stopping times for sequential U-Statistics**

To understand the speed of detection is of particular importance in sequential change point analysis as, for example, monitoring patient or machine data requires a quick intervention as soon as possible after a structural break has occurred. Therefore, we derive the limit distribution of the delay time for a general framework of sequential change point procedures based on U-statistics for early as well as late change points. The asymptotic delay time for late changes has not been considered in the literature before, not even for the classical sequential CUSUM procedure, and requires different asymptotic considerations. Based on the asymptotic behavior of the delay time we provide a theoretical comparison of the sequential CUSUM procedure and a more robust Wilcoxon-type procedure in terms of their speed of detection. The approximation of the stopping time for finite samples via the limit distribution is evaluated by some simulations.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Felix Gnettner  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2019 - 30.09.2022

### **Change Point Tests based on Depth Functions**

Depth functions provide measures of the deepness of a point with respect to a given set of observations. This non-parametric concept can be applied in spaces of any dimension and entails a center-outward ordering for the given data. In 1993 Liu and Singh published a new idea for a Wilcoxon-type two-sample test considering generalised depth-based ranks and in 2006 Zuo and He proved the test statistic to be asymptotically normal. Our aim is to construct change point tests by means of this Liu-Singh statistic and to investigate their asymptotic properties. Those tests that prove beneficial should be implemented such that a performant evaluation is enabled. In particular, we are interested in the behaviour of tests for high-dimensional or functional data.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Dr. Christina Stöhr (Ruhr-Universität Bochum)  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 31.12.2020

### **Sequential change point tests based on U-statistics**

We propose a general framework of sequential testing procedures based on U-statistics which contains as an example a sequential CUSUM test based on differences in mean but also includes a robust sequential Wilcoxon change point procedure. Within this framework, we consider several monitoring schemes that take different observations into account to make a decision at a given time point. Unlike the originally proposed scheme that takes all observations of the monitoring period into account, we also consider a modified moving-sum-version as well as a version of a Page-monitoring scheme. The latter behave almost as good for early changes while being advantageous for later changes. For all proposed procedures we provide the limit distribution under the null hypothesis which yields the threshold to control the asymptotic type-I-error. Furthermore, we show that the proposed tests have asymptotic power one. In a simulation study we compare the performance of the sequential procedures via their empirical size, power and detection delay and give a data example.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Dr. Patricio Matu-rana Russel, Auckland University, New Zealand  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Bayessche nichtparametrische Zeitreihenanalyse für lokal-stationäre Zeitreihen**

In den letzten Jahren haben nichtparametrische Bayessche Verfahren stark an Aufmerksamkeit und Bedeutung gewonnen. Dennoch sind nur wenige Ansätze für die Zeitreihenanalyse entwickelt worden. Eine zusätzliche Schwierigkeit besteht darin, dass Bayessche statistische Verfahren der vollständigen Spezifikation einer Likelihood-Funktion bedürfen, was einer nichtparametrischen Herangehensweise zunächst entgegen steht. Mehrere Autoren haben das Problem mit Hilfe der Whittle-Likelihood gelöst, einer Approximation der wahren Likelihood, die von der Spektraldichte als der wichtigsten nichtparametrischen Kenngröße von Zeitreihen abhängt.

Moderne nichtparametrische Bootstrap-Verfahren für Zeitreihen setzen sich mit den gleichen Schwierigkeiten auseinander und verwenden implizit ebenfalls Approximationen der wahren Likelihood-Funktion. In diesem Projekt werden wir für die Bayessche nichtparametrische Analyse Approximationen moderner Resampling-Verfahren für lokal-stationäre Zeitreihen, d.h. Zeitreihen mit sich langsam ändernder Abhängigkeitsstruktur, die zwar nicht global wohl aber in einer Umgebung jeden Punktes approximativ stationär sind.

Hierzu definieren und analysieren wir eine neue Likelihood-Approximation für lokal stationäre Zeitreihen, die auf gleitenden lokalen Fourier-Koeffizienten basiert, deren globale statistische Eigenschaften denen von globalen Fourier-Koeffizienten im stationären Fall ähneln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Silke Weber, KIT; Idris Eckley, University of Lancaster, UK  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2019

### **A novel change point approach for the, detection of gas emission sources using remotely contained concentration data**

We consider a multivariate epidemic mean change model with dependent errors where the mean changes in each dimension at a time point  $t_1$  and returns back at a time point  $t_2$ . These two change points can die in each dimension but each change point has a functional connection depending on the dimension. To find  $t_1$  and  $t_2$  in each dimension we developed an asymptotic testing procedure. Therefore we use two different types of test statistics, the multivariate test statistic and the projection test statistic where we transform the multivariate data into univariate data.

For simulations we consider the situation that we search for a gas emission source in a big area. So we assume that we have data from an air plane which measures the gas concentration in the air.

Our testing procedure helps us to decide whether there exists a gas emission source in this area. If there is a source we want to estimate its coordinates as near as possible to the real location. Therefore we assume that outside of the gas plume the data have a constant mean and inside the plume the mean increases to a higher level. With the knowledge of the form of the gas plume and the gas concentration with the corresponding coordinates of the measurement points we can draw conclusions for the location of the gas emission source.

Additionally we use our method for real data to locate a landfill.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Alexander Meier  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Bayessche semiparametrische Modelle mit Zeitreihenfehlern**

Die Bayessche Zeitreihenanalyse erfreut sich zunehmend wachsender Beliebtheit in der Fachliteratur.

Oft geht man hierbei in der Modellierung von einer stationären zentrierten Zeitreihe aus.

In vielen relevanten Fällen stellt eine solche Zeitreihe jedoch nicht das primäre Objekt von Interesse dar, sondern wird lediglich als Fehlerterm in einem Modell mit zusätzlichem (endlichdimensionalem) "Parameter von Interesse" zugrunde gelegt.

Beispiele hierfür reichen von linearen Modellen (mit Modelkoeffizienten als Parameter von Interesse) über Strukturbruch-Modelle (mit den Strukturbrüchen als Parameter von Interesse) bis hin zur nichtlinearen Regression (mit Regressionsfunktion als Parameter von Interesse).

Wenn man sich für den Fehlerterm nicht auf ein endlichdimensionales Zeitreihenmodell beschränken möchte, besteht die Möglichkeit, diesen nichtparametrisch zu modellieren – man spricht in diesem Fall von einem semiparametrischen Modell.

Obwohl es einige Arbeiten zu Bayesschen semiparametrischen Modellen in der Fachliteratur gibt, sind dennoch wenig semiparametrische Ansätze im Zeitreihen-Kontext entwickelt worden.

Insbesondere mit Blick auf asymptotische Betrachtungen gibt es zudem kaum theoretische Erkenntnisse.

Wir betrachten ein Bayessches semiparametrisches lineares Modell, mit Fehlerterm bestehend aus einer stationären zentrierten Zeitreihe, welche nichtparametrisch mit einem Bernstein-Hpd-Gamma Prior für die Spektraldichtematrix im Zusammenspiel mit der Whittle Likelihood modelliert wird.

Die Resultate des Verfahrens werden in einer vergleichenden Simulationsstudie evaluiert.

Für den wichtigen Spezialfall des Erwartungswert-Modells werden zudem Kontraktionsraten der gemeinsamen a posteriori Verteilung sowie ein Bernstein-von-Mises Resultat für die marginale a posteriori Verteilung des Erwartungswerts hergeleitet.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Kerstin Reckrühm  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2015 - 31.03.2019

### **Die Detektion multipler Strukturbrüche basierend auf dem MOSUM-Verfahren**

Es existieren zwei grundlegende Verfahren zur Erkennung multipler Strukturbrüche in Zeitreihen im klassischen Modell der Erwartungswertänderung, die binäre Segmentierung und das MOSUM-Verfahren. Das Segmentierungsverfahren ist eine iterative Methode, die ausnutzt, dass Tests für Ein-Change-Alternativen weiterhin Macht im Fall von multiplen Änderungen besitzen. Die zweite Methode hingegen basiert auf Statistiken, die gleitende Summen verwenden. Ein Vorteil des MOSUM-Verfahrens besteht darin, dass das Gesamtsignifikanzniveau kontrolliert werden kann. Tests und statistische Eigenschaften von Change-Point Schätzern, die auf derartige Statistiken gleitender Summen basieren, wurden von Kirch und Muhsal (2015+) im klassischen Erwartungswert-Modell detailliert untersucht. Diese Resultate sollen nun für verschiedene Change-Point Situationen verallgemeinert werden. Durch die Verwendung von MOSUM-Statistiken basierend auf Schätzfunktionen können Modelle verschiedener Parameteränderungen in ein Erwartungswert-Modell der Schätzfunktion transformiert werden. Dazu muss lediglich der globale Schätzer ermittelt werden, was einen großen Vorteil in Bezug auf den Rechenaufwand darstellt. Wir konstruieren eine entsprechende Teststatistik und analysieren ihr asymptotisches Verhalten unter der Nullhypothese und Alternativen. Weiterhin werden die zugehörigen Change-Point Schätzer hinsichtlich ihrer Konsistenzeigenschaften näher untersucht.

Das Hauptproblem des MOSUM-Verfahrens besteht darin, dass die Güte dieser Methode im Wesentlichen von der Wahl der Bandbreite  $G$  abhängt. Dies erweist sich insbesondere dann als sehr problematisch, wenn die Abstände zwischen den Change-Points stark variieren. So eignen sich große Bandbreiten zur Detektion kleiner Änderungen und kleine Bandbreiten zur Erkennung großer Änderungen. Eine Lösungsmöglichkeit wurde kürzlich im Zusammenhang mit Änderungen in Punktprozessen von Messer et al. (2014) vorgeschlagen. Ein Multiskalenverfahren basierend auf MOSUM-Statistiken soll dementsprechend konstruiert und untersucht werden. Da es für dieses Verfahren bisher noch keinerlei theoretische Untersuchungen gibt, wollen wir hier zunächst bei dem einfachen Erwartungswert-Modell bleiben.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2019

### **Change-point estimator for nonlinear (auto-)regressive processes using neural network functions**

In this work, we propose a new test for the detection of a change in a non-linear (auto-)regressive time series as well as a corresponding estimator for the unknown time point of the change. To this end, we consider an at-most-one-change model and approximate the unknown (auto-)regression function by a neuronal network with one hidden layer.

It is shown that the test has asymptotic power one for a wide range of alternatives not restricted to changes in the mean of the time series. Furthermore, we prove that the corresponding estimator converges to the true change point with the optimal rate and derive the asymptotic distribution. Some simulations illustrate the behavior of the estimator with a special focus on the misspecified case, where the regression function is indeed not given by a neuronal network. Finally, we apply the estimator to some financial data.

Kooperationen: Dr. Stefanie Schwaar, ITWM Kaiserslautern

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Philipp Klein  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **Ein Verfahren zur Erkennung multipler Strukturbrüche in Erneuerungsprozessen**

Die Erkennung von Strukturbrüchen spielt für die Analyse von stochastischen Punktprozessen eine wichtige Rolle. Allerdings gibt es nur wenige Verfahren zur Erkennung und Lokalisierung von Strukturbrüchen.



Eine Möglichkeit hierfür ist, MOSUM-Teststatistiken zu verwenden. MOSUM-Teststatistiken eignen sich in der Regel sehr gut zur Erkennung von Strukturbrüchen, besitzen aber das Problem der geeigneten Wahl der Bandweite, da die Art der detektierten Strukturbrüche ganz wesentlich von der Bandweite abhängt. Messer et al. (2014) haben für Erneuerungsprozesse ein Verfahren entwickelt, welches Strukturbrüche mithilfe von verschiedenen (symmetrischen) Bandweiten detektiert. Dabei wird ein MOSUM-basiertes Verfahren verwendet, um die Strukturbrüche bei für eine fixe Bandweite zu detektieren. Anschließend werden die Strukturbrüche mithilfe eines Bottom-Up-Algorithmus zusammengefasst.

Eine ganz wesentliche Fragestellung hierbei ist die Qualität der Teststatistiken und Schätzer. Wir wollen dabei in diesem Projekt insbesondere Aussagen über die Konsistenz der Strukturbruchschätzer zu treffen und Aussagen über die Größenordnung der Abweichungen zu den "wahren" Strukturbrüchen treffen.

Darüber hinaus geht es darum, das Verfahren auf verschiedene Situationen z. B. die Verwendung asymmetrischer Bandweiten oder Bandweiten kleinerer Größenordnungen zu erweitern und ebenfalls Konsistenzaussagen für die Schätzer zu treffen.

Außerdem sollen die Verfahren auf reale Daten, wie z. B. neuronale Spike-Trains angewandt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeitung:** Eric Nyarko

**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2019 - 31.12.2019

### **Optimales Design in der Discrete-Choice-Analyse bei Vorliegen von Wechselwirkungen**

Die Discrete-Choice-Analyse ist ein häufig angewendetes Verfahren der Marktforschung. Sie wird verwendet, um das Präferenzverhalten von Konsumenten zu untersuchen und den Nutzen zu ermitteln, den die verschiedenen Attribute eines Produktes besitzen. Die den Konsumenten dabei vorgelegten Auswahlfragen erfordern den Vergleich von Produktbeschreibungen, welche unter Verwendung eines experimentellen Designs zusammengestellt werden. Die Qualität der Ergebnisse eines solchen Experiments hängt folglich stark vom verwendeten Design ab. Bei der Modellierung der Daten und der Wahl des Designs werden häufig jedoch keine Wechselwirkungen höherer Ordnung berücksichtigt, die Synergieeffekte zwischen verschiedenen Attributen beschreiben können. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, optimale und effiziente Designs unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen höherer Ordnung zur Modellierung dieser potenziellen Zusammenhänge zu entwickeln und zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Norbert Gaffke

**Kooperationen:** Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund

**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 30.09.2020

### **Sequenziell-adaptives Design**

Nicht-lineare Regression spielt eine wichtige Rolle zur adäquaten statistischen Modellierung von Daten, wenn der Einfluss erklärender Variablen auf die interessierende Zielvariable nicht durch einen einfachen linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang beschrieben werden kann. In derartigen Modellen hängt die Informationsmatrix eines Versuchsplans (Design) vom Parametervektor ab, dessen wahrer Wert unbekannt ist. Häufig verwendete Ansätze der optimalen Versuchsplanung in dieser Situation sind lokal optimale Designs, Bayes-optimale Designs oder auch Minimax-Designs. Diese Konzepte benötigen und verwenden jedoch a-priori Kenntnisse über den wahren Parameterwert. Sequenziell-adaptive Designs hingegen sind lernende Verfahren. Sie sammeln Informationen über den wahren Parameterwert aus bereits gemachten Beobachtungen in einem sequenziellen Prozess und können daher auf a-priori Informationen verzichten. Dabei werden sequenziell adaptive Updates der Parameterschätzung auf Basis der bereits gemachten Beobachtungen berechnet, und mit Hilfe dieser wird das Design entsprechend um weitere Beobachtungen ergänzt. Ein populärer Algorithmus dieser Art ist der adaptive Wynn-Algorithmus zur asymptotischen Generierung eines D-optimalen Designs. In der gemeinsamen Arbeit von Freise, Gaffke und Schwabe (2019a) ist es gelungen, das seit Langem offene Problem der Konvergenz dieses Algorithmus zumindest für die in den Anwendungen wichtige Klasse der verallgemeinerten linearen Modelle (positiv) zu lösen. In der zweiten Arbeit von Freise, Gaffke und Schwabe (2019b) konnte dies auch auf eine weitere Klasse von nicht-linearen Modellen und auf andere Schätzverfahren erweitert werden. Gegenwärtig arbeiten die Autoren an

der Analyse eines neuen Algorithmus zur asymptotischen Generierung D-optimaler Designs, bei dem gleichzeitig mehrere Beobachtungen hinzugefügt werden. Weitere Ziele des Projekts sind zum einen die Ausweitung der Untersuchungen auf weitere Klassen nicht-linearer Modelle sowie auf weitere Optimalitätskriterien. Zum anderen soll das praktische Konvergenzverhalten der Algorithmen erprobt und beurteilt werden.

Freise, F.; Gaffke, N.; Schwabe, R. (2019a). The adaptive Wynn-algorithm in generalized linear models with univariate response. Preprint arXiv:1907.02708

Freise, F.; Gaffke, N.; Schwabe, R. (2019b). Convergence of least squares estimators in the adaptive Wynn algorithm for a class of nonlinear regression models. Preprint. arXiv:1909.03763

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Parisa Parsamaram  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV; Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.07.2019 - 30.06.2022

### Quasi-Likelihood und Quasi-Information für nicht-lineare und verallgemeinert lineare gemischte Modelle

Nicht-lineare und verallgemeinert lineare gemischte Modelle werden effizient in der statistischen Datenanalyse in einem weiten Feld von Anwendungen in Bio- oder Sozialwissenschaften eingesetzt, wenn die grundlegenden Annahmen eines üblicherweise angesetzten linearen Modells nicht erfüllt sind. Derartige Situationen treten dann auf, wenn die Daten entweder aus einem intrinsisch nicht-linearen Zusammenhang stammen wie beispielsweise in der Pharmakokinetik, bei Wachstums- und Dosis-Wirkungs-Kurvens oder die Zielvariable auf einer nicht-metrischen Skala gemessen wird wie beispielsweise Zähldaten und nominale oder ordinale Antworten. Zusätzlich treten gemischte Effekte auf, wenn Messwiederholungen an ein und denselben statistischen Einheiten beobachtet werden. Dies führt zu einer Verletzung der üblichen Annahme statistisch unabhängiger Beobachtungen. Die Nicht-linearität in Kombination mit der Modellierung mit gemischten Effekten macht eine explizite Berechnung der Likelihood und damit der Fisher-Information unmöglich. Als Ersatz kann die Quasi-Likelihood und die daraus resultierende Quasi-Information genutzt werden, die einfacher zu bestimmen sind und zu ausrechenbaren Schätzungen und deren Unsicherheitsquantifizierung führen. Dieser Ansatz erlaubt zudem die Konstruktion zuverlässiger Experimentaldesigns, die die Qualität der durchzuführenden Experimente im Vorhinein optimiert. In diesem Sinne vereinfacht dieser Ansatz die Komplexität des vorliegenden Schätz- und Planungsproblems und kann einfach mit anderen, häufig in der Statistik verwendeten Reduktionsprinzipien wie Invarianz und Äquivarianz kombiniert werden. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, handhabbare Lösungen für die zuvor beschriebene Problemstellung zu entwickeln und diese in praktischen Situationen umzusetzen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** MSc Helmi Shat  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Gudrun Kiesmüller, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft; Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2017 - 30.09.2020

### Optimale Planung multi-variabler Accelerated-Degradation-Tests

Die rasante Entwicklung moderner Fertigungstechniken zusammen mit den Bedürfnissen der Verbraucher nach hochqualitativen Produkten dienen als Motivation für Industrieunternehmen, Produkte zu entwickeln und herzustellen, die ohne Ausfall über Jahre oder gar Jahrzehnte funktionieren können. Für derartig langlebige Produkte ist es jedoch eine nicht einfache Aufgabe, innerhalb kurzer verfügbarer Zeit Zuverlässigkeitsaussagen zu treffen, da nicht genügend Daten für eine akkurate Schätzung der Lebensdauer gewonnen werden können. Dementsprechend ist eine Lebensdauerprüfung unter Normalbedingungen nicht sinnvoll. Daher werden Ermüdungstests mit wiederholte Messungen ("repeated measures accelerated degradation tests") häufig in der

produzierenden Industrie angewendet, um Lebensdauerverteilungen hochzuverlässiger Produkte zu bestimmen, die bei traditionellen oder beschleunigten Lebensdauertests nicht ausfallen würden. In diesen Experimenten werden Beobachtungen bei hohen Belastungsstufen (z.B. Temperatur, Stromspannung oder Druck) mit Hilfe eines physikalisch sinnvollen statistischen Modells extrapoliert, um Schätzungen der Lebensdauer für niedrigere Belastungen unter Normalbedingungen zu erhalten. Zusätzlich ist zu beachten, dass verschiedene Faktoren wie die Häufigkeit der Messungen, die Stichprobengrößen und die Dauer des Experiments Einfluss auf die Kosten und die Genauigkeit der Schätzung haben.

Im Rahmen dieses Projektes werden zuerst adäquate und relevante Computerexperimente identifiziert und robuste Methoden der Regressionsanalyse entwickelt. Danach werden Optimalitätskriterien für experimentelle Designs definiert, die auf der Qualität der ausgewählten robusten Methoden basieren, und Simulationsbasierte Designs werden entwickelt, um einen einheitlichen Zugang zur Generierung optimaler oder zumindest effizienter Designs für die robuste Analyse in Computerexperimenten zu erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** MSc Frank Röttger  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Thomas Kahle, FMA-IAG  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 31.03.2020

### **Geometrie optimaler Designs für nichtlineare Modelle in der Statistik**

Geometrische Beschreibungen optimaler Designbereiche sind in Zeiten zunehmender Komplexität statistischer Modelle von wachsendem Interesse. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Suche von Optimalitätsbereichen von experimentellen Designs für derartige statistische Modelle, insbesondere für verallgemeinerte lineare Modelle mit Poisson- oder logistisch verteilten Zielvariablen. Diese Bereiche können durch Systeme von polynomialen Ungleichungen im Parameterraum beschrieben werden, was bedeutet, dass sie nichts anderes als semialgebraische Mengen sind. Somit können Methoden der algebraischen Geometrie benutzt werden, um die Eigenschaften dieser Optimalitätsbereiche zu studieren. Als Beispiel können im Paarvergleichsmodell nach Bradley-Terry, das ein statistisches Modell für den Vergleich verschiedener Alternativen auf der Basis logistischen Antwortverhaltens ist, die Optimalitätsbereiche für sogenannte saturierte Designs, d.h. Designs mit einer minimalen Anzahl von Trägerpunkten, bestimmt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dr. Maryna Prus  
**Kooperationen:** Dr. Norbert Benda, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte; Prof. Radoslav Harman, Comenius-Universität, Bratislava; Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik; Prof. Luc Pronzato, Université de Nice, Sophia Antipolis; Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 16.02.2017 - 15.02.2019

### **Generierung optimaler und effizienter Experimentaldesigns zur individualisierten Vorhersage in hierarchischen Modellen**

Das Ziel des vorliegenden Projektes ist die Entwicklung analytischer Ansätze zur Gewinnung optimaler Designs für die Vorhersage in hierarchischen linearen Modellen sowie in verallgemeinerten linearen und nichtlinearen gemischten Modellen mit zufälligen Parametern. Derartige Modelle wurden ursprünglich in den Bio- und Agrarwissenschaften entwickelt und werden heutzutage in den unterschiedlichsten statistischen Anwendungsgebieten vielfältig eingesetzt.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Osama Idais  
**Kooperationen:** Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 31.03.2020

### **Optimales Design für multivariate verallgemeinerte lineare Modelle mit stetigen Zielfunktionen (II)**

In vielen Anwendungssituationen, in denen Daten gesammelt werden, werden nicht nur eine einzelne, sondern mehrere Zielvariablen gleichzeitig beobachtet, die miteinander korreliert sein können. Derartige multivariate Beobachtungen werden oft mit einer multivariaten Normalverteilung modelliert. In einigen Situationen ist dies jedoch nicht angebracht, insbesondere wenn die beobachteten Merkmale nicht stetig sind. Für diese Situationen ist das Konzept der verallgemeinerten linearen Modelle entwickelt worden, die sich speziell bei binären Daten (z.B. logistische Regression) oder Zähldaten (z.B. Poisson-Regression) bewährt haben. Jedoch kann auch bei stetigen Merkmalen statt der Normalverteilungsannahme eine andere Verteilungsannahme angemessener sein, die sich über ein verallgemeinertes lineares Modell mit nichtlinearer Linkfunktion beschreiben lässt. Ziel des Projektes ist es, für derartige Modelle asymptotische Eigenschaften unter verschiedenen Korrelationsstrukturen zu bestimmen und auf dieser Basis optimale Designs zu generieren, die zu einer Verbesserung der Datenanalyse führen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Marius Schmidt  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln; Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin; Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin; Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2013 - 30.09.2019

### **Optimales Design für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle**

Gemischte Modelle spielen zunehmend eine wichtige Rolle nicht nur in Biowissenschaften sondern auch bei wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen, um individuelle Effekte der verschiedenen Beobachtungseinheiten als Repräsentanten einer größeren Grundgesamtheit bei der statistischen Datenanalyse berücksichtigen und erfassen zu können. Mit verallgemeinerten linearen gemischten Modellen werden Zusammenhänge für binäre ("Erfolg - Misserfolg") und diskrete Zielgrößen ("Anzahlen") beschrieben, die nicht sinnvoll durch standardmäßige lineare gemischte Modelle für metrische Daten dargestellt werden können. Für die zufälligen Effekte können dann neben normalverteilten individuellen Einflüssen auch solche aus konjugierten Familien angenommen werden, die eine explizitere Analyse erlauben. Wie in allen statistischen Analysen hängt auch hier die Qualität der Ergebnisse wesentlich vom Beobachtungs- oder Experimentaldesign, d.h. der Wahl der Beobachtungseinheiten und Beobachtungszeitpunkte, ab. Ziel dieses Projektes ist es, optimale oder zumindest effiziente Designs für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle zu entwickeln, die sowohl normalverteilte als auch Effekte aus konjugierten Verteilungen beinhalten können, und diese zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Martin Radloff  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 30.09.2019

### **Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche**

Die Gültigkeit statischer Modelle ist oft auf einen lokalen Bereich der erklärenden Variablen beschränkt. Dieser wird in vielen Anwendungsbereichen als rechteckig angenommen, d.h. die erklärenden Variablen können unabhängig voneinander variieren. In manchen Situationen sind jedoch sphärische Bereiche sinnvoller, die durch einen beschränkten Euklidischen oder Mahalanobis-Abstand zu einem zentralen Punkt für die Versuchseinstellungen beschrieben werden können. Ziel der Versuchsplanung ist es, optimale oder zumindest effiziente Einstellungen für die erklärenden Variablen zu bestimmen, um die Qualität der statistischen Analyse zu optimieren. Beim Vorliegen klassischer linearer

Regressionsmodelle sind Charakterisierungen optimaler Designs für sphärische Versuchsbereiche mit Hilfe von Invarianzen und Symmetrien schon seit längerem bekannt. Fragestellung dieses Projekts ist es, für die in der statistischen Praxis zunehmend verwendeten verallgemeinerten linearen Modelle bzw. nichtlinearen Modelle optimale Designs auf derartigen sphärischen Versuchsbereichen zu bestimmen. Erste Ergebnisse für Poisson-verteilte Zählraten zeigen deutliche Abweichungen der hierfür benötigten optimalen Designs von denjenigen für klassische lineare Modelle.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dr. Maryna Prus  
**Kooperationen:** Dr. Norbert Benda, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte; Prof. Radoslav Harman, Comenius-Universität, Bratislava; Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik; Prof. Luc Pronzato, Université de Nice, Sophia Antipolis; Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 16.02.2019 - 15.02.2021

### **Generierung optimaler und effizienter Experimentaldesigns zur individualisierten Vorhersage in hierarchischen Modellen (II)**

Das Ziel des vorliegenden Projektes ist die Entwicklung analytischer Ansätze zur Gewinnung optimaler Designs für die Vorhersage in hierarchischen linearen Modellen sowie in verallgemeinerten linearen und nichtlinearen gemischten Modellen mit zufälligen Parametern. Derartige Modelle wurden ursprünglich in den Bio- und Agrarwissenschaften entwickelt und werden heutzutage in den unterschiedlichsten statistischen Anwendungsgebieten vielfältig eingesetzt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Parisa Parsamaram  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV; Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.05.2019

### **Optimales Design für online generierte adaptive Intelligenztestverfahren (IV)**

In diesem Projekt sollen adaptive Intelligenztests zur Messung der allgemeinen Intelligenz entwickelt werden. Die Items werden durch einen automatischen Itemgenerator regelbasiert und online generiert und adaptiv dargeboten. Selektiert werden die Items anhand der Parameterschätzungen für erweiterte linear-logistische Testmodelle. Die Parameterschätzungen erfolgen anhand optimaler Designs, so dass mit einem Minimum an darzubietenden Items ein Maximum an Präzision bei der Intelligenzmessung erzielt werden kann. Konkret sollen vier Arten regelgeleiteter Testverfahren zur Messung von allgemeiner Intelligenz konstruiert und hierfür die erforderlichen statistischen Grundlagen entwickelt werden.

In der ersten Phase wurden Items zur Verarbeitungskapazität regelbasiert entworfen und empirisch anhand D-optimaler Versuchspläne mittels linear-logistischer Testmodelle kalibriert. Dazu wurden optimale Versuchspläne für linear-logistische Testmodelle mit festen und zufälligen Faktoren entwickelt. Weiterhin entstand ein Programmsystem zur automatischen Generierung dieser Items, ihrer adaptiven Darbietung und Personenparameterschätzung.

In der zweiten Phase wurden die Arbeiten aus der ersten Phase fortgesetzt. Dazu wurden analog zu den in der ersten Phase entwickelten Items zur Verarbeitungskapazität regelbasierte Items zur Bearbeitungsgeschwindigkeit konstruiert, die sich für eine adaptive Testung dieser Intelligenzkomponente eignen. Da es sich hier um Speed-Tests handelt, war es erforderlich, anstelle des logistischen Rasch-Modells erweiterte Formen des Rasch Poisson Count-Modells als statistische Grundlage heranzuziehen. Für diese Modelle wurden optimale Versuchspläne zur Itemkalibrierung und adaptiven Testung entwickelt.

Ziel der dritten Phase ist es, in Fortsetzung und Ergänzung der Arbeit in den ersten beiden Phasen bei der Modellierung der Intelligenzkomponenten zeitliche, zumeist nichtlineare Trends in longitudinalen Studien zu berücksichtigen und hierfür optimale Designs zu entwickeln, die adaptiv eingesetzt werden können. Darüber hinaus werden Designs für Itempools unter Nebenbedingungen an die Anzahl der verwendeten Regeln bereitgestellt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** MSc Osama Idais  
**Kooperationen:** Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.10.2016 - 30.09.2019

### **Optimales Design für multivariate verallgemeinerte lineare Modelle mit stetigen Zielfunktionen**

In vielen Anwendungssituationen, in denen Daten gesammelt werden, werden nicht nur eine einzelne, sondern mehrere Zielvariablen gleichzeitig beobachtet, die miteinander korreliert sein können. Derartige multivariate Beobachtungen werden oft mit einer multivariaten Normalverteilung modelliert. In einigen Situationen ist dies jedoch nicht angebracht, insbesondere wenn die beobachteten Merkmale nicht stetig sind. Für diese Situationen ist das Konzept der verallgemeinerten linearen Modelle entwickelt worden, die sich speziell bei binären Daten (z.B. logistische Regression) oder Zähldaten (z.B. Poisson-Regression) bewährt haben. Jedoch kann auch bei stetigen Merkmalen statt der Normalverteilungsannahme eine andere Verteilungsannahme angemessener sein, die sich über ein verallgemeinertes lineares Modell mit nichtlinearer Linkfunktion beschreiben lässt. Ziel des Projektes ist es, für derartige Modelle asymptotische Eigenschaften unter verschiedenen Korrelationsstrukturen zu bestimmen und auf dieser Basis optimale Designs zu generieren, die zu einer Verbesserung der Datenanalyse führen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Eric Nyarko  
**Kooperationen:** Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2016 - 30.09.2019

### **Optimales Design in der Discrete-Choice-Analyse bei geblockten Beobachtungen**

Die Discrete-Choice-Analyse ist ein häufig angewendetes Verfahren der Marktforschung. Sie wird verwendet, um das Präferenzverhalten von Konsumenten zu untersuchen und den Nutzen zu ermitteln, den die verschiedenen Attribute eines Produktes besitzen. Die den Konsumenten dabei vorgelegten Auswahlfragen erfordern den Vergleich von Produktbeschreibungen, welche unter Verwendung eines experimentellen Designs zusammengestellt werden. Die Qualität der Ergebnisse eines solchen Experiments hängt folglich stark vom verwendeten Design ab. Bei der Modellierung der Daten und der Wahl des Designs wird häufig jedoch nicht berücksichtigt, dass den teilnehmenden Personen mehrere Fragen gestellt werden und die resultierenden Antworten daher korreliert sein können. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, optimale und effiziente Designs unter Berücksichtigung von Blockeffekten zur Modellierung dieser potenziellen Abhängigkeiten zu entwickeln und zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** MSc Arnab Sarkar  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2018 - 31.03.2021

### **Analyse rekurrenter Ereignisprozesse mit einem terminalen Ereignis (informative Zensierung) - Überlegungen zum Studiendesign**

Das Konzept rekurrenter Ereignisse bezieht das wiederholte zeitliche Auftreten von Ereignissen ein und derselben

Art im Kontext klinischer Studien ein. Beispiele umfassen das Auftreten von Anfällen in Epilepsiestudien, Aufflammen in Gichtstudien oder Hospitalisierung bei Patienten mit chronischen Herzleiden.

Eine wichtige Herausforderung bei der Analyse rekurrenter Ereignisse tritt auf, wenn informative Zensierung vorliegt. In klinischen Studien können beispielsweise Patienten aus einer Behandlung ausscheiden, weil sich ihre Verfassung so verschlechtert hat, dass eine alternative Behandlung notwendig wird. In dieser Situation kann die reine Tatsache, dass ein Patient ausscheidet, anzeigen, dass das interessierende Ereignis voraussichtlich eher oder häufiger auftritt, als unter der Annahme unabhängiger Zensierung zu erwarten wäre. Informative Zensierung kann dabei auch in Kombination mit einem terminalen Ereignis auftreten, das den rekurrenten Ereignisprozess beendet. Zum Beispiel kann in einer Studie zu chronischen Herzerkrankungen das Eintreten des Todes den Prozess der Hospitalisierung abbrechen. Da die Einflussfaktoren für Hospitalisierung bei Herzerkrankungen mit den Risikofaktoren für das Eintreten des Todes einhergehen, darf dieser Zusammenhang nicht vernachlässigt werden, da die resultierende Datenanalyse andernfalls verfälscht werden kann.

Zur Planung von Studien zur Aufdeckung und Bestimmung von Behandlungseffekten bei derartigen Endpunkten gibt es eine Reihe von Erweiterungen klassischer Überlebenszeitmodelle. Von besonderem Interesse ist dabei das Modell gemeinsamer Schwächung mit korrelierten Schwächungen, wobei separate marginale Modelle für die Intensität der beiden Ereignisprozesse unter Berücksichtigung korrelierter zufälliger Effekte, die subjektspezifische Schwächungen untersucht werden können.

Dieses Projekt umfasst sowohl methodologische Aspekte als auch Simulationsstudien und die Analyse realer Daten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** MSc Iyad Aboud  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2015 - 30.09.2020

### **Optimales Design für Zähldaten**

Neben klassischen Ansätzen stetiger, metrischer oder diskreter, binärer Daten (Messungen oder Ja / Nein -Antworten) spielt in statistischen Anwendungen die Analyse von Zähldaten eine zunehmende Rolle. Derartige Beobachtungen von Anzahlen treten zum Beispiel im Transportwesen, bei der Schadstoffmessung, in der Psychologie oder in medizinischen Anwendungen auf. Klassischerweise werden Anzahlen über Modelle mit Poisson-Verteilungen beschrieben, die Äquidispersion, d.h. Gleichheit von Mittelwert und Varianz, aufweisen. In der Praxis ist diese Annahme aber zu restriktiv, so dass alternativ häufig Modelle mit Überdispersion (Vorliegen einer größeren Varianz) und/oder exzessiven Nullen (zero inflation, verstärkte Beobachtung von Nullanzahlen) verwendet werden, um die Daten adäquat zu beschreiben. Während die Datenanalyse von Zähldaten relativ weit entwickelt und entsprechende Software verfügbar ist, gibt es nur wenige Resultate zur Planung von Experimenten mit Zähldaten. Diese beschränken sich auch bisher auf den klassischen Poisson-Ansatz oder auf ein spezielles Modell der Überdispersion mit negativ-binomialverteilten Daten, das sich als Mischmodell über eine konjugierte a-priori-Verteilung der Modellparameter ergibt. Dabei spielt die Planung in Experimentalsituationen eine immens wichtige Rolle, da nur mit einer vernünftigen Auswahl der Experimentaleinstellungen die vorhandenen Ressourcen effektiv ausgenutzt sowie Kosten und Aufwand verringert werden können. Ziel dieses Projektes ist es, optimale Designs für Zähldaten zu generieren, die auch beim Vorliegen von Überdispersion und/oder exzessiven Nullen eine effiziente Auswertung der Beobachtungen ermöglichen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Marius Schmidt  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln; Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin; Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin; Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 31.03.2020

### **Optimales Design für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle (II)**

Gemischte Modelle spielen zunehmend eine wichtige Rolle nicht nur in Biowissenschaften sondern auch bei wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen, um individuelle Effekte der verschiedenen Beobachtungseinheiten als Repräsentanten einer größeren Grundgesamtheit bei der statistischen Datenanalyse berücksichtigen und erfassen zu können. Mit verallgemeinerten linearen gemischten Modellen werden Zusammenhänge für binäre ("Erfolg - Misserfolg") und diskrete Zielgrößen ("Anzahlen") beschrieben, die nicht sinnvoll durch standardmäßige lineare gemischte Modelle für metrische Daten dargestellt werden können. Für die zufälligen Effekte können dann neben normalverteilten individuellen Einflüssen auch solche aus konjugierten Familien angenommen werden, die eine explizitere Analyse erlauben. Wie in allen statistischen Analysen hängt auch hier die Qualität der Ergebnisse wesentlich vom Beobachtungs- oder Experimentaldesign, d.h. der Wahl der Beobachtungseinheiten und Beobachtungszeitpunkte, ab. Ziel dieses Projektes ist es, optimale oder zumindest effiziente Designs für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle zu entwickeln, die sowohl normalverteilte als auch Effekte aus konjugierten Verteilungen beinhalten können, und diese zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Martin Radloff  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 31.03.2020

### **Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche (II)**

Die Gültigkeit statischer Modelle ist oft auf einen lokalen Bereich der erklärenden Variablen beschränkt. Dieser wird in vielen Anwendungsbereichen als rechteckig angenommen, d.h. die erklärenden Variablen können unabhängig voneinander variieren. In manchen Situationen sind jedoch sphärische Bereiche sinnvoller, die durch einen beschränkten Euklidischen oder Mahalanobis-Abstand zu einem zentralen Punkt für die Versuchseinstellungen beschrieben werden können.

Ziel der Versuchsplanung ist es, optimale oder zumindest effiziente Einstellungen für die erklärenden Variablen zu bestimmen, um die Qualität der statistischen Analyse zu optimieren. Beim Vorliegen klassischer linearer Regressionsmodelle sind Charakterisierungen optimaler Designs für sphärische Versuchsbereiche mit Hilfe von Invarianzen und Symmetrien schon seit längerem bekannt. Fragestellung dieses Projekts ist es, für die in der statistischen Praxis zunehmend verwendeten verallgemeinerten linearen Modelle bzw. nichtlinearen Modelle optimale Designs auf derartigen sphärischen Versuchsbereichen zu bestimmen. Erste Ergebnisse für Poisson-verteilte Zähldaten zeigen deutliche Abweichungen der hierfür benötigten optimalen Designs von denjenigen für klassische lineare Modelle.

---

**Projektleitung:** Doz. Dr. Martin Wendler  
**Kooperationen:** Annika Betken, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 30.06.2020

### **Rank based change-point analysis under long range dependence**

The aim of the project is to develop robust change-point test for long range dependent time series which have a good efficiency under normality. For this, the empirical process of ranks is studied in a function space equipped with a wheighted norm.

---



**Projektleitung:** Doz. Dr. Martin Wendler  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Lea Wegner  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.09.2019 - 15.11.2022

### **Analysis of Functional Data without Dimension Reduction: Tests for Covariance Operators and Change-point Problems**

Functional data arises in many applications and the main strategy for statistical inference is dimension reduction: The data is projected on a finite-dimensional space with techniques such as functional principal components. After this, it is possible to use statistical test for finite-dimensional data. In contrast, there are recent proposals to base the statistical tests on the full functional information, typically modeled as Hilbert-space-valued time series. These methods have been investigated in the context of sample means and simple change-points. The aim of this project is to develop fully functional methods in more complicated data situations: We will investigate test for hypothesis not on the functional mean, but on the covariance operator. Furthermore, we plan to develop test for change-points in data including extreme outliers, which might lead to false negatives and false positive results of standard methods. The last part will deal with segmentation of functional time series or detection of multiple change-points. To get critical values, we will extend nonparametric methods like bootstrap to these challenging data situations.

---

**Projektleitung:** Dr. Heiko Großmann  
**Projektbearbeitung:** Dr. Elizabeth Cottrell  
**Kooperationen:** Keele University, UK  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2019 - 31.03.2021

### **Explaining osteoarthritis: development and implementation of a multimedia Patient Explanation Package (PEP-OA)**

Grant number: NIHRDH-PB-PG-0817-20031. Osteoarthritis (OA) is a common, debilitating and painful condition, particularly when patients move the affected joint. Core-management approaches (exercise and weight control) reduce pain and improve function, but exercise-induced pain creates anxiety and confusion about such self-management. Common, unhelpful, misconceptions about OA exist and currently professionals do not have the language to explain OA in a way that reflects current scientific understanding. The overarching aim of the project is to improve OA explanations through the development and implementation of a multimedia Patient Explanation Package (PEP-OA). A partial-profile conjoint analysis study with patients will estimate the extent to which new, prioritised, explanation statements are preferred over currently used/available statements. Suitable OA explanations identified in this study will be used in the further development of the multimedia package. The corresponding work package requires the development of an efficient experimental design for the choice experiment which will be carried out at the University of Magdeburg.

## **7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

Schwabe, Rainer: DAGStat Conference 2019, München, 18.-22.03.2019  
Sektion: Design of Experiments and Clinical Trials

Prus, Maryna: 8th International Conference on Risk Analysis and Design of Experiments, Wien, 23.-26.04.2019  
Sektion: New Advances on Modern Experimental Designs

Prus, Maryna: 10th International Workshop on Simulation and Statistics, Salzburg, 02.-06.09.2019  
Sektion: Optimal Designs in Mixed Models

Großmann, Heiko; Schwabe, Rainer: Konferenz: 12th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2019), London, 14.-16.12.2019  
Sektion: Efficient and optimal design of experiments

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Bürkner, Paul-Christian; Schwabe, Rainer; Holling, Heinz**

Optimal designs for the generalized partial credit model

The British journal of mathematical and statistical psychology - Hoboken, NJ [u.a.]: Wiley, Bd. 72.2019, 2, S. 271-293;

[Imp.fact.: 1.214]

**Carpentier, Alexandra; Collier, Oliver; Comminges, Laetitia; Tsybakov, Aleksandr Borisovich; Wang, Yu**

Minimax rate of testing in sparse linear regression

Automation and remote control - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 80.2019, 10, S. 1817-1834;

[Imp.fact.: 0.589]

**Carpentier, Alexandra; Verzelen, Nicolas**

Adaptive estimation of the sparsity in the Gaussian vector model

The annals of statistics - Hayward, Calif.: IMS Business Off., Bd. 47.2019, 1, S. 93-126;

[Imp.fact.: 2.901]

**Freise, Fritjof; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for two-level main effects models on a restricted design region

Journal of statistical planning and inference - Amsterdam : North-Holland Publ. Co., Bd. 204.2020, S. 45-54

**Freise, Fritjof; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for K-factor two-level models with first-order interactions on a symmetrically restricted design region

Statistical papers - Berlin: Springer, Bd. 60.2019, 2, S. 495-513;

[Imp.fact.: 1.024]

**Gaffke, Norbert; Idais, Osama; Schwabe, Rainer**

Locally optimal designs for gamma models

Journal of statistical planning and inference - Amsterdam: North-Holland Publ. Co, Bd. 203.2019, S. 199-214;

[Imp.fact.: 0.814]

**Gerstenberger, Carina; Vogel, Daniel; Wendler, Martin**

Tests for scale changes based on pairwise differences

Journal of the American Statistical Association - Abingdon: Taylor & Francis, 2019;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.412]

**Kahle, Waltraud**

Imperfect repair in degradation processes - a Kijima-type approach - imperfect repair in degradation processes

Applied stochastic models in business and industry - Chichester: Wiley, 2019;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.062]

**Nyarko, Eric; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for second-order interactions in paired comparison experiments with binary attributes

Journal of statistical theory and practice - Cham: Springer International Publishing, Bd. 13.2019, 4, S. 1-16;

**Prus, Maryna**

Optimal designs for minimax-criteria in random coefficient regression models

Statistical papers - Berlin: Springer, Bd. 60.2019, 2, S. 465-478;

**Prus, Maryna**

Optimal designs in multiple group random coefficient regression models  
TEST - Heidelberg [u.a.]: Springer, 2019;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.423]

**Radloff, Martin; Schwabe, Rainer**

Locally D-optimal designs for a wider class of non-linear models on the k-dimensional ball - with applications to logit and probit models  
Statistical papers - Berlin: Springer, Bd. 60.2019, 2, S. 515-527;

**Radloff, Martin; Schwabe, Rainer**

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k-dimensional ball  
Journal of statistical planning and inference - Amsterdam: North-Holland Publ. Co, Bd. 203.2019, S. 106-119;

**Schmidt, Dennis**

Characterization of c-, L- and k -optimal designs for a class of non-linear multiple-regression models  
Journal of the Royal Statistical Society / B/ Royal Statistical Society - London: Wiley-Blackwell, Bd. 81.2019, 1, S. 101-120;  
[Imp.fact.: 2.894]

**Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for Poisson count data with Gamma block effects  
Journal of statistical planning and inference - Amsterdam : North-Holland Publ. Co., Bd. 204.2020, S. 128-140  
[Imp.fact.: 0.756]

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Brück, Benjamin; Röttger, Frank**

A central limit theorem for the two-sided descent statistic on Coxeter groups  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1908.07955, insgesamt 20 Seiten

**Carpentier, Alexandra; Verzelen, Nicolas**

Optimal sparsity testing in linear regression model  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1901.08802, insgesamt 50 Seiten

**Cho, Haeran; Kirch, Claudia**

Localised pruning for data segmentation based on multiscale change point procedures  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1910.12486, insgesamt 40 Seiten

**Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir V.; Bening, Vladimir E.**

Second order expansions for sample median with random sample size  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1905.07765, insgesamt 17 Seiten

**Freise, Fritjof; Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer**

Convergence of least squares estimators in the adaptive Wynn algorithm for a class of nonlinear regression models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 13 S., 2019

**Freise, Fritjof; Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer**

The adaptive Wynn-algorithm in generalized linear models with univariate response  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Art. 1907.02708, insgesamt 27 Seiten

**Ghoshdastidar, Debarghya; Gutzeit, Maurilio; Carpentier, Alexandra; Luxburg, Ulrike**

Two-sample hypothesis testing for inhomogeneous random graphs  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1707.00833, insgesamt 54 Seiten

**Graßhoff, Ulrike; Holling, Heinz; Röttger, Frank; Schwabe, Rainer**

Optimality regions for designs in multiple linear regression models with correlated random coefficients  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1911.05538, insgesamt 16 Seiten

**Gutzeit, Maurilio**

Minimax L 2-separation rate in testing the Sobolev-type regularity of a function  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1901.00880, insgesamt 24 Seiten

**Idais, Osama**

A note on locally optimal designs for generalized linear models with restricted support  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1906.10125, insgesamt 12 Seiten

**Idais, Osama**

Locally optimal designs for generalized linear models within the family of Kiefer k-criteria  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1906.02158, insgesamt 14 Seiten

**Idais, Osama; Schwabe, Rainer**

Analytic solutions for locally optimal designs for gamma models having linear predictor without intercept  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1904.09232, insgesamt 18 Seiten

**Kahle, Thomas; Röttger, Frank; Schwabe, Rainer**

The semi-algebraic geometry of optimal designs for the Bradley-Terry model  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1901.02375, insgesamt 18 Seiten

**Lam-Weil, Joseph; Carpentier, Alexandra; Sriperumbudur, Bharath K.**

Local minimax rates for closeness testing of discrete distributions  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1902.01219, insgesamt 62 Seiten

**Nyarko, Eric**

Optimal 2K paired comparison designs for third-order interactions  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1908.06092, insgesamt 15 Seiten

**Nyarko, Eric**

Optimal paired comparison block designs  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1910.06390, insgesamt 42 Seiten

**Nyarko, Eric**

Optimal paired comparison experiments for second-order interactions  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1908.06092, insgesamt 25 Seiten

**Shat, Helmi; Schwabe, Rainer**

Experimental designs for accelerated degradation tests based on gamma process models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1912.04202, insgesamt 16 Seiten

**Stöhr, Christina; Aston, John A. D.; Kirch, Claudia**

Detecting changes in the covariance structure of functional time series with application to fMRI data  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, Artikel 1903.00288, insgesamt 39 Seiten

**Zadorozhnyi, Oleksandr; Blanchard, Gilles; Carpentier, Alexandra**

Restless dependent bandits with fading memory  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2019, article 1906.10454, insgesamt 30 Seiten

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE**

**Klepatz, Kevin; Rottengruber, Hermann; Tempelhagen, Robin; Konradt, Swantje**

Untersuchung zukünftiger wasserstoffbasierter Nutzfahrzeugantriebe  
14. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2019 - Magdeburger Ingenieurtag - 24. und 25. September 2019 :  
Tagungsband - Magdeburg: Otto von Guericke Universität Magdeburg, Fakultät Maschinenbau, Institut für  
Mobile Systeme - Lehrstuhl Mechatronik, S. 126-137;  
[Tagung: 14 MMT 2019, 24. und 25. September 2019, Magdeburg]

## NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

### **Achddou, Juliette; Lam-Weil, Joseph; Carpentier, Alexandra; Blanchard, Gilles**

A minimax near-optimal algorithm for adaptive rejection sampling

Algorithmic Learning Theory - PMLR; Garivier, Aurélien, S. 94-126, 2019 - (Proceedings of Machine Learning Research; 98);

[Konferenz: 30th International Conference on Algorithmic Learning Theory, Chicago, Illinois, 22-24 March 2019]

### **Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra; Valko, Michal**

Active multiple matrix completion with adaptive confidence sets

The 22nd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics - PMLR; Chaudhuri, Kamalika, S. 1783-1791, 2019 - (Proceedings of Machine Learning Research; 89);

[Konferenz: 22nd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, Naha, Okinawa, Japan, 16-18 April 2019]

### **Seznec, Julien; Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra; Lazaric, Alessandro; Valko, Michal**

Rotting bandits are no harder than stochastic ones

The 22nd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics - PMLR; Chaudhuri, Kamalika, S. 2564-2572, 2019 - (Proceedings of Machine Learning Research; 89);

[Konferenz: 22nd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, Naha, Okinawa, Japan, 16-18 April 2019]

## ABSTRACTS

### **Zeilinga, Stephan; Rottengruber, Hermann; Wagner, Alexander; Stolt, Torsten; Feikus, Franz Josef**

Expertenforum Powertrain 2019

Hanau, S. 69, 2019;

[Tagung: 8. ATZ-Fachtagung Tribologie Experten-Forum Powertrain, Hanau, 23.10.-24.10.2019]

## DISSERTATIONEN

### **Gutzeit, Maurilio; Carpentier, Alexandra [AkademischeR BetreuerIn]**

Topics in statistical minimax hypothesis testing

Magdeburg, 2019, 99 Seiten, 1 Diagramm, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 95-99]

### **Nyarko, Eric; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]**

Optimal designs for paired comparison experiments

Magdeburg, 2019, vi, 115 Seiten, Tabellen, Formeln;

[Literaturverzeichnis: Seite 111-115]

### **Reckrühm, Kerstin; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]**

Estimating multiple structural breaks in time series - a generalized MOSUM approach based on estimating functions

Magdeburg, 2019, 225 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 221-225]

### **Stöhr, Christina; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]**

Sequential change point procedures based on U-statistics and the detection of covariance changes in functional data

Magdeburg, 2019, 197 Seiten, Illustrationen, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 193-197]