



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MATH

FAKULTÄT FÜR
MATHEMATIK

Forschungsbericht 2018

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 gut in die Forschungsverbünde der Universität eingebunden. Sie ist eng mit dem Magdeburger Max-Planck-Institut verbunden und 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
- Nichtlineare Analysis und Numerik
- Mathematische Stochastik

bestimmt.

Die **Didaktik der Mathematik** wird seit dem 01.08.2018 durch eine Professur vertreten, die mit Frau Prof. Rach besetzt wurde. Forschungsschwerpunkte 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. Im Zentrum der Aktivitäten steht neben der Grundlagenforschung auch die Anwendung von Methoden und Strukturen. Das Themenspektrum reicht von der digitalen Datenübertragung über diskret-geometrische Fragestellungen bis hin zu Optimierungsproblemen in den Ingenieurwissenschaften und in der Medizin.

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.

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, Zeitreihenanalyse, maschinelles Lernen und die Planung und Auswertung statistischer Experimente.

4 Veröffentlichungen

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Abramchuk, Yauheniya; Bondarava, Alina; Kunik, Matthias

Elementare Zahlentheorie - für Studierende der Mathematik, Informatik und Lehramt
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, VIII, 151 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.02)

Habilitationen

Hantke, Maren; Warnecke, Gerald [GutachterIn]

Two-phase flows with phase transitions - modelling, analysis, numerics
Magdeburg, 2018, 322 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;
[Literaturangaben]

Saorín Gómez, Eugenia; Nill, Benjamin [GutachterIn]

Modern aspects of classical convex geometry
Magdeburg, 2017, xxxii, 153 Seiten, Illustrationen, 30 cm;
[Literaturverzeichnis: Seite 131-136]

Dissertationen

Abramchuk, Yauheniya; Kaibel, Volker [GutachterIn]

Undominated complexes of cut polytopes
Magdeburg, 2018, viii, 169 Seiten, Illustrationen;
[Literaturverzeichnis: Seite 167-169]

Arshad, Razi; Pott, Alexander [GutachterIn]

Contributions to the theory of almost perfect nonlinear functions
Magdeburg, 2018, ix, 138 Seiten, Illustrationen;
[Literaturverzeichnis: Seite [133]-138]

Badenjki, Abdulatif; Warnecke, Gerald [GutachterIn]

The PNPM schemes for the one dimensional hyperbolic conservation laws
Magdeburg, 2018, 120 Seiten, Tabellen, Diagramme;
[Literaturverzeichnis: Seite 118-119]

Goyal, Pawan Kumar; Benner, Peter [GutachterIn]

System-theoretic model order reduction for bilinear and quadratic-bilinear systems
Magdeburg, 2018, xxiv, 233 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;
[Literaturverzeichnis: Seite 221-232]

Kehrle, Florian; Sager, Sebastian [GutachterIn]

Inverse simulation for cardiac arrhythmia
Magdeburg, 2018, VIII, 162 Seiten, Illustrationen, 30 cm;
[Literaturverzeichnis: Seite 141-153]

Meier, Alexander; Kirch, Claudia [GutachterIn]; Meyer, Renate [GutachterIn]

A matrix Gamma process and applications to Bayesian analysis of multivariate time series
Magdeburg, 2018, 185 Seiten, Illustrationen;
[Literaturverzeichnis: Seite [179]-185]

Thein, Ferdinand; Hantke, Maren [GutachterIn]

Results for two phase flows with phase transition

Magdeburg, 2018, xii, 244 Seiten, Illustrationen, Tabellen, Diagramme;

[Literaturverzeichnis: Seite 237-244]

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. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. Thomas Kahle
Prof. Dr. Benjamin Nill
Prof. Dr. David Ploog (Vertretungsprof. bis 31.07.2018)
Prof. Dr. Alexander Pott
Prof. Dr. Stefanie Rach (ab 01.08.2018)
Prof. Dr. Petra Nora Schwer (ab 01.12.2018)
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
Cryptography and Communications

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: 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
- CODES, INRIA, Frankreich
- Freie Universität Berlin
- Haverford College
- HTW Berlin
- Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics, Linz
- Karlsruher Institut für Technologie
- KTH Stockholm
- Kyoto Sangyo University
- LMU München
- McMaster University
- Michigan Technology, Houghton
- Middle East Technical University, Ankara
- RICAM Linz (Österreich)
- Sabanci University Istanbul (Türkei)
- Stockholm University
- Technische Universität Berlin
- University of Gent (Belgien)
- University of Koper
- University of Nottingham

- University of Sydney
- Universität Genua (Italien)
- Universität Osnabrück
- Universität Rostock
- Université Jean Monnet Saint-Etienne
- WWU Münster

5. Forschungsprojekte

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 Massenwirkungsnetzwerkes. 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 unbekanntem 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 Beispiellklassen in denen die Optimalitätsregionen semi-algebraisch beschrieben werden können sind Poissonregression und das Bradley-Terry Modell für paarweise Vergleiche.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Kooperationen: Gabriele Balletti (Stockholm University)
Förderer: Stiftungen - Sonstige - 01.10.2016 - 30.09.2018

Ehrhart-Polynome hoch-dimensionaler Gitterpolytope

Die h^* -Koeffizienten der Ehrhart-Polynome von Gitterpolytope kodieren die wichtigsten Invarianten von Gitterpolytopen, wie z.B. die Anzahl an Gitterpunkten oder das Volumen. In diesem Projekt der experimentellen, diskreten Geometrie untersuchen wir den Raum der h^* -Koeffizienten von Ehrhart-Polynomen hoch-dimensionaler Gitterpolytope.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Kooperationen: Gennadiy Averkov (OvGU Magdeburg); McMaster University
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: 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: Christopher Borger (OvGU Magdeburg)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.05.2017 - 30.04.2020

Komplexitätsreduktion von Gorensteinpolytopen

Gorensteinpolytope sind Gitterpolytope mit schönen Symmetrieeigenschaften, die aufgrund ihrer Anwendung in der mirror symmetry von großem Interesse in der torischen Geometrie sind. Wir untersuchen diese Polytope und ihre Zerlegungen als Cayleypolytope.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Pott
Projektbearbeitung: Daniel Gerike
Förderer: Haushalt - 01.04.2017 - 31.03.2020

Die Zyklenstruktur von Permutationspolynomen

Ziel des Projektes ist es, die Zyklenstruktur von Permutationen von endlichen Körpern zu bestimmen, die als Polynome gegeben sind. Von besonderem Interesse sind dabei Permutationspolynome der Form $x + \gamma \text{Tr}(x^k)$.

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 - 30.09.2019

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).

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Pott
Projektbearbeitung: Razi Arshad
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2014 - 30.09.2018

Almost perfect nonlinear functions

Das Ziel dieses Projektes "Almost perfect nonlinear functions" ist es, die Konstruktionen klassischer "APN"-Funktionen genauer zu analysieren, um daraus mögliche neue Konstruktionen abzuleiten. Mitarbeiter in diesem Projekt ist Herr Razi Arshad.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Pott
Projektbearbeitung: Christian Kaspers
Förderer: Haushalt - 01.04.2017 - 31.03.2020

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: 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
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. Stefanie Rach
Kooperationen: Universität Hamburg, Jan Retelsdorf; WWU Münster, Stanislaw Schukajlow
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.12.2018 - 20.11.2020

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
Kooperationen: Universität Hamburg, Jan Retelsdorf; WWU Münster, Stanislaw Schukajlow
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. 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. Petra Schwer
Förderer: Haushalt - 01.04.2016 - 30.09.2020

Dimension and non-emptiness of affine Deligne Lusztig varieties

In diesem Projekt werden geometrische Methoden entwickelt um Dimensionen affiner Deligne-Lusztig Varietäten zu berechnen. Die Fragestellung stammt aus der arithmetischen Geometrie und wird hier mit neuen Methoden aus der geometrischen Gruppentheorie untersucht.

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Schwer
Kooperationen: WWU Münster
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.

Projektleitung: Dr. Wolfram Eid
Förderer: Sonstige - 18.03.2013 - 18.03.2018

Erarbeitung des Fachlehrplans Mathematik an Gymnasien (wissenschaftliche Begleitung)

Beschreibung mathematischer Schülerkompetenzen für Gymnasien Sachsen-Anhalts unter Bezug auf die Kompetenzdarstellungen in den Bildungsstandards Mathematik für die Hochschulreife; Überarbeitung des derzeit gültigen Curriculums für den Schulunterricht

6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

- DMV-Tagung, März 2018, Paderborn (Sektionsleitung "Diskrete Mathematik" Alexander Pott)
- Macaulay2 Workshop am MPI-MiS in Leipzig, 4. - 8. Juni 2018 (Organisation: Eliana Duarte, Thomas Kahle)
- Workshop "Complexity Reduction in Algebraic Statistics", 26. - 27.11.2018 in Magdeburg (Organisation Eliana Duarte, Thomas Kahle, Frank Röttger, Rainer Schwabe)

7 Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Abardia-Evéquoz, Judit; Colesanti, Andrea; Saorín Gómez, Eugenia

Minkowski valuations under volume constraints

Advances in mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 333.2018, S. 118-158;

[Imp.fact.: 1.373]

Arias, Francisco; Cruz, Javier; Rosenthal, Joachim; Willems, Wolfgang

On q-Steiner systems from rank metric codes

Discrete mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 341.2018, 10, S. 2729-2734;

[Imp.fact.: 0.738]

Boege, Tobias; DAlì, Alessio; Kahle, Thomas; Sturmfels, Bernd

The geometry of gaussoids

Foundations of computational mathematics: FoCM : official journal of the Society for the Foundation of Computational Mathematics (SFoCM) - New York, NY: Springer, insges. 38 S., 2018;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.056]

Brewster Lewis, Joel; McCammond, Jon; Petersen, T. Kyle; Schwer, Petra

Computing reflection length in an affine Coxeter group

Transactions of the American Mathematical Society - Providence, RI: Soc, insges. 39 S., 2018;

[Early View PDF]

[Imp.fact.: 1.496]

Castillo, Federico; Liu, Fu; Nill, Benjamin; Paffenholz, Andreas

Smooth polytopes with negative Ehrhart coefficients

Journal of combinatorial theory / A: JCTA - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 160.2018, S. 316-331;

[Imp.fact.: 0.93]

Hofscheier, Johannes; Nill, Benjamin; Öberg, Dennis

On Ehrhart polynomials of lattice triangles

The electronic journal of combinatorics - [Madralin]: EMIS ELibEMS, Vol. 25.2018, 1, Art. P1.3, insgesamt 8 S.;

[Imp.fact.: 0.543]

Kahle, Thomas; Michaek, Mateusz

Obstructions to combinatorial formulas for plethysm

The electronic journal of combinatorics - [Madralin]: EMIS ELibEMS, Vol. 25.2018, 1, Paper P1.41, insgesamt 9 S.;

[Imp.fact.: 0.543]

Liu, Yanjun; Willems, Wolfgang

Quasi-projective Brauer characters

Journal of algebra - San Diego, Calif: Elsevier, Bd. 499.2018, S. 506-515;

[Imp.fact.: 0.61]

Pott, Alexander; Pasalic, Enes; Muratovic-Ribic, Amela; Bajric, Samed

On the maximum number of bent components of vectorial functions

IEEE transactions on information theory: a journal devoted to the theoretical and experimental aspects of information transmission, processing, and utilization : a publication of the IEEE Information Theory Society - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 64.2018, 1, S. 403-411;

[Imp.fact.: 2.187]

Rach, Stefanie

Visualisierungen bedingter Wahrscheinlichkeiten - Präferenzen von Schülerinnen und Schülern

Mathematica didactica: Zeitschrift für Didaktik der Mathematik - Hildesheim: Franzbecker, Bd. 41.2018, 1, insges. 18 S.; www.mathematica-didactica.com/

Rach, Stefanie; Kosiol, Timo; Ufer, Stefan

(Which) mathematics interest is important for a successful transition to a university study program?
International journal of science and mathematics education - Dordrecht: Springer Science + Business Media
B.V, insges. 22 S., 2018;
[Online first]
[Imp.fact.: 1.086]

Schwer, Petra

Folding operators, root groups and retractions
Journal of combinatorial algebra: JCA - Zürich: European Mathematical Society Publishing House, Bd. 2.2018,
3, S. 215-230;
[Druckausgabe]

Çemeliolu, Ayça; Meidl, Wilfried; Pott, Alexander

Vectorial bent functions and their duals
Linear algebra and its applications: LAA - New York, NY: American Elsevier Publ, Bd. 548.2018, S. 305-320;
[Imp.fact.: 0.973]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Schwer, Petra; Weniger, David

A structure theorem for generalized affine buildings
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 14 S., 2018;

Begutachtete Buchbeiträge

Leneke, Brigitte; Soumaya, Moudar

Größen und ihre Einheiten
Word-Dokumente und Zusatzmaterial zu den Beiträgen der 40. Ergänzungslieferung: Mach dich fit für die
Abschlussprüfung (I/57). Figurierte Zahlen als Mittler zwischen Geometrie und Arithmetik (III/36). Größen und
ihre Einheiten nach einem gemeinsamen Prinzip umwandeln (I/58) - [Stuttgart]: Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH,
2018, Beitrag 58, insgesamt 30 S.

Abstracts

Röttger, Frank; Kahle, Thomas; Schwabe, Rainer

Geometry of parameter regions for optimal designs
IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of
abstracts - Barcelona, S. 107-108;
[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Habilitationen

Saorín Gómez, Eugenia; Nill, Benjamin [GutachterIn]

Modern aspects of classical convex geometry
Magdeburg, 2017, xxxii, 153 Seiten, Illustrationen, 30 cm;
[Literaturverzeichnis: Seite 131-136]

Dissertationen

Arshad, Razi; Pott, Alexander [GutachterIn]

Contributions to the theory of almost perfect nonlinear functions
Magdeburg, 2018, ix, 138 Seiten, Illustrationen;
[Literaturverzeichnis: Seite [133]-138]

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

Prof. Dr. Klaus Deckelnick
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau
Prof. Dr. Miles Simon (Geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr. Thomas Richter
Prof. Dr. Gerald Warnecke
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummmler

2. HochschullehrerInnen

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 Rummmler
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 Analysis (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: Deckelnick, Grunau, Rummmler, Simon)

Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

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

Hydrodynamik (Rummmler)

- 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,

4. Kooperationen

- Prof. Dr. Charles M. Elliott, University of Warwick mit Prof. Deckelnick
- Prof. Dr. Eleuterio Toro, Italien mit Prof. Warnecke
- Prof. Dr. Filippo Gazzola, Politecnico die Milano mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. Guido Sweers, Universität zu Köln mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. V. Polevikov (Minsk, Belarus) mit Prof. Tobiska

5. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter
Projektbearbeitung: Mehlmann Carolin
Förderer: Deutsche Bundesstiftung Umwelt - 01.12.2015 - 30.11.2018

Adaptive finite elements for the simulation of the ice cover on the arctic and antarctic ocean

In diesem Projekt untersuchen wir ein visko-plastisches Materialgesetz zur Simulation der Dynamik des Meereis. Modelle für die Eisdynamik sind einerseits wesentlicher Bestandteil in globalen Klimamodellen, dienen aber auch z.B. zu Vorhersagezwecken in der Schifffahrt.

Die Schwierigkeiten in diesem Projekt ergeben sich einerseits aus der starken Nichtlinearität des Materialgesetzes, dann aber aus der Herausforderung, mit realen komplexen Daten auf sehr großen Gebieten umzugehen.

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter
Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2018 - 31.12.2018

Sommerschulen im Ausland "Finite Elemente. Theory and Computations", Sommerschule an der Universidad de la Habana, Kuba

Insgesamt wurde in 2014-2018 vier Sommerschulen in Peru, Kuba und Brasilien durchgeführt. Ziel des Projektes ist die Vermittlung Kompetenzen im MSO-Bereich, insbesondere der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen sowie der Finite Elemente Approximation dieser Gleichungen.

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. 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 singularär 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: Doz. Dr. Maren Hantke, M.Sc. Christoph Matern
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 30.06.2019

Graduiertenkolleg 1554, Mikro-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: 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Gerald Warnecke
Projektbearbeitung: Yu Shaohua
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt) - 01.05.2014 - 30.04.2018

Two phase mixture conservation laws for flows with chemical reactions

We want to use the system of two mixture conservation laws to model chemical reactions in bubble column reactors. These partial differential equations are complemented by mass balances and reaction kinetics for the chemical reactions. The aim is to develop efficient numerical methods to compute examples which come from specific experiments that are being made by cooperation partners.

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

Graduiertenkolleg 1554, Mikro-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
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.

6 Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

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

Error analysis for global minima of semilinear optimal control problems
Mathematical control and related fields: MCRF - Springfield, Mo: AIMS, Bd. 8.2018, 1, S. 195-215;
[Imp.fact.: 0.542]

Antoulas, A. C.; Benner, Peter; Feng, Lihong

Model reduction by iterative error system approximation
Mathematical and computer modelling of dynamical systems: MCMDS - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 24.2018, 2, S. 103-118;
[Imp.fact.: 0.586]

Bannasch, Sebastian; Frysch, Robert; Pfeiffer, Tim; Warnecke, Gerald; Rose, Georg

Time separation technique - accurate solution for 4D C-Arm-CT perfusion imaging using a temporal decomposition model
Medical physics - Hoboken, NJ: Wiley, Bd. 45.2018, 3, S. 1080-1092;
[Imp.fact.: 2.617]

Benner, Peter; Dufrechou, Ernesto; Ezzatti, Pablo; Remón, Alfredo; Saak, Jens

A GPU-aware mixed-precision solver for low-rank algebraic Riccati equations
Concurrency and computation: practice & experience - Chichester: Wiley, 2018, Art. e4462;
[Online first]
[Imp.fact.: 1.114]

Benner, Peter; Goyal, Pawan; Gugercin, Serkan

H2-Quasi-optimal model order reduction for quadratic-bilinear control systems
SIAM journal on matrix analysis and applications - Philadelphia, Pa: Soc, Bd. 39.2018, 2, S. 983-1032;
[Imp.fact.: 1.682]

Brinkmann, Felix; Mercker, Moritz; Richter, Thomas; Marciniak-Czochra, Anna

Post-turing tissue pattern formation - advent of mechanochemistry
PLoS Computational Biology: a new community journal - San Francisco, Calif: Public Library of Science, Vol. 14.2018, 7, Art. e1006259, insgesamt 21 S.;
[Imp.fact.: 3.955]

Chamakuri, Nagaiah; Neubert, Wilhelm; Gilbert, Stephen; Vierheller, Janine; Warnecke, Gerald; Falcke, Martin

Multiscale modeling and numerical simulation of calcium cycling in cardiac myocytes
Multiscale modeling & simulation - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 16.2018, 3, S. 1115-1145;
[Imp.fact.: 2.428]

Dall'Acqua, Anna; Deckelnick, Klaus

An obstacle problem for elastic graphs
SIAM journal on mathematical analysis - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 50.2018, 1, S. 119-137;
[Imp.fact.: 1.648]

Deckelnick, Klaus; Styles, Vanessa

Stability and error analysis for a diffuse interface approach to an advection-diffusion equation on a moving surface
Numerische Mathematik - Berlin: Springer, Bd. 139.2018, 3, S. 709-741;
[Imp.fact.: 2.37]

Degond, Pierre; Minakowski, Piotr; Navoret, Laurent; Zatorska, Ewelina

Finite volume approximations of the Euler system with variable congestion
Computers & fluids: an international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 169.2018, S. 23-39;

Degond, Pierre; Minakowski, Piotr; Zatorska, Ewelina

Transport of congestion in two-phase compressible/incompressible flows
Nonlinear analysis / Real world applications - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 42.2018, S. 485-510;
[Imp.fact.: 1.659]

Eckel, Christina; Bannasch, Sebastian; Frysch, Robert; Rose, Georg

A compact and accurate set of basis functions for model-based reconstructions
Current directions in biomedical engineering - Berlin: De Gruyter, Bd. 4.2018, 1, S. 323-326;

Gulyak, Boris; Melcher, Boris; Wiersig, Jan

Determination of the full statistics of quantum observables using the maximum-entropy method
Physical review - Woodbury, NY: Inst, Vol. 98.2018, 5, Artikel 053857;
[Imp.fact.: 2.909]

Hantke, Maren; Müller, Siegfried

Analysis and simulation of a new multi-component two-phase flow model with phase transitions and chemical reactions
Quarterly of applied mathematics - Providence, RI: Brown University, Division of Applied Mathematics, Bd. 76.2018, 2, S. 253-287;
[Imp.fact.: 0.788]

Liu, Jiawei; Zhang, Chuanjing

The conical complex Monge-Ampère equations on Kähler manifolds
Calculus of variations and partial differential equations - Berlin: Springer, Bd. 57.2018, 44, insges. 21 S.;
[Imp.fact.: 1.532]

Richter, Thomas; Wollner, Winnifried

An optimization framework for the computation of time-periodic solutions of partial differential equations
Vietnam journal of mathematics: formerly Tp chí Toán hc (Journal of Mathematics) - Singapore: Springer, Bd. 46.2018, 4, S. 949-966;

Schieweck, Friedhelm; Skrzypacz, P.; Tobiska, Lutz

Construction of L 2-orthogonal elements of arbitrary order for Local Projection Stabilization
Applied mathematics and computation - New York, NY: Elsevier, Bd. 337.2018, S. 87-101;
[Imp.fact.: 1.738]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Abramchuk, Yauheniya; Bondarava, Alina; Kunik, Matthias

Elementare Zahlentheorie - für Studierende der Mathematik, Informatik und Lehramt
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, VIII, 151 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.02)

Ali, Ahmad; Deckelnick, Klaus; Hinze, Michael

Global minima for optimal control of the obstacle problem
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 22 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.05);
[Literaturverzeichnis: Seite 21-22]

Grunau, Hans-Christoph

Boundary value problems for the Willmore functional
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 17 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.04);
[Literaturverzeichnis: Seite 15-17]

Kunik, Matthias

On dirichlet series related to Farey sequences

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 19 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.08)

Begutachtete Buchbeiträge

Hantke, Maren; Matern, Christoph; Warnecke, Gerald

Numerical solutions for a weakly hyperbolic dispersed two-phase flow model

Theory, Numerics and Applications of Hyperbolic Problems I: Aachen, Germany, August 2016 - Cham: Springer International Publishing, S. 665-675, 2018 - (Springer Proceedings in Mathematics & Statistics; 236);

[Konferenz: XVI International Conference on Hyperbolic Problems, Aachen, Germany, August, 2016]

Abstracts

Bannasch, Sebastian; Eckel, Christina; Frysch, Robert; Beuing, Oliver; Warnecke, Gerald; Rose, Georg

Noise reduction in perfusion imaging using data-driven prior knowledge

Clinical neuroradiology: official publication of the German, Austrian and Swiss societies of neuroradiology - München: Urban & Vogel, Vol. 28.2018, Suppl. 1, Abstr. 288, S. S100-S101;

[Tagung: 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie e.V., Frankfurt am Main, 3.-6. Oktober 2018]

[Imp.fact.: 2.79]

Habilitationen

Hantke, Maren; Warnecke, Gerald [GutachterIn]

Two-phase flows with phase transitions - modelling, analysis, numerics

Magdeburg, 2018, 322 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturangaben]

Dissertationen

Badenjkı, Abdulatif; Warnecke, Gerald [GutachterIn]

The PNPM schemes for the one dimensional hyperbolic conservation laws

Magdeburg, 2018, 120 Seiten, Tabellen, Diagramme;

[Literaturverzeichnis: Seite 118-119]

Goyal, Pawan Kumar; Benner, Peter [GutachterIn]

System-theoretic model order reduction for bilinear and quadratic-bilinear systems

Magdeburg, 2018, xxiv, 233 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 221-232]

Thein, Ferdinand; Hantke, Maren [GutachterIn]

Results for two phase flows with phase transition

Magdeburg, 2018, xii, 244 Seiten, Illustrationen, Tabellen, Diagramme;

[Literaturverzeichnis: Seite 237-244]

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. Volker Kaibel (geschäftsführender Leiter bis 30.04.2018)
Prof. Dr. Sebastian Sager (geschäftsführender Leiter ab 01.05.2018)

2. HochschullehrerInnen

Priv.-Doz. Dr. Gennadiy Averkov
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:

Lukas Matthies (Schüler, 12. Klasse)
Betreuung vom 02.07. - 20.07.2018
Betreuer: Dr. Michael Höding
Thema: "Zum Ziel so schnell wie möglich"

MINT II Schülerpraktikum:

Linus Böhm (Schüler, 12. Klasse)
Betreuung vom 01.08. - 30.09.2018
Betreuer: Dr. Michael Höding
Thema: "Zum Ziel so schnell wie möglich"

Johannes Tschapka (Schüler, 12. Klasse)
Betreuung vom 03.08. - 30.09.2018
Betreuer: Dr. Michael Höding
Thema: "Zum Ziel so schnell wie möglich"

5. Kooperationen

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

6. Forschungsprojekte

Projektleitung:	Prof. Dr. Volker Kaibel
Projektbearbeitung:	Mirjam Friesen
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2014 - 31.12.2018

Erweiterte Formulierungen in der Kombinatorischen Optimierung

Die meisten für die kombinatorische Optimierung relevanten Polytope haben exponentiell in der Größe der Problem Instanz viele Facetten, so dass für den linearen Optimierungsansatz exponentiell viele Nebenbedingungen beachtet werden müssen. Das Konzept der erweiterten Formulierungen erlaubt es, Polytope als affine Projektionen höher-dimensionaler, aber wesentlich einfacher zu beschreibender Polyeder darzustellen. Das Ziel dieses Projekts ist, das grundlegende Verständnis des Konzepts der erweiterten Formulierungen signifikant zu verbessern und neue Methoden sowohl für die Konstruktion als auch für die Bestimmung unterer Schranken an die kleinste mögliche Größe solcher Formulierungen zu entwickeln.

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 Medizinern 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 Entscheidung 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 Horizont 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 - 30.09.2019

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
Kooperationen: mathe.medical GmbH
Förderer: EU - ERC HORIZONT 2020 - 01.10.2016 - 31.03.2018

ERC Proof of Concept Grant ISITFLUTTER: diagnosis app for regular aTrial arrhythmia like Flutter

Optimierung zur Diagnose von Herzrhythmusstörungen

Innerhalb des ERC Grant Projektes MODEST arbeiten wir an einer neuen Methode zur EKG Diagnose, die auf mathematischer Optimierung beruht. So ist es selbst für Experten oftmals schwierig, unregelmäßige EKGs zuverlässig zu diagnostizieren. Dieses ist aber von großer Relevanz, da unterschiedliche Behandlungsstrategien (Ablation oder medikamentös) resultieren. Der von uns patentierte Algorithmus hat dagegen in einer umfangreichen klinischen Studie Bestwerte erzielt.

Er basiert auf einer inversen Fragestellung: wie gut lässt sich ein mathematisches Modell, das ein reguläres Eingangssignal (also gerade kein Vorhofflimmern), dafür aber unregelmäßige Überleitungen im sogenannten AV-Knoten abbildet, an die konkreten Messwerte aus dem EKG anpassen? Wenn dies sehr gut gelingt, dann interpretieren wir dies als eine Indikation dafür, dass kein Vorhofflimmern vorliegt. Ein großer Vorteil unseres Ansatzes ist, dass er allein auf den R-Zacken, also den gut erkennbaren großen Ausschlägen im EKG resultiert. Damit entfällt die Abhängigkeit von den oft verrauschten kleineren Zacken, unter der konkurrierende Ansätze leiden.

Wir haben eine App entwickelt, die die Zeitpunkte der großen Zacken automatisch aus einem fotografierten EKG oder aber aus den Pieptönen eines Herzmonitors rekonstruiert, und aufgrund dieser Zeitreihe eine Diagnose erstellt.

Ziel des Projektes isitFlutter ist es, die Marktfähigkeit dieser App zu evaluieren, die diese innovative Methode zur Entscheidungsunterstützung in die klinische Praxis bringt. Hierzu gehört die Klärung von patentrechtlichen Aspekten, die Zulassung als medizinisches Produkt, die Weiterentwicklung der Benutzeroberfläche, und eine klinische Studie. Beteiligt sind das Universitäts-Spinoff mathe.medical GmbH und die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Das Projekt wird gefördert durch den Europäischen Forschungsrat (ERC) im EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont 2020 (Grant Agreement Nr. 727417).

Projektleitung: Prof. Dr. Sebastian Sager
Projektbearbeitung: Prof. Dr. Volker Kaibel, Jun.-Prof. 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 - Umwelt und Strategie
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 bestmöglicher 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 H₂-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 CO₂-Emissionszertifikaten, Preis der erzeugten chemischen Produkte).

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

7 Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Allahverdi, Ali; Pesch, Erwin; Pinedo, Michael; Werner, Frank

Scheduling in manufacturing systems: new trends and perspectives

International journal of production research - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 56.2018, 19, S. 6333-6335;
[Imp.fact.: 2.623]

Amaro-Ortega, Vidblain; Diaz-Ramirez, Arnaldo; Flores-Rios, Brenda Leticia; Gonzalez-Navarro, Fernando; Werner, Frank; Burtseva, Larysa

A scheduling extension scheme of the earliest deadline first policy for hard real-time uniprocessor systems integrated on POSIX threads based on linux

International journal of computer systems science & engineering - London: CRL, Bd. 33.2018, S. 31-40

Averkov, Gennadiy; Basu, Amitabh; Paat, Joseph

Approximation of corner polyhedra with families of intersection cuts

SIAM journal on optimization - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 28.2018, 1, S. 904-929;

Averkov, Gennadiy; Kaibel, Volker; Weltge, Stefan

Maximum semidefinite and linear extension complexity of families of polytopes

Mathematical programming: Series A, Series B : a publication of the Mathematical Programming Society - Berlin: Springer, Bd. 167.2018, 2, S. 381-394;

[Imp.fact.: 2.665]

Gholami, Omid; Sotskov, Yuri N.; Werner, Frank

A genetic algorithm for hybrid job-shop scheduling problems with minimizing the makespan or mean flow time

Journal of advanced manufacturing systems: JAMS - Singapore [u.a.]: World Scientific Publ, Bd. 17.2018, 4, S. 461-486;

Jung, Michal N.; Kirches, Christian; Sager, Sebastian; Sass, Susanne

Computational approaches for mixed integer optimal control problems with indicator constraints

Vietnam journal of mathematics: formerly Tp chí Toán hc (Journal of Mathematics) - Singapore: Springer, Bd. 46.2018, 4, S. 1023-1051;

Jäger, Willi; Phu, Hoang Xuan; Sager, Sebastian; Schlöder, Johannes P.

Preface: IWR Special Issue on Scientific Computing - dedicated to Hans Georg Bock on the occasion of his 70th Birthday

Vietnam journal of mathematics: formerly Tp chí Toán hc (Journal of Mathematics) - Singapore: Springer, Bd. 46.2018, 4, S. 717-721;

Le, Thuy T. T.; Jost, Felix; Raupach, Thomas; Zierk, Jakob; Rauh, Manfred; Suttorp, Meinolf; Stanulla, Martin; Metzler, Markus; Sager, Sebastian

A mathematical model of white blood cell dynamics during maintenance therapy of childhood acute lymphoblastic leukemia

Mathematical medicine and biology: a journal of the IMA - Oxford: Univ. Press, 2018;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.72]

Le, Thuy T. T.; Jost, Felix; Sager, Sebastian

Optimal control of vibration-based micro-energy harvesters

Journal of optimization theory and applications - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media, Bd. 179.2018, 3, S. 1025-1042;

[Imp.fact.: 1.234]

Lee, Jon; Skipper, Daphne; Speakman, Emily

Algorithmic and modeling insights via volumetric comparison of polyhedral relaxations
Mathematical programming: Series A, Series B : a publication of the Mathematical Programming Society -
Berlin: Springer, 2018, Series B, insgesamt 20 S.;
[Online first]
[Imp.fact.: 2.446]

Mariucci, Ester; Reiß, Markus

Wasserstein and total variation distance between marginals of Lévy processes
Electronic journal of statistics: EJS - Ithaca, NY: Cornell University Library, Bd. 12.2018, 2, S. 2482-2514;
[Imp.fact.: 1.106]

Nasiri, Mohammad Mahdi; Rahbari, Ali; Werner, Frank; Karimi, Roya

Incorporating supplier selection and order allocation into the vehicle routing and multi-cross-dock scheduling
problem
International journal of production research - London [u.a.]: Taylor & Francis, 2018;
[Online first]
[Imp.fact.: 2.325]

Sager, Sebastian

Optimierung und Klinische Entscheidungsunterstützung
Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung - Berlin: DMV, Bd. 26.2018, 2/3, S. 101-111;

Speakman, Emily; Lee, Jon

On branching-point selection for trilinear monomials in spatial branch-and-bound - the hull relaxation
Journal of global optimization: an international journal dealing with theoretical and computational aspects of
seeking global optima and their applications in science, management and engineering - Dordrecht [u.a.]: Springer
Science + Business Media B.V, insges. 25 S., 2018;
[Online first]
[Imp.fact.: 1.733]

Tetschke, Manuel; Lilienthal, Patrick; Pottgießer, Torben; Fischer, Thomas; Schalk, Enrico; Sager, Sebastian

Mathematical modeling of RBC count dynamics after blood loss
Processes: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 6.2018, 9, Art. 157, insgesamt 29 S.;
[Imp.fact.: 2.973]

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

Filling of irregular channels with round cross-section - modeling aspects to study the properties of porous
materials
Materials - Basel: MDPI, Vol. 11.2018, 10, Art. 1905, insgesamt 17 S.;
[Imp.fact.: 2.467]

Werner, Frank; Burtseva, Larysa; Sotskov, Yuri

Special issue on algorithms for scheduling problems
Algorithms - Basel, Vol. 11.2018, 6, Art. 87, insgesamt 4 S.;

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Gafarov, Evgeny; Werner, Frank

Minimizing total weighted tardiness for scheduling equal-length jobs on a single machine
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 15 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.06)

Gafarov, Evgeny; Werner, Frank

On an equipment heating scheduling problem

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 7 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.03);

Gafarov, Evgeny; Werner, Frank

Two-machine job-shop scheduling with one equal-length operation per job on each machine

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 10 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.06)

Ivanov, Dmitry; Sokolov, Boris; Werner, Frank; Dolgui, Alexandre

Proactive scheduling and reactive real time control in Industry 4.0 manufacturing systems

Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2018, 35 Seiten, Illustrationen, Tabellen - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2018,Nr.01);

[Literaturverzeichnis: Seite 28-31]

Sager, Sebastian

Optimization and clinical decision support

Optima: Mathematical Optimization Society newsletter - Philadelphia, Pa: Mathematical Optimization Society, 104, insges. 8 S., 2018;

Begutachtete Buchbeitraege

Lange, Julia; Werner, Frank

A permutation-based neighborhood for the blocking job-shop problem with total tardiness minimization

Operations Research Proceedings 2017: selected papers of the Annual International Conference of the German Operations Research Society (GOR), Freie Universität Berlin, Germany, September 6-8, 2017 - Cham: Springer International Publishing, S. 581-586, 2018;

[Konferenz: Annual International Conference of the German Operations Research Society (GOR), Berlin, Germany, September 6-8, 2017]

Herausgeberschaften

Werner, Frank; Burtseva, Larysa; Sotskov, Yuri

Algorithms for scheduling problems

Belgrade: MDPI, 2018, XIV, 194 Seiten, ISBN 978-3-03897-119-1;

[This is a reprint of articles from the Special Issue published online in the open access journal Algorithms (ISSN 1999-4893)]

Abstracts

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

An algorithm for mixed-integer optimal control of solar thermal climate systems with MPC-capable runtime

2018 European Control Conference (ECC): June 12-15, 2018, Limassol, Cyprus - Limassol, Cyprus, Paper ThA9.6;

[Konferenz: 2018 European Control Conference (ECC), June 12-15, 2018, Limassol, Cyprus]

Lizzaraga, M. L.; Buelna, A.; Diaz-Ramirez, Arnoldo; Amaro-Ortega, Vidblain; Kostikova, M. V.; Gonzalez-Navarro, Felix; Werner, Frank; Burtseva, Larysa

Modeling software for Industry 4.0

Zyryk naukovych prac za materialami miznarodui naukovo-practicnoi Internet-konferencii "Modeljuvannja ta informacijni tehnologiivnauci, technici ta osviti": 21-22 lystopada 2018 poku - Chakiv: Chadu, S. 13-15;

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

Analysis of particle collisions in restricted spaces using hard spheres and the method of molecular dynamics

Zyryk naukovych prac za materialami miznarodui naukovo-practicnoi Internet-konferencii "Modeljuvannja ta informacijni tehnologiivnauci, technici ta osviti": 21-22 lystopada 2018 poku - Chakiv: Chadu, S. 29-32;

Dissertationen

Abramchuk, Yauheniya; Kaibel, Volker [GutachterIn]

Undominated complexes of cut polytopes

Magdeburg, 2018, viii, 169 Seiten, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite 167-169]

Aydin, Erdal; Sundmacher, Kai [GutachterIn]; Sager, Sebastian [GutachterIn]

Tailored indirect algorithms for efficient on-line optimization of batch and semi-batch processes

Magdeburg, 2018, xx, 119 Seiten, Tabellen, Diagramme;

[Literaturverzeichnis: Seite 107-113]

Kehrle, Florian; Sager, Sebastian [GutachterIn]

Inverse simulation for cardiac arrhythmia

Magdeburg, 2018, VIII, 162 Seiten, Illustrationen, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 141-153]

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
Prof. Dr. Claudia Kirch
Prof. Dr. Rainer Schwabe - geschäftsführender Leiter

apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle
Dr. Heiko Großmann

2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Prof. Dr. Claudia Kirch
Prof. Dr. Rainer Schwabe

apl. Prof. Dr. Berthold Heiligers (extern)
apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

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): Prof. Dr. Claudia Kirch

- Zeitreihenanalyse
- Change-point-Analyse
- Resampling-Verfahren für Zeitreihen
- Statistische Methoden im Frequenzbereich
- Sequentielle Methoden
- Funktionale/Hochdimensionale Daten
- Bayessche semiparametrische Verfahren zur Zeitreihenanalyse

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

- Dr. Celine Duval, Universite Paris Descartes, France
- 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. Hernando Ombao, University of California, Irvine
- 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. 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. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Ulrike von Luxburg, Universität Tübingen, Germany

6. Forschungsprojekte

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

Teilnahme an dem GK Daedalus 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
Projektbearbeitung: M.Sc. 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
Kooperationen: Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universität Potsdam, Germany; Oleksandr Zadorozhnyi, Universität Potsdam, Germany
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 30.12.2018

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
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. James Cheshire, M.Sc. Maurilio Gutzeit, M.Sc. Joseph Lam, M.Sc. Andrea Locatelli, M.Sc. Anne Gael Manegueu
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 14.06.2019

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
Projektbearbeitung: M.Sc. Joseph Lam
Kooperationen: Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA
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
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 unbekannt 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
Förderer: Sonstige - 01.04.2015 - 31.12.2018

Die Verteilung einer nicht-parametrischen Teststatistik für den Erwartungswert.

Im nicht-parametrischen Modell mit n i.i.d. nicht negativen Zufallsvariablen wurde von Gaffke (2005) eine Teststatistik vorgeschlagen, die auch die Kontruktion einer unteren Konfidenzschranke für den Erwartungswert erlaubt. Immer noch offen ist die Frage, ob das nominelle Konfidenzniveau eingehalten wird. Äquivalent ist die Frage, ob die Verteilung der Teststatistik stochastisch größer (oder gleich) der Standard-Rechteck-Verteilung ist, unter jeder zu Grunde liegenden Verteilung mit Erwartungswert gleich 1. Es besteht einige numerische Evidenz, dass die Antwort positiv ist. Bewiesen ist aber wenig: Nur der Fall $n = 2$ (und der triviale Fall $n = 1$), sowie die asymptotische Aussage, dass für $n \rightarrow \infty$ die Verteilung der Teststatistik gegen die Standard-Rechteck-Verteilung konvergiert. Das erste Ziel des Projektes ist es, den Fall $n = 3$ zu beantworten.

Literatur:

Gaffke, N. (2005): Three test statistics for a nonparametric one-sided hypothesis on the mean of a nonnegative random variable.
Mathematical Methods of Statistics 14, 451-467.

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 $\{\emph{konzeptuell}\}$ 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 $\{\emph{endlichen}\}$ Versuchsbereichs, 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: Silke Weber, KIT; Idris Eckley, University of Lancaster, UK
Förderer: Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2018

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
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Dr. Patri-
cio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2018

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: 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 - 15.10.2021

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
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
Kooperationen: Dr. Stefanie Schwaar, ITWM Kaiserslautern
Förderer: Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2019

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

In this paper, 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. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: M.Sc. Alexander Meier
Kooperationen: Dr. Haeran Cho, University of Bristol, UK
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2018

Implementierung von Moving-Sum-Statistiken in einem R-Paket

Das Verständnis von Änderungen spielt eine wichtige Rolle in Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Medizin. Immer wenn für eine zeitliche Abfolge von Daten ein zeitstationäres Verteilungsmodell angenommen wird, ist es von naheliegender Interesse, eine Aussage über die Gültigkeit dieser Stationaritätsannahme anhand der beobachteten Daten zu treffen.

Ändern sich Verteilungsparameter zu einem bestimmten Zeitpunkt, so spricht man von einem Strukturbruch.

Die Strukturbruchanalyse liefert die mathematischen Verfahren zur Behandlung von Strukturbrüchen.

Von besonderer Relevanz ist hierbei das Problem der Detektion von multiplen Änderungen im Erwartungswert zu unbekanntem Zeitpunkten.

Einen eleganten mathematischen Ansatz für dieses Problem stellen die gleitenden Summen (engl. MOving SUM, MOSUM) dar.

Wir präsentieren das R-Paket `mosum` (verfügbar im Comprehensive R Archive Network, CRAN), in welchem verschiedene MOSUM-basierte statistische Verfahren und Algorithmen zur Strukturbruchanalyse umgesetzt sind.

Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung auf eine effiziente Implementierung gesetzt, um die für die Berechnungen benötigten Ressourcen zu minimieren.

Neben der Verwendung von C++ Code wurden hierfür Konzepte des Algorithm Engineering zur Konzeption und Umsetzung von effizienten Datenstrukturen zum Einsatz gebracht.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Silke Weber, KIT
Förderer: Haushalt - 01.01.2016 - 31.12.2018

Modified sequential change point procedures based on estimating, functions

A large class of sequential change point tests are based on estimating functions where estimation is computationally efficient as (possibly numeric) optimization is restricted to an initial estimation. This includes examples as diverse as mean changes, linear or non-linear autoregressive and binary models. While the standard cumulative-sum-detector (CUSUM) has recently been considered in this general setup, we consider several modifications that have faster detection rates in particular if changes do occur late in the monitoring period. More precisely, we use three different types of detector statistics based on partial sums of a monitoring function, namely the modified moving-sum-statistic (mMOSUM), Page's cumulative-sum-statistic (Page-CUSUM) and the standard moving-sum-statistic (MOSUM). The statistics only differ in the number of observations included in the partial sum. The mMOSUM uses a bandwidth parameter which multiplicatively scales the lower bound of the moving sum. The MOSUM uses a constant bandwidth parameter, while Page-CUSUM chooses the maximum over all possible lower bounds for the partial sums. So far, the first two schemes have only been studied in a linear model, the MOSUM only for a mean change. We develop the asymptotics under the null hypothesis and alternatives under mild regularity conditions for each test statistic, which include the existing theory but also many new examples. In a simulation study we compare all four types of test procedures in terms of their size, power and run length. Additionally we illustrate their behavior by applications to exchange rate data as well as the Boston homicide data.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: M.Sc. Alexander Alexander
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2016 - 31.12.2018

Ein nichtparametrischer Ansatz zur Bayesschen Zeitreihenanalyse

Die Bayessche Zeitreihenanalyse hat in den letzten Jahren große Beachtung in der Fachliteratur gefunden. Dennoch existieren nur wenige nichtparametrische Ansätze, insbesondere für multivariate Zeitreihen. Die meisten der etablierten Methoden basieren auf der Whittleschen Likelihood, welche die zweite Ordnungsstruktur einer stationären Zeitreihe durch die Spektraldichtematrix einbindet.

Letztere wird oft auf Ebene der Cholesky-Zerlegung modelliert, um positive Definitheit zu garantieren. Jedoch sind wichtige asymptotische Gütekriterien wie Konsistenz und ggf. Kontraktionsraten unter solchen a priori Verteilungen nicht bekannt.

Eine andere Idee besteht darin, die Spektraldichtematrix direkt mittels zufälligen Maßen zu modellieren. Wir verwenden eine Mischung von Beta-Dichten als Modellierungsansatz, mit matrixwertigen Mischungsgewichten, die durch ein vollständig zufälliges matrixwertiges Maß induziert werden.

Zur Konstruktion des vollständig zufälliges matrixwertiges Maßes verwenden wir eine unendlich teilbare matrixwertige Verallgemeinerung der Gamma-Verteilung.

Mittels optimierter Markov-Ketten-Monte-Carlo-Verfahren kann die Bayessche a posteriori Verteilung numerisch approximiert werden.

Während dieses Verfahren gute Ergebnisse auf simulierten und echten Datensätzen liefert, ist es uns auch möglich, Konsistenz nachzuweisen und Kontraktionsraten herzuleiten.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: Dipl.-Wirt.-Math. Christina Stöhr
Förderer: Haushalt - 01.04.2015 - 31.03.2018

Robuste Verfahren in der sequentiellen Change-Point Analyse basierend auf U-Statistiken

Change-Point Analyse dient dazu, Strukturbrüche in zeitlich geordneten Datensätzen zu erkennen. Hierzu gibt es die folgenden zwei Ansätze: Einerseits verwendet das a-posteriori (offline) Verfahren den vollständig beobachteten Datensatz zum Testen auf einen Change-Point. Andererseits gibt es das sequentielle (online) Verfahren, bei dem eine sogenannte Testperiode bekannt ist und darauf aufbauend neue Daten gesammelt werden. Nach jeder neuen Beobachtung wird erneut ein Test auf eine Strukturveränderung vorgenommen.

Die Entscheidung, ob eine Veränderung eingetreten ist oder nicht, wird mittels einer Teststatistik gefällt. Ist diese größer als ein kritischer Wert, entdeckt der a-posteriori Test eine Veränderung. Im Falle des sequentiellen Verfahrens wird statt eines kritischen Wertes eine kritische Kurve verwendet. Sobald die Teststatistik über der kritischen Kurve liegt, stoppt das Verfahren und entdeckt eine Veränderung.

Robuste Verfahren in der Change-Point Analyse sind von großer Bedeutung, um auch beim Auftreten stark abweichender Beobachtungen. Solche Beobachtungen können beispielsweise durch schiefe Verteilungen, dicke Flanken oder Ausreißer verursacht werden. Insbesondere in der online Change-Point Analyse sind robuste Verfahren bedeutsam, da beispielsweise bei der Überwachung von Patienten- oder Maschinendaten bei Erkennung eines Strukturbruches schnell eingegriffen werden muss. Ist das verwendete Verfahren nicht robust, können Ausreißer in den Daten leicht einen falschen Alarm auslösen.

In diesem Projekt konstruieren wir robuste sequentielle Verfahren basierend auf U-Statistiken. Dazu muss zunächst die entsprechende Teststatistik konstruiert werden. Für diese Teststatistik werden dann die asymptotischen Verteilungen unter der Null- und Alternativhypothese hergeleitet. Aus den asymptotischen Verteilungen können schließlich die kritische Kurve sowie die Güte des Tests abgeleitet werden. Das Verhalten des Tests bei endlichen Stichproben wird mittels Simulationen untersucht.

Sequentielle Verfahren weisen grundsätzlich eine gewisse zeitliche Verzögerung in der Erkennung eines Strukturbruches auf, da nach der Änderung zunächst genügend Beobachtungen gesammelt werden müssen, um statistische Signifikanz zu erhalten. Diese zeitliche Verzögerung ist von großer Bedeutung, da insbesondere beim Einsatz sequentieller Verfahren zur Überwachung nach einem Strukturbruch möglichst schnell eingegriffen werden muss. Dazu leiten wir die asymptotische Verteilung der zugehörigen Stopzeit her.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: Dipl.-Wirt.-Math. Christina Stöhr
Kooperationen: Prof. Dr. John Aston, University of Cambridge
Förderer: Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2018

Erkennung von Änderungen in der Kovarianzstruktur funktionaler Zeitreihen mit Blick auf Daten der funktionellen Magnetresonanztomographie

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) wird eingesetzt, um Interaktionen zwischen verschiedenen Gehirnregionen zu analysieren. Die entsprechenden Aufnahmen können bezüglich gewisser Aufgaben oder Reize, aber auch in einem Ruhezustand gemacht werden. Letzteres wird durchgeführt, um Gehirnaktivitäten unabhängig von externen Einflussfaktoren analysieren zu können. Der Patient erhält dazu die Anweisung, während der Aufnahme an nichts zu denken und nicht einzuschlafen. Dies kann jedoch oft nicht eingehalten werden, sodass anschließende Analysen, welche auf der Stationaritätsannahme beruhen, verfälscht werden. Dazu haben J.A.D. Aston und C.Kirch 2012 bereits ein entsprechendes Testverfahren eingeführt, um Mittelwertänderungen in fMRT-Daten erkennen und korrigieren zu können. Wir sind nun daran interessiert, auch Änderungen in der Kovarianzstruktur zu detektieren. fMRT-Daten können als funktionelle Zeitreihen modelliert werden, wobei wir annehmen, dass die einzelnen Beobachtungen der Zeitreihe, d.h. das jeweils aufgenommene Bild zu einem bestimmten Zeitpunkt, als Funktion dargestellt werden können. Durch die Anwendung bestimmter Techniken zur Dimensionsreduktion erhalten wir eine multivariate Zeitreihe. Unter gewissen Voraussetzungen impliziert eine Änderung in der Kovarianzstruktur der funktionellen Zeitreihe auch eine Änderung in der Kovarianzstruktur der multivariaten Zeitreihe, welche sich aus der Dimensionsreduktion ergibt. Wir führen ein

asymptotisches Testverfahren ein, um solche Änderungen zu erkennen. Allerdings erfordert dies die Schätzung der Langzeitkovarianz, welche insbesondere für hohe Dimensionen im Vergleich zum Stichprobenumfang statistisch sehr instabil ist. Daher verwenden wir einen misspezifizierten Schätzer, welcher nur die Diagonalelemente, d.h. die Langzeitvarianzen schätzt. Die asymptotische Verteilung der Teststatistik hängt dann jedoch von unbekanntem Parametern ab, sodass Resampling-Verfahren eingesetzt werden müssen, um den kritischen Wert zu erhalten.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: M.Sc. Alexander Meier
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2016 - 31.12.2018

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. 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: M.Sc. Helmi Shat
Kooperationen: Prof. Dr. Gudrun Kiesmüller, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft
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: M.Sc. Frank Röttger
Kooperationen: JProf. Dr. Thomas Kahle, OVGU, 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: 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: 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: M.Sc. 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: 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: Dipl.-Math. Marius Schmidt
Kooperationen: Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden; Dr. Tobias Mielke, Ap-
tiv 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: M.Sc. Iyad About
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: M.Sc. 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: apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle
Förderer: Haushalt - 01.01.2016 - 31.12.2018

Unvollständige Instandhaltung in Abnutzungsprozessen

Es wird ein Wiener Prozess zur Modellierung des Abnutzungsverhaltens betrachtet. Ein Ausfall erfolgt, wenn der Abnutzungsprozess ein vorgegebenes Niveau erstmalig erreicht.

Zur Vermeidung von Ausfällen werden regelmäßig vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, die das Abnutzungslevel verringern. Im Projekt werden folgende Fragestellungen betrachtet;

- Einführung der Konzepte des virtuellen Alters und des Reparaturgrades, die bei der Betrachtung von vorbeugenden Instandhaltungen in der Lebensdaueranalyse von Systemen verwendet werden,
 - Einfluß der Instandhaltung auf die Lebensdauerverteilung,
 - Definition von Kostenfunktionen der vorbeugenden Instandhaltung in Abhängigkeit vom Reparaturgrad,
 - Kostenoptimale Instandhaltung.
-

Projektleitung: Dr. Heiko Großmann
Projektbearbeitung: M.Sc. Bairu Zhang
Förderer: Sonstige - 06.01.2014 - 06.01.2018

Funktionale Datenanalyse von Ganganalyse-Daten

Bestimmte neurologische Erkrankungen beeinträchtigen die Gehfähigkeit der betroffenen Individuen. In diesem Projekt werden Verfahren der funktionalen Datenanalyse entwickelt, um Daten zu analysieren, die mit Hilfe bildgebender Verfahren in einem Ganglabor bei Kindern und Jugendlichen erhoben werden. Im angewandten Teil des Projekts wird unter anderem untersucht, wie sich bestimmte medizinische Hilfsmittel (Orthesen) auf das Gehverhalten auswirken.

7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

- Prus, Maryna: , Session organizing: Experimental Design in Models with Random Parameters. Conference: Ninth International Workshop on Simulation (IWS 2018) 25.-29. Juni 2018, Barcelona, Spain.

- Prus, Maryna: Session organizing: Experimental Designs. Conference: International Conference on Trends and Perspectives in Linear Statistical Inference (LinStat'2018), 20.-24. August 2018, Bedlewo, Poland
- Rainer Schwabe: Organisation einer Sektion "Perspectives in Optimal Design of Experiments". Ninth International Workshop on Simulation (IWS 2018) 25.-29. Juni 2018, Barcelona.
- Elena Duarte. Thomas Kahle, Frank Röttger, Rainer Schwabe: Organisation eines Workshops "Complexity Reduction in Algebraic Statistics", 26.-27.11.2018, Magdeburg.
- Claudia Kirch: Section Organisation 'Time Series' (mit Jens-Peter Kreiss), German Open Conference on Probability and Statistics (Stochastiktag), Freiburg, 27. Februar - 2. März 2018.
- Claudia Kirch: Organisation der Session: Functional Data Analysis and Applications, 2018 IMS Annual Meeting on Probability and Statistics, Vilnius, 2.-6. Juli 2018.

8 Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Aston, John A. D.; Kirch, Claudia

High dimensional efficiency with applications to change point tests

Electronic journal of statistics: EJS - Ithaca, NY: Cornell University Library, Bd. 12.2018, 1, S. 1901-1947;
[Imp.fact.: 1.266]

Blanchard, Gilles; Carpentier, Alexandra; Gutzeit, Maurilio

Minimax euclidean separation rates for testing convex hypotheses in R^d

Electronic journal of statistics: EJS - Ithaca, NY: Cornell University Library, Bd. 12.2018, 2, S. 3713-3735;
[Imp.fact.: 0.814]

Carpentier, Alexandra; Kim, Arlene K. H.

An iterative hard thresholding estimator for low rank matrix recovery with explicit limiting distribution

Statistica Sinica - Taipei: Statistica Sinica, Institute of Statistical Science, Academia Sinica, Bd. 28.2018, 3, S. 1371-1393;
[Imp.fact.: 0.899]

Carpentier, Alexandra; Klopp, Olga; Löffler, Matthias; Nickl, Richard

Adaptive confidence sets for matrix completion

Bernoulli: official journal of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability - Aarhus, Vol. 24.2018, 4A, S. 2429-2460;

Eichinger, Birte; Kirch, Claudia

A MOSUM procedure for the estimation of multiple random change points

Bernoulli: official journal of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability - Aarhus, Bd. 24.2018, 1, S. 526-564;

Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer

Quasi-Newton algorithm for optimal approximate linear regression design: Optimization in matrix space

Journal of statistical planning and inference: JSPI - Amsterdam: North-Holland Publ. Co, Bd. 198.2019, S. 62-78, 2018;
[Imp.fact.: 0.858]

Großmann, Heiko

A practical approach to designing partial-profile choice experiments with two alternatives for estimating main effects and interactions of many two-level attributes

Journal of choice modelling - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2018;

[Online first]

[Imp.fact.: 0.78]

Harman, Radoslav; Prus, Maryna

Computing optimal experimental designs with respect to a compound Bayes risk criterion

Statistics & probability letters - Amsterdam: Elsevier Science, Bd. 137.2018, S. 135-141;

[Imp.fact.: 0.54]

Henze, N.; Kirch, Claudia; Meintanis, S. G.

Special Issue with papers from the 3rd workshop on Goodness-of-fit and change-point problems

Metrika: international journal for theoretical and applied statistics - Berlin: Springer, Bd. 81.2018, 6, S. 587-588;

[Imp.fact.: 0.948]

Jomaa, Seifeddine; Aboud, Iyad; Dupas, Rémi; Yang, Xiaoqiang; Rozemeijer, Joachim; Rode, Michael

Improving nitrate load estimates in an agricultural catchment using Event Response Reconstruction

Environmental monitoring and assessment: an international journal devoted to progress in the use of monitoring data in assessing environmental risks to man and the environment - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, 2018;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.804]

Kirch, Claudia; Edwards, Matthew C.; Meier, Alexander; Meyer, Renate

Beyond whittle: nonparametric correction of a parametric likelihood with a focus on Bayesian time series analysis
Bayesian analysis - Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon Univ, insges. 37 S., 2018;

Kirch, Claudia; Weber, Silke

Modified sequential change point procedures based on estimating functions
Electronic journal of statistics: EJS - Ithaca, NY: Cornell University Library, Bd. 12.2018, 1, S. 1579-1613;
[Imp.fact.: 1.106]

Maier, Oliver; Györfi, Benedikt; Wrede, Jürgen; Kasper, Roland

Design and validation of a multi-body model of a front suspension bicycle and a passive rider for braking dynamics investigations
Multibody system dynamics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 42.2018, 1, S. 19-45;
[Imp.fact.: 1.389]

Prus, Maryna

Various optimality criteria for the prediction of individual response curves
Statistics & probability letters - Amsterdam: Elsevier Science, 2018;
[Online first]
[Imp.fact.: 0.54]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Achdou, Juliette; Lam, Joseph C.; Carpentier, Alexandra; Blanchard, Gilles

A minimax near-optimal algorithm for adaptive rejection sampling
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 32 S., 2018;

Asto, John A. D.; Kirch, Claudia

Efficiency of change point tests in high dimensional settings
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 37 S., 2018;

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

Optimal designs for the generalized partial credit model
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 36 S., 2018;

Carpentier, Alexandra; Collier, Olivier; Comminges, Laetitia; Tsybakov, Alexandre B.; Wang, Yuhao

Minimax rate of testing in sparse linear regression
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 18 S., 2018;

Carpentier, Alexandra; Delattre, Sylvain; Roquain, Etienne; Verzelen, Nicolas

Estimating minimum effect with outlier selection
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 70 S., 2018;

Carpentier, Alexandra; Duval, Céline; Mariucci, Ester

Total variation distance for discretely observed Lévy processes : a Gaussian approximation of the small jumps
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 32 S., 2018;

Carpentier, Alexandra; Verzelen, Nicolas

Adaptive estimation of the sparsity in the Gaussian vector model
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 76 S., 2018;

Freise, Fritjof; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer

Optimal designs for two-level main effects models on a restricted design region
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 18 S., 2018;

Freise, Fritjof; Schwabe, Rainer

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

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2018, Artikel 1811.12853, insgesamt 16 Seiten;

Graßhoff, Ulrike; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer

D-optimal design for the rasch counts model with multiple binary predictors

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 13 S., 2018;

Kirch, Claudia; Edwards, Matthew C.; Meier, Alexander; Meyer, Renate

Beyond whittle: nonparametric correction of a parametric likelihood with a focus on Bayesian time series analysis

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 34 S., 2018;

Meier, Alexander; Kirch, Claudia; Meyer, Renate

Bayesian nonparametric analysis of multivariate time series - a matrix gamma process Approach

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 40 S., 2018;

Nyarko, Eric; Schwabe, Rainer

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

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 14 S., 2018;

Prus, Maryna

Optimal designs for minimax-criteria in random coefficient regression models

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 8 S., 2018;

Prus, Maryna

Optimal designs in multiple group random coefficient regression models

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 17 S., 2018;

Prus, Maryna; Benda, Norbert; Schwabe, Rainer

Optimal design in hierarchical models with application in multi-center trials models

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 9 S., 2018;

Radloff, Martin; Schwabe, Rainer

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k-dimensional ball

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 14 S., 2018;

Radloff, Martin; Schwabe, Rainer

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k-dimensional ball with applications to logit and probit models

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 11 S., 2018;

Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer

Optimal designs for poisson count data with gamma block effects

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 19 S., 2018;

Begutachtete Buchbeitraege

Carpentier, Alexandra; Klopp, Olga; Löffler, Matthias

Constructing confidence sets for the matrix completion problem

Nonparametric statistics: 3rd ISNPS, Avignon, France, June 2016 - Cham: Springer International Publishing, 2018;

[Konferenz: 3rd Conference of the International Society for Nonparametric Statistics, ISNPS, Avignon, France, June 11-16, 2016]

Dietrich, Stephanie; Kahle, Waltraud

Optimal maintenance for systems with two failure types

Reliability engineering: theory and applications - Boca Raton: Taylor & Francis, a CRC title, part of the Taylor & Francis imprint, a member of the Taylor & Francis Group, the academic division of T&F Informa, plc, S. 1-15, 2018

Nicht begutachtete Buchbeiträge

Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra

Adaptivity to smoothness in X-armed bandits

Conference on Learning Theory: 6-9 July 2018 : [proceedings]- [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: PMLR, S. 1463-1492 - (Proceedings of machine learning research; volume 75);

[Konferenz: 31st Annual Conference on Learning Theory, COLT 2018, Stockholm, 6-9 July 2018]

Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra; Kpotufe, Samory

An adaptive strategy for active learning with smooth decision boundary

Algorithmic Learning Theory 2018: 7-9 April 2018 : [proceedings]- [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: PMLR, S. 547-571; proceedings.mlr.press/v83/locatelli18a.html;

[Konferenz: Algorithmic Learning Theory 2018, Lanzarote, Spain, 7-9 April 2018]

Abstracts

Gaffke, Norbert

A Quasi-Newton algorithm for optimal approximate linear regression design

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 37-38;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Harman, Radoslav; Prus, Maryna

Computing optimal experimental designs with respect to a compound Bayes risk criterion

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 46;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Prus, Maryna

Optimal designs for minimax criteria in random coefficients regression models

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 101;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Radloff, Martin; Schwabe, Rainer

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k on the k-dimensional ball

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 102-103;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Röttger, Frank; Kahle, Thomas; Schwabe, Rainer

Geometry of parameter regions for optimal designs

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 107-108;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer

Optimal designs for count data with random parameters

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 118-119;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Schwabe, Rainer; Freise, Fritjof; Idais, Osama I. O.; Nyarko, Eric; Radloff, Martin; Schmidt, Dennis

The revival of reduction principles in the generation of optimal designs for non-standard situations

IWS 2018: 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 120-121;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

Dissertationen

Meier, Alexander; Kirch, Claudia [GutachterIn]; Meyer, Renate [GutachterIn]

A matrix Gamma process and applications to Bayesian analysis of multivariate time series

Magdeburg, 2018, 185 Seiten, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite [179]-185]