MATH FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Forschungsbericht 2023

Fakultät für Mathematik

FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

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

1. LEITUNG

Prof. Dr. Alexander Pott (Dekan)
Prof. Dr. Miles Simon (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

Der vorliegende Forschungsbericht zeigt eindrucksvoll die Forschungsleistung der Fakultät. Forschungsstärke manifestiert sich an vielen verschiedenen Indikatoren, z.B. Publikationen in hochrangigen Zeitschriften, Promotionen, Drittmittel und (internationale) Kooperationen.

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

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

bestimmt.

Das Herausheben bestimmter Forschungsaktivitäten im Vorwort könnte leicht zu Missverständnissen führen, indem andere, nicht erwähnte Leistungen als weniger wichtig erscheinen. In der Mathematik manifestiert sich die Bedeutung vieler Ergebnisse oft erst nach einigen Jahren, und selbst dann werden sie möglicherweise zunächst nur von einer kleinen Gruppe von Experten wahrgenommen.

Aus diesem Grund möchten wir an dieser Stelle lediglich auf zwei Ereignisse hinweisen. Diese Auswahl begründet sich darin, dass sie im Jahr 2023 über die Grenzen der Universität hinaus Aufmerksamkeit in der wissenschaftlich interessierten Öffentlichkeit von Sachsen-Anhalt erregt haben:

Professor Dr. rer. nat. habil. Sebastian Sager, Mathematiker und Professor an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, wurde zum Max Planck Fellow ernannt und hat seit dem 1. Oktober 2023 für fünf Jahre die Leitung der Forschungsgruppe "Mathematische Optimierung und Maschinelles Lernen" am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg übernommen. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit liegt auf der anwendungsgetriebenen Entwicklung von Methoden der Modellierung, Simulation und Optimierung, insbesondere im Hinblick auf die nachhaltige chemische Produktion und die Algorithmik.

Des Weiteren haben die Mathematiker Carolin Mehlmann und Thomas Richter von der Universität

Magdeburg eindrucksvoll demonstriert, dass Mathematik auch in den entlegensten Regionen der Erde eine bedeutende Rolle spielt. Die beiden Forscher verbrachten acht Wochen auf dem Forschungsschiff "Polarstern" in der Arktis, wo sie bis an den Nordpol fuhren und an einem Projekt zum Meereis arbeiteten. Ihr Ziel war es, marginale Eiszonen mathematisch zu modellieren, um die Klimamodelle zu verbessern. Nach ihrer Rückkehr haben Carolin Mehlmann und Thomas Richter der breiten Öffentlichkeit und Schüler*innen ihre Forschungsergebnisse im Rahmen des Themenjahres "Klima" nähergebracht.

Diese beiden Ereignisse verdeutlichen, dass Mathematik nicht nur abstrakte Theorien umfasst, sondern auch ganz konkrete Anwendungen in hochaktuellen und gesellschaftlich relevanten Bereichen wie Nachhaltigkeit und Klimawandel bietet. Die FMA ist stolz darauf, Teil dieses interdisziplinären Dialogs zu sein und die Bedeutung der Mathematik in diesen zukunftsweisenden Themenbereichen hervorzuheben.

Zudem haben wir mit unserer Ausstellung "Mathematik zum Anfassen" in der Festung Mark (vom 06. bis 24. März) erfolgreich Aufmerksamkeit für das faszinierende Fach Mathematik geschaffen. Wir sind der festen Überzeugung, dass die Gesellschaft das Recht hat, kontinuierlich über die Qualität und Bedeutung unserer Forschungsleistungen informiert zu werden. Diese Publikation trägt dazu bei, dieses Ziel auf nachdrückliche Weise zu erreichen. Die Ausstellung und die begleitenden Vorträge haben auch Zielgruppen erreicht, die vermutlich nicht zu den Lesern dieses Berichts gehören. Daher verdienen sie in einem Forschungsbericht ebenso Anerkennung und Erwähnung.

4. VERÖFFENTLICHUNGEN

HABILITATIONEN

Prus, Maryna; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Optimal experimental designs in multiple-group mixed models
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Habilitationsschrift Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023 Kumulative Habilitationsschrift, 1 Online-Ressource (verschiedene Blattzählung, 1,92 MB) ;
[Literaturangaben][Literaturangaben]

DISSERTATIONEN

Ardalani, Ali; Pott, Alexander [AkademischeR BetreuerIn]; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]
Contributions to the theory of Costas arrays
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xiii, 147 Seiten, 10,24 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 141-147]

Frede, Jonas; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]
Cyclic transversal polytopes
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (I, 138 Seiten, 685.07 kB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 135-138]

Judakova, Gozel; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]
A locally modified finite element method for two-phase flow problems
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (iv, 111 Seiten, 7,44 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 103-111]

Karachalios, Dimitrios S.; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]; Gosea, Ion Victor [AkademischeR BetreuerIn]
Data-driven system reduction and identification from input-output time-domain data with the Loewner framework
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xxvi, 209 Seiten, 12,72 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 185-200][Literaturverzeichnis: Seite 185-200]

Soszyńska, Martyna; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]
Temporal multiscale simulations for multiphysics problems
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (vi, 138 Seiten, 1,52 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 133-138]

Wegner, Lea; Wendler, Martin [AkademischeR BetreuerIn]; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]
U-statistics for detecting and estimating changes in weakly dependent functional data
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (126 Seiten, 1,85 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 121-126]

Yaghi, Hazem; Warnecke, Gerald [AkademischeR BetreuerIn]
Analytical and numerical studies of Riemann problems for a multiphase mixture model
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (viii, 124 Seiten, 1,5 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 119-124]

INSTITUT FÜR ALGEBRA UND GEOMETRIE

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

1. LEITUNG

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

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

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

3. FORSCHUNGSPROFIL

Algebra
Kommutative Algebra
Mathematische Methoden in der Biologie
Algebraische Statistik
Algebraische Kombinatorik

Didaktik der Mathematik
Analyse von Bildungsentscheidungen und Bildungsübergängen beim Wechsel von Institutionen
Beschreibungen von Lehr-Lern-Prozessen und von Entwicklungsverläufen
Identifizierung von Bedingungsfaktoren für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse
Förderung von Modellierungskompetenzen durch Experimentieren

Diskrete Mathematik
Differenzmengen
Endliche Körper
Äquivalenz von Funktionen
Projektive Ebenen und Designs

Geometrie
Metrische Räume nicht-positiver Krümmung
geometrische Gruppentheorie

Gebäude und deren Anwendungen
geometrische Darstellungstheorie
algebraische Kombinatorik

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

Mitarbeit in Editorial Boards

- Prof. Dr. Thomas Kahle (Hrsg.): Algebraic Statistics
- Prof. Dr. Thomas Kahle (Mitglied Editorial Board): Journal of Software for Algebra and Geometry
- Prof. Dr. Alexander Pott: Advances in Mathematics of Communications
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. Alexander Pott: Cryptography and Communications
- Prof. Dr. Petra Schwer: Innovations in Incidence Geometry
- 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 (A. Pott, W. Meidl, A. Polujan)
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Cleveland State University (B. Nill, I. Soprunov)
- Freie Universität Berlin (A. Constantinescu, Ch. Haase, Th. Kahle, B. Nill)
- Goethe-Universität Frankfurt (T. Kahle, R. Sanyal)
- Haverford College (E. Milicevic, P. Schwer)
- HTW Berlin (C. Conradi, Th. Kahle)
- IPN Kiel (A. Heinze, I. Neumann, St. Rach-Ufer, T. Rolfes, D. Sommerhoff)
- Karlsruher Institut für Technologie (A. Karrer, P. Schwer, A. Voigt)
- KIT (A. Voigt, P. Schwer)
- LMU München (T. Kosiol, St. Rach, St. Ufer)
- Middle East Technical University, Ankara (F. Özbudak, A. Pott)
- Philipps-Universität Marburg (Th. Bauer, St. Rach)
- RICAM Linz (W. Meidl, A. Pott, A. Winterhof)
- Ruhr-Universität Bochum (T. Kahle, St. Rach-Ufer, K. Rolka, C. Stump)
- Sabanci University Istanbul (N. Anbar, A. Pott, W. Meidl, M. Lavranow, A. Polujan)
- Simon Fraser University, Vancouver (J. Jedwab, A. Pott, Sh. Li)
- Sydney Mathematics Research Institute (B. Nill, A. Stapledon)
- Technische Universität Berlin
- Universidad de Cantabria (B. Nill, F. Santos)
- University of Florida (A. Polujan, L. Kölsch)
- University of Koper (E. Pasalic, A. Pott)
- University of Nottingham (J. Hofscheier, A. Kasprzyk, B. Nill)
- University of Sydney (Y. Naqvi, P. Schwer, A. Thomas)
- Universität Bielefeld - Prof. Dr. Christopher Voll

- Universität Genua (A. Conca, Th. Kahle, M. Varbaro)
- Universität Hamburg (St. Rach, J. Retelsdorf)
- Universität Osnabrück (T. Kahle, T. Römer)
- Universität Rostock (E. Müller-Hill, St. Rach)
- Universität Rostock (G. Kyureghyan, A. Pott, A. Polujan)
- Université Jean Monnet Saint-Etienne (St. Gaussent, P. Schwer)
- WWU Münster (L. Kramer, St. Rach, St. Schukajlow, P. Schwer)

5. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Kahle
Projektbearbeitung: Tabea Krause
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2023 - 30.09.2026

Algebraische Methoden in der Spieltheorie

Es werden verschiedene Polytope untersucht, die Einsichten in die Existenz und Lage verschiedener Equilibria in der Spieltheorie geben. Dazu werden Ergebnisse von Aumann zu correlated equilibria geometrisch interpretiert und dann verallgemeinert auf kompliziertere Spiele mit mehr als 2 Spielern und vielfältigen Strategien. Promotion im Rahmen des DFG-GRK MathCoRe.

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Kahle
Projektbearbeitung: Xiangying Chen
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2020 - 31.10.2023

Geometrie der Gaussoide

In diesem Projekt werden Gaussoide geometrisch untersucht. Für Matroide gibt es eine reichhaltige Theorie, die auf den Einbettungen der Grassmannschen Mannigfaltigkeit beruht. Es wird untersucht, inwieweit sich eine Analogie für Gaussoide mit Hilfe der Lagrange-Grassmannschen Mannigfaltigkeit aufbauen lässt. Dabei wird Typ-B Kombinatorik und eine Verbindung zu Coxetermatroiden eine wichtige Rolle spielen.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Thomas Kahle
Projektbearbeitung: Philip Dörr
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2023

Extremwerttheorie in der Kombinatorik

In diesem Promotionsprojekt werden Techniken der Extremwerttheorie auf Zufallsvariablen der Kombinatorik angewendet. Eine wichtige Beispielklasse sind Maxima von Coxetergruppenstatistiken, insbesondere Abstiege in der symmetrischen Gruppe.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Projektbearbeitung: Dr. Paul Görlach
Förderer: Haushalt - 01.01.2021 - 31.12.2024

Struktur von Gitter-aufspannenden Gitterpolytopen

Gitterpolytope tauchen an vielen Stellen in algebraischer und diskreter Geometrie und Kombinatorik natürlich auf. Typische Beispiele sind dabei Gitter-aufspannende (oder stärker sogenannte "trennende") Gitterpolytope, die sich in vielerlei Hinsicht "gutartig" verhalten. In diesem Projekt gehen wir der Frage nach, inwieweit eine allgemeines Strukturresultat für diese große Klasse von Gitterpolytopen existieren könnte.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Kooperationen: Dr. Johannes Hofscheier (University of Nottingham); Ivan Soprunov (Cleveland State University)
Förderer: Haushalt - 01.10.2020 - 31.12.2024

Vermutungen über den Grad und gemischten Grad von Gitterpolytopen

Der Grad eines Gitterpolytopes beschreibt die Komplexität eines Gitterpolytopes als Grad des Ehrhart-h*-Polynoms. Diese Definition wurde kürzlich zum gemischten Grad einer Familie von Gitterpolytopen erweitert. Ist es möglich Familien von Gitterpolytopen von kleinem gemischtem Gittergrad qualitativ zu beschreiben? In diesem Projekt untersuchen wir eine konkrete Vermutung dazu in wichtigen Fällen.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Projektbearbeitung: Sebastian Debus, Andreas Kretschmer
Förderer: Haushalt - 01.12.2022 - 31.12.2023

Symmetrische Ideale und Polytope

In diesem Projekt sollen mit Hilfe aktueller Software und Methodik z.B. aus dem Bereich der semidefiniten Programmierung polynomielle Gleichungssysteme mit Symmetrien untersucht werden. Dies betrifft konkrete offene Fragen zu Hilbert-Schemata und Polytopen, die von Interesse in Algebra und Kombinatorik sind.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Projektbearbeitung: Andreas Kretschmer
Förderer: Haushalt - 01.01.2021 - 31.12.2023

Komplexitätsreduktion von Gorensteinpolytopen

Gorensteinpolytope sind faszinierende Objekte, die ganz ähnlich wie die berühmten Platonischen Körper eine wunderschöne Symmetrie erfüllen. Sie tauchen sowohl in der kommutativen Algebra als auch in der theoretischen Physik auf. Wir untersuchen, inwieweit hoch-dimensionale Gorensteinpolytope von kleiner Komplexität sich in niedrig-dimensionale Gorensteinpolytope zerlegen lassen.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Projektbearbeitung: Andreas Kretschmer
Kooperationen: Alan Stapledon (Sydney Mathematics Research Institute)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2020 - 31.08.2023

Varianten und Verfeinerungen von Ehrhart-theoretischen Invarianten

Das Ehrhartpolynom zählt die Anzahl Gitterpunkte in Vielfachen eines Gitterpolytopes. Schreibt man dieses in einer Binombasis, erhält man die Koeffizienten des h*-Polynoms. Motiviert durch Beziehungen zur algebraischen und tropischen Geometrie, der mirror symmetry und der enumerativen Kombinatorik sollen Varianten und Verfeinerungen davon, wie z.B. das lokale h*-Polynom, näher untersucht werden.

Projektleitung: Dr. Alexandr Polujan
Projektbearbeitung: Prof. Dr. Philippe Langevin
Förderer: Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

Computergestützte Klassifizierung perfekter nichtlinearer Funktionen

Im Projekt "Computergestützte Klassifizierung perfekter nichtlinearer Funktionen" wenden wir die Werkzeuge von Computeralgebrasystemen an, um die vollständige Klassifizierung Boolescher und vektorieller Boolescher Funktionen mit außergewöhnlichen Differentialeigenschaften zu erhalten.

Projektleitung: Dr. Alexandr Polujan, Prof. Dr. Lukas Kölsch
Förderer: Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

Perfekte nichtlineare Funktionen und ihre Werteverteilungen

In diesem Projekt untersuchen wir theoretisch, wie Ausgabewerte wohldefinierter Klassen perfekter nichtlinearer Funktionen zwischen ihren Eingabewerten verteilt sind. Das Projekt wird gemeinsam mit Prof. Dr. Lukas Kölsch von der University of South Florida, USA durchgeführt.

Projektleitung: Dr. Alexandr Polujan
Projektbearbeitung: Prof. Dr. Enes Pasalic
Förderer: Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

Neue Konstruktionsmethoden der Booleschen Bentfunktion

In diesem Projekt schlagen wir neue theoretische Konstruktionsmethoden der Booleschen Bentfunktionen sowie Lösungen für das Klasseninklusionsproblem für die bekannten unendlichen Familien und generischen Konstruktionen von Bentfunktionen vor.

Projektleitung: Prof. Dr. Stefanie Rach
Kooperationen: Universität Potsdam, Potsdam, Sebastian Geisler
Förderer: Sonstige - 01.08.2022 - 31.07.2025

Experimentieren zur Förderung von Modellierungskompetenzen und Motivation in Mathematik

Validierungskompetenzen und Motivation für Mathematik zu entwickeln, sind zwei Schlüsselfaktoren für erfogreichen Mathematikunterricht. Inwieweit Experimente zur Entwicklung beitragen können, ist Thema dieses Projektes. In einem experimentellen Design wird in 10. Klassen untersucht, unter welchen Bedingungen das Experimentieren lernförderlich ist.

Projektleitung: Prof. Dr. Stefanie Rach
Projektbearbeitung: Dr. Kolja Pustelnik
Kooperationen: Daniel Sommerhoff, IPN Kiel; Stefan Ufer, LUM MÜnchen
Förderer: Haushalt - 01.08.2018 - 31.07.2024

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 vom IPN Kiel und Stefan Ufer von der LMU München bearbeitet.

Projektleitung: Prof. Dr. Stefanie Rach
Kooperationen: Universität Marburg, Marburg, Thomas Bauer; Universität Würzburg, Würzburg, Silke Neuhaus-Eckhardt; Universität Rostock, Rostock, Eva Müller-Hill
Förderer: Haushalt - 01.03.2018 - 30.09.2023

Beweisverständnis durch Illustration am Beispiel

Das Lesen und Verstehen von Beweisen ist eine wichtige Aktivität beim Lernen von Mathematik. Gerade zu Studienbeginn haben insbesondere Lehramtsstudierende große Schwierigkeiten mit dem Verstehen von Beweisen, so dass Unterstützungsangebote z. B. in Form von Beispielnutzung, als notwendig erscheinen. Wie diese Unterstützungsangebote lernförderlich umgesetzt werden können, wird in diesem Projekt untersucht.

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Schwer
Förderer: Haushalt - 01.08.2022 - 31.12.2025

Profinite rigidity of reflection groups

Profinite rigidity asks to determine a group by its finite quotients. This concept is classical in group theory and many results in this direction are known. Geometric group theory has picked up on this notion in recent years. We aim to study profinite rigidity for abstract reflection groups.

Projektleitung: Anna Michael, Prof. Dr. Petra Schwer
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2021 - 30.09.2024

Algorithmische Eigenschaften schon Coxeter Schatten

Shadows in Coxeter groups are a well established tool which helps to characterize non-emptiness of double coset intersections in algebraic groups having these Coxeter groups as affine Weyl groups. These intersections in tern are relevant in the context of representation theory or in the study of non-emptiness and dimensions of certain varieties associated to the affine flag variety and affine Grassmannian. This project aims to find closed formulas for and a better algorithmic understanding of shadows.

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Schwer
Förderer: Haushalt - 01.01.2022 - 31.12.2023

Geometry of conjugation

The conjugacy problem is one of Dehn's three classical problems in group theory. It asks to determine whether or not tow given elements in a group are conjugate. In this project we solve this problem and characterize the full conjugacy class of elements in split subgroups of the full isometry group of the n-dimensional real affine space.

Projektleitung: Prof. Dr. Linus Kramer, Prof. Dr. Petra Schwer
Kooperationen: WWU Münster, Linus Kramer
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2020 - 30.09.2023

A unified approach to symmetric spaces of noncompact type and euclidean buildings

The aim of the project is to provide a uniform framework which allows us to treat Riemannian symmetric spaces of noncompact type and
Euclidean buildings on an equal footing. We will in particular consider
the question of the extension of automorphisms at infinity,
filling properties of S-arithmetic groups, and Kostant Convexity
from an unified viewpoint.

Projektleitung: Marco Lotz, Prof. Dr. Petra Schwer
Förderer: Haushalt - 01.04.2019 - 30.09.2023

Spiegelungslänge in nicht-affinen Coxetergruppen

This project aims to study reflection length in infinite, on-affine Coxeter groups. The goal is to find sequences of elements of growing reflection length, to describe the distribution of a fixed reflection length in hyperbolic space and to prove estimates of reflection length for a given S-length.

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Schwer
Förderer: Haushalt - 01.04.2022 - 31.03.2023

Isomorphism problem for Coxeter groups

In this project we introduce the galaxy of Coxeter groups - an infinite dimensional, locally finite, ranked simplicial complex which captures isomorphisms between Coxeter systems. In doing so, we would like to suggest a new framework to study the isomorphism problem for Coxeter groups. We prove some structural results about this space, provide a full characterization in small ranks and propose many questions. In addition we survey known tools, results and conjectures. Along the way we show profinite rigidity of triangle Coxeter groups - a result which is possibly of independent interest.

6. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

Thomas Kahle (Magdeburg): "SIAM Konferenz zur angewandten Algebraischen Geometrie (AG23)", 10.-14.07.2023, Eindhoven (NL)

Stefanie Rach (Magdeburg), Christine Bescherer (Ludwigsburg), Angela Schmitz (Köln): "Arbeitskreis Hochschulmathematikdidaktik", 17.11.2023, online

Thomas Kahle (Magdeburg); Mathias Drton (München); Seth Sullivant (Raleigh); Caroline Uhler (Zürich/Cambridge): "Algebraic Structures in Statistical Methodology", 04. - 10.12.2022, Oberwolfach

Thomas Kahle (Magdeburg); Martina Juhnke-Kubitzke (Osnabrück); Raman Sanyal (Frankfurt); Christian Stump (Bochum): "Combinatorial Coworkspace", 19. - 27.03.2022, Kleinwalsertal (Österreich)

Alexander Pott (Magdeburg): "6th Irsee conference on Finite Geometry", 28.08. - 03.09.2022, Irsee

7. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Bapic, Amar; Pasalic, Enes; Polujan, Alexandr; Pott, Alexander
Vectorial Boolean functions with the maximum number of bent components beyond the Nybergs bound
Designs, codes and cryptography - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V . - 2023, insges. 22 S.
[Imp.fact.: 1.6]

Czerwinski, Ingo; Pott, Alexander
Sidon sets, sum-free sets and linear codes
Advances in mathematics of communications - Springfield, M. : AIMS . - 2023, insges. 18 S.
[Imp.fact.: 0.9]

Geisler, Sebastian; Rach, Stefanie; Rolka, Katrin
The relation between attitudes towards mathematics and dropout from university mathematics - the mediating role of satisfaction and achievement
Educational studies in mathematics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 112 (2023), Heft 2, S. 359-381
[Imp.fact.: 3.2]

Geisler, Sebastian; Rolka, Katrin; Rach, Stefanie
Development of affect at the transition to university mathematics and its relation to dropout - identifying related learning situations and deriving possible support measures
Educational studies in mathematics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 113 (2023), Heft 1, S. 35-56
[Imp.fact.: 3.2]

Hahn, Mirko; Leyffer, Sven; Sager, Sebastian
Binary optimal control by trust-region steepest descent
Mathematical programming - Berlin : Springer, Bd. 197 (2023), Heft 1, S. 147-190
[Imp.fact.: 3.06]

Kölsch, Lukas; Polujan, Alexandr
Value distributions of perfect nonlinear functions
Combinatorica - Berlin : Springer . - 2023, insges. 38 S.
[Imp.fact.: 1.1]

Meidl, Wilfried; Polujan, Alexandr A.; Pott, Alexander
Linear codes and incidence structures of bent functions and their generalizations
Discrete mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 346 (2023), Heft 1, Artikel 113157
[Imp.fact.: 0.8]

Nill, Benjamin; Borger, Christopher; Kretschmer, Andreas
Thin polytopes - lattice polytopes with vanishing local h*-polynomial
International mathematics research notices - Oxford : Oxford University Press . - 2023
[Imp.fact.: 1.1]

Pasalic, Enes; Kudin, Sadmir; Polujan, Alexandr; Pott, Alexander
Vectorial bent-negabent functions - their constructions and bounds
IEEE transactions on information theory / Institute of Electrical and Electronics Engineers - Piscataway, NJ : IEEE, Bd. 69 (2023), Heft 4, S. 2702-2712
[Imp.fact.: 2.5]

Rach, Steffanie; Schukajlow, Stanislaw
Affecting task values, costs, and effort in university mathematics courses - the role of profession-related tasks on motivational and behavioral states
International journal of science and mathematics education - Dordrecht : Springer Science + Business Media B.V. . - 2023, insges. 23 S.
[Imp.fact.: 2.2]

NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Polujan, Alexandr; Pasalic, Enes; Kudin, Sadmir; Zhang, Fengrong
Bent functions satisfying the dual bent condition and permutations with the (Am) property
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2310.10162, insges. 21 S.

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Rach, Stefanie; Sommerhoff, Daniel; Ufer, Stefan
Mathematics online assessment - do future mathematics students find assessment-based feedback useful?
Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2021 - Münster : WTM-Verlag ; Härterich, Jörg . - 2023, S. 3-14 - (Schriften zur Hochschuldidaktik Mathematik; 9)

NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Polujan, Alexandr; Mariot, Luca; Picek, Stjepan
Normality of Boolean bent functions in eight variables, revisited
The 8th International Workshop on Boolean Functions and their Applications, BFA 2023 - Boolean Functions Team, S. 79-83

Polujan, Alexandr; Pasalic, Enes; Kudin, Sadmir; Zhang, Fengrong
On bent functions satisfying the dual bent condition
The 8th International Workshop on Boolean Functions and their Applications, BFA 2023 - Boolean Functions Team, S. 65-71

DISSERTATIONEN

Ardalani, Ali; Pott, Alexander [AkademischeR BetreuerIn]; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]
Contributions to the theory of Costas arrays
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xiii, 147 Seiten, 10,24 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 141-147]

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. Robert Altmann
Prof. Dr. Peter Benner (MPI Magdeburg)
Prof. Dr. Klaus Deckelnick
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau
Jun. Prof. Dr. Jan Heiland
Prof. Dr. Thomas Richter (Geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr. Miles Simon

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Robert Altmann
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
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck
Prof. Dr. Miles Simon
Prof. Dr. Alexander Zujev (MPI)
im Ruhestand:
Prof. em. Dr. Herbert Goering
Prof. Dr. Lutz Tobiska
Prof. Dr. Gerald Warnecke

3. FORSCHUNGSPROFIL

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

Elliptlische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

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

Hydrodynamik (Rummler)

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

- Regularität von Zerlegungsfeldern
- Konvektionsströmungen

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
- Scientific Machine Learning, Beschleunigung numerische Simulation mit neuronalen Netzen
- Einsatz adaptiver Finite Elemente Methoden zur Diskretisierung von partiellen Differenzialgleichungen. Analyse dualitätsbasierter Fehlerschätzer in Ort und Zeit
- Entwurf und Analyse von effizienten numerischen Methoden zur Simulation von Multiphysik-Problemen
- Anwendungen im Bereich der Medizin, Biologie, Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften und Klimawissenschaften

AG Numerische Analysis: (Tobiska, Schieweck)

- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- Eigenschaften der Lösung singulär 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, Altmann)

- 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

- Entwicklung und Analyse von effizienten numerischen Methoden für (nichtlineare) Eigenwertprobleme mit partiellen Differenzialgleichungen

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

- Modellierung und Simulationen dynamischer Systeme mit Ein- und Ausgängen
- Modellordnungsreduktion
- Wissenschaftliches Maschinelles Lernen
- robuste Regelung komplexer Systeme; insbesondere Strömungen

4. KOOPERATIONEN

- Prof. Dr. A. Deruelle, Sorbonne (Paris, Frankreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Boris Vexler, TU München
- Prof. Dr. Charles M. Elliott, University of Warwick mit Prof. Deckelnick
- Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Rannacher, Universität Heidelberg
- Prof. Dr. E. Burman (University College London
- Prof. Dr. F. Schulze, UCL London (London, Vereinigtes Königreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Guido Sweers, Universität zu Köln mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. Hailiang Liu (Ames, Iowa, USA) mit Prof. Kunik, Prof. Warnecke
- Prof. Dr. Jiegman Li mit Prof. Warnecke
- Prof. Dr. Shinya Okabe, Tohoku University Japan mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. Stefan Turek, TU Dortmund
- Prof. Dr. T. Lamm, KIT Universität (Karlsruhe) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. V. Polevikov (Minsk, Belarus) mit Prof. Tobiska
- Prof. Giovanni Paolo Galdi, University of Pittsburgh
- Prof. Josef Malek, Karls-Universität Prag
- Siemens AG
- Univ. Grenoble, Pierre Rampal

5. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr. Peter Benner, Prof. Dr. Thomas Richter
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2021 - 31.03.2026

Mathematical Complexity Reduction (DFG GRK 2297/2)

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 Losen einer mathematischen Problemstellung. Wir bezeichnen alle Ansätze, die systematisch auf einer dieser drei Ebenen zu einer zumindest partiellen Verbesserung fuhren, 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 Raume 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. Unser umfassendes Lehr- und Forschungsprogramm beruht auf geometrischen, algebraischen, stochastischen und analytischen Ansätzen und wird durch effiziente numerische Implementierungen komplementiert. Die Doktorandinnen nehmen an einem maßgeschneiderten Ausbildungsprogramm teil. Dieses enthalt unter anderem Kompaktkurse, ein wöchentliches Seminar und ermutigt zu einer frühzeitigen Integration in die wissenschaftliche Community. Das GK dient als ein Katalysator zur

Etablierung dieser erfolgreichen DFG Ausbildungskonzepte an der Fakultät für Mathematik und hilft, 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 Durchbruche. Das GK hat Anknüpfungspunkte an zwei Fakultäten der OVGU, an ein Max-Planck-Institut und an mehrere nationale und internationale Forschungsaktivitäten in verschiedenen wissenschaftlichen Communities. Die Studierenden im GK werden in einer Fülle von mathematischen Methoden und Konzepten ausgebildet und erlangen dadurch die Fähigkeit, herausfordernde Aufgaben zu losen. Wir erwarten weiterhin Erfolge in der Forschung und in der Ausbildung der nächsten Generation führender Wissenschaftler in Akademia und Industrie.

Projektleitung: Dr. Carolin Mehlmann
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2022 - 31.12.2024

A hybrid sea ice model to estimate the impact of floe scale sea ice-ocean-atmosphere coupling on the Antarctic sea ice evolution

A number of mechanisms have been proposed to explain the decrease and increase of the Antarctic sea ice extent in the recent years. But the processes that drive this evolution are not well understood. The simulation of Antarctic sea ice in current climate models remains a fundamental problem and the reason for this shortcoming is a current research question. But there is some evidence that this stems, in addition to the formulation of atmospheric and oceanic processes, also from the description of the sea ice physics in the Southern Ocean. Even though much of the current sea ice cover in the Southern Ocean resembles a marginal ice zone, continuum sea ice models usually do not resolve sea ice floes nor parameterize this regime and neglect important feedbacks on climate and weather. Furthermore, the application of continuum sea ice models at or below the resolution of individual floes is questionable as the underlying continuum assumption of those sea ice models likely breaks down. In this proposal we will address these shortcomings of current continuum sea ice models used in climate models by developing a hybrid sea ice model, that explicitly describes atmosphere, sea ice and ocean interactions up to the floe scale. The hybrid approach provides a seamless model framework to predict the sea ice state, ranging from interacting sea ice floes in the marginal ice zone up to pack ice. The development of new numerical models and their validation to improve the understanding of Polar Processes and Mechanisms is a central aspect of the current call. Our hybrid model, which combines particle with continuum methods, will contribute to a better understanding and prediction of the Antarctic climate system by explicitly including coupling and feedbacks between atmosphere, sea ice and ocean at the floe scale. Small scale processes related to individual floes are important to the polar climate, but their parameterization in continuum sea ice models remains a research question.To understand the impact of floe scale interactions on the evolution of the sea ice cover in the Southern Ocean, we will develop a Discrete Element sea ice model, based on the description of DESIgn and the Princeton DEM, and nest it into the continuum sea ice formulation in the climate model ICON. Our goal is to explicitly simulate discrete sea ice floes in a subdomain of interest such as the marginal ice zone. In regions where a high spatial resolution is not required, the simulation is based on the continuum model, which is a suitable, computational efficient, approach to describe the sea ice evolution at large scales and low resolutions. Using the hybrid approach, we will explicitly take the floe size distribution into account, which significantly impacts the simulated sea ice volume. Finally, owing to the particle approach used in the hybrid sea ice model, this project opens a pathway towards exascale sea ice modeling, including the possible use of GPUs.

Projektleitung: Dr. Piotr Minakowski
Förderer: Stiftungen - Sonstige - 01.08.2021 - 31.07.2023

SASIP: The Scale-Aware Sea Ice Project

The Scale-Aware Sea Ice Project aims to develop a truly innovative, scale-aware continuum sea ice model for climate research; one that faithfully represents sea ice dynamics and thermodynamics and that is physically sound, data-adaptive, highly parallelized and computationally ef cient. SASIP will use machine learning and data assimilation to exploit large datasets obtained from both simulations and remote sensing.

Through the further development of existing important state-of-the-art simulators created by some of the investigators, SASIP will build a data-constrained sea ice model that is based on solid-like physics. This model will allow improved high resolution and large scale predictions of Arctic and Antarctic sea ice, and the propagation of sea ice related climate feedback. Employing hybrid data assimilation and machine learning approaches as a native part of the model architecture will allow for objective combinations of models and data. Ultimately, SASIP will give a better understanding of the impact of amplified warming in polar regions through the development of a model that reduces uncertainties related to global earth systems.

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter
Kooperationen: UFZ - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Leipzig
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2023 - 31.12.2026

Auswirkung des Drucks auf die Temperatur- schichtung und Zirkulation von Seen

Societal Relevance: *Providing the population with sufficient good quality water will be one of the great challenges in near future. Land use and climate change exacerbate this problem. We have only limited possibilities to create new water or transfer water in reservoirs seasonally to periods of shortage. Wise use and management of water resources appear as the most promising tools to alleviate the situation. Hence, numerical models have been adopted for lakes: the implementation of water properties however is still tied to ocean assumptions. As a consequence, simulated flows in the deep water of lakes close to temperature of maximum density (i.e. near 4°C) are flawed or entirely disconnected from reality. We have much better knowledge of the physical properties of lake waters. Numerical lake models could be substantially improved.*
Scientific Challenge: *Thermobaricity is controlling recirculation in deep lakes in the temperate and subpolar climate zone. Though the topic has gained interest recently in oceanography, the features in deep lakes have not been properly dealt with. By definition, the convenient property of potential density is lost, when thermobaric effects are dominant. This makes stability considerations difficult to display. However, we are convinced that the description of thermobaric effects can significantly be improved. We propose to start from basics of thermodynamic approaches to stability considerations to parsimonious modelling and will complete this research programme by the implementation of a proper inclusion of thermobaricity in numerical models to demonstrate the effects in some prominent cases. We hypothesize that an inclusion of thermobaricity in numerical models solves this issue and thermobaric effects are properly reflected.*

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter
Projektbearbeitung: Dr. Piotr Minakowski
Kooperationen: Univ. Grenoble, Pierre Rampal; Einar Örn Ólason, Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Bergen
Förderer: Stiftungen - Sonstige - 01.08.2021 - 31.07.2025

The Scale-Aware Sea Ice Project

The Scale-Aware Sea Ice Project aims to develop a truly innovative, scale-aware continuum sea ice model for climate research; one that faithfully represents sea ice dynamics and thermodynamics and that is physically sound, data-adaptive, highly parallelized and computationally ef cient. SASIP will use machine learning and data assimilation to exploit large datasets obtained from both simulations and remote sensing.

Through the further development of existing important state-of-the-art simulators created by some of the investigators, SASIP will build a data-constrained sea ice model that is based on solid-like physics. This model will allow improved high resolution and large scale predictions of Arctic and Antarctic sea ice, and the propagation of sea ice related climate feedback. Employing hybrid data assimilation and machine learning approaches as a native part of the model architecture will allow for objective combinations of models and data. Ultimately, SASIP will give a better understanding of the impact of amplified warming in polar regions through the development of a model that reduces uncertainties related to global earth systems.

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter
Kooperationen: Ping Lin, University of Science and Technology Beijing
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2024

Simulation und Analysis für zeitliche Mehrskalenprobleme mit partiellen Differentialgleichungen

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

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

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

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

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

Die mathematische Analyse von zeitlicher Mehrskaligkeit im Zusammenhang mit partiellen Differentialgleichungen ist ein herausforderndes Problem, welches bisher kaum systematisch untersucht wurde.

Projektleitung: Prof. Dr. Miles Simon
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.12.2023

'Solutions to Ricci flow whose Scalar curvature is bounded in L^p (II)

Ziele: The aim of this project is to further investigate the types of finite time singularities that occur for the Ricci flow in four dimensions in the real case, and higher dimensions in the Kaehler case, when the scalar curvature is bounded in the L^p norm

---

Projektleitung: Prof. Alexander Zuyev
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2020 - 30.06.2023

Hierarchischer Reglerentwurf für nichtlineare Trajektorienplanung und Stabilisierung

Das Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung hierarchischer Methoden für im Wesentlichen nichtlineare Kontrollsysteme, deren Trajektorien wichtige Merkmale für die Analyse auf mehreren Zeitskalen besitzen. Als

eine wichtige Unterklasse solcher Systeme werden wir dynamische und kinematische Modelle nichtholonomer mechanischer Systeme unter Kontrollierbarkeitsbedingungen mit iterierten Lie-Klammern untersuchen. Dreischichtige hierarchische Regelungsalgorithmen werden für den Fall entwickelt, dass die Dynamik der oberen Schicht durch den Gradientenfluss einer potenziellen Funktion erzeugt wird. Bei diesen Algorithmen wird die Zwischenschicht durch ein zeitdiskretes dynamisches System geregelt, und die Dynamik der unteren Schicht (physikalische Ebene) wird von einem nichtlinearen Kontrollsystem mit oszillierenden Eingangsfunktionen gesteuert. Der Allgemeinheit halber betrachten wir diskontinuierliche Regelungsfunktionen und folgen dem Konzept von Carathéodory-Lösungen. Diese Ideen werden auch für die Stabilisierung von Referenztrajektorien für nicht autonome Kontrollsysteme erweitert, indem die Trennung von schneller und langsamer Dynamik unter einer geeigneten Auswahl von Frequenzparametern verwendet wird. Es wird erwartet, dass neue Stabilitätsergebnisse generiert werden, indem Mittelungsverfahren für Teilsysteme mit schnellen Variablen verfeinert und Lyapunov-Funktionen für langsame Teilsysteme mit Störungen konstruiert werden. Diese theoretischen Ergebnisse werden auf nichtlineare mathematische Modelle in der Fluiddynamik und in der chemischen Verfahrenstechnik angewendet, wie beispielsweise endlich-dimensionale Approximationen der Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, bevorzugte Kristallisation von Enantiomeren und periodische nichtisotherme Reaktionen.

6. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Altmann, Robert
Splitting schemes for the semi-linear wave equation with dynamic boundary conditions
Computers and mathematics with applications - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 151 (2023), S. 12-20
[Imp.fact.: 2.9]

Altmann, Robert; Zimmer, Christoph
A second-order bulk–surface splitting for parabolic problems with dynamic boundary conditions
IMA journal of numerical analysis / Institute of Mathematics and Its Applications - Oxford : Oxford Univ. Press . - 2023, insges. 24 S.
[Imp.fact.: 2.3]

Altmann, Robert; Zimmer, Christoph
Dissipation-preserving discretization of the Cahn-Hilliard equation with dynamic boundary conditions
Applied numerical mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 190 (2023), S. 254-269
[Imp.fact.: 2.8]

Benner, Peter; Chuiko, Sergey; Zuyev, Alexander
A periodic boundary value problem with switchings under nonlinear perturbations
Boundary value problems - Heidelberg : Springer . - 2023, Artikel 50, insges. 12 S.
[Imp.fact.: 1.7]

Benner, Peter; Goyal, Pawan; Heiland, Jan; Pontes Duff, Igor
A quadratic decoder approach to nonintrusive reduced-order modeling of nonlinear dynamical systems
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 23 (2023), Heft 1, Artikel e202200049, insges. 6 S.

Benner, Peter; Gugercin, Serkan; Werner, Steffen W. R.
A unifying framework for tangential interpolation of structured bilinear control systems
Numerische Mathematik - Berlin : Springer . - 2023, insges. 39 S.
[Imp.fact.: 2.1]

Benner, Peter; Heiland, Jan
Space and chaos-expansion Galerkin proper orthogonal decomposition low-order discretization of partial differential equations for uncertainty quantification
International journal for numerical methods in engineering - Chichester [u.a.]: Wiley, Bd. 124 (2023), Heft 12, S. 2801-2817
[Imp.fact.: 2.9]

Danilov, Sergey; Mehlmann, Carolin; Sidorenko, Dmitry; Wang, Qiang
CD-type discretization for sea ice dynamics in fesom version 2
Geoscientific model development discussions - Katlenburg-Lindau : Copernicus . - 2023, insges. 17 S.

Deckelnick, Klaus; Nürnberg, Robert
A novel finite element approximation of anisotropic curve shortening flow
Interfaces and free boundaries - Zürich : European Mathematical Soc. Publ. House, Bd. 25 (2023), Heft 4, S. 671-708
[Imp.fact.: 1.0]

Deckelnick, Klaus; Nürnberg, Robert
An unconditionally stable finite element scheme for anisotropic curve shortening flow
Archivum mathematicum - Brno : Masaryk Univ., Bd. 59 (2023), Heft 3, S. 263-274
[Imp.fact.: 0.6]

Deckelnick, Klaus; Nürnberg, Robert
Discrete hyperbolic curvature flow in the plane
SIAM journal on numerical analysis / Society for Industrial and Applied Mathematics - Philadelphia, Pa. : SIAM, Bd. 61 (2023), Heft 4, S. 1835-1857
[Imp.fact.: 2.9]

Dominguez, Dayron; Lautsch, Leopold; Richter, Thomas
A variational approach for temporal multiscale problems and its application to adaptivity and optimization
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 23 (2023), Heft 2, Artikel e202300193, insges. 8 S.

Feng, Lihong; Lombardi, Luigi; Antonini, Giulio; Benner, Peter
Multi-fidelity error estimation accelerates greedy model reduction of complex dynamical systems
International journal for numerical methods in engineering - Chichester [u.a.]: Wiley . - 2023, insges. 22 S.
[Imp.fact.: 2.9]

Filanova, Yevgeniya; Duff, Igor Pontes; Goyal, Pawan; Benner, Peter
An operator inference oriented approach for linear mechanical systems
Mechanical systems and signal processing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 200 (2023), Artikel 110620
[Imp.fact.: 8.4]

Frei, Stefan; Judakova, Gozel; Richter, Thomas
A locally modified second-order finite element method for interface problems and its implementation in 2 dimensions
Mathematical modelling and numerical analysis - Les Ulis : EDP Sciences, Bd. 57 (2023), Heft 3, S. 1355-1380
[Imp.fact.: 1.9]

Gkimisis, Leonidas; Richter, Thomas; Benner, Peter
Adjacency-based, non-intrusive reduced-order modeling for fluid-structure interactions
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH . - 2023, Artikel e202300047, insges. 8 S.

Grunau, Hans-Christoph; Okabe, Shinya
Willmore obstacle problems under dirichlet boundary conditions
Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze - Pisa : Scuola Normale Superiore, Bd. 24 (2023), Heft 3, S. 1415-1462

Heiland, Jan; Werner, Steffen W. R.
Low-complexity linear parameter-varying approximations of incompressible Navier-Stokes equations for truncated state-dependent Riccati feedback
IEEE control systems letters - New York, NY : IEEE, Bd. 7 (2023), S. 3012-3017
[Imp.fact.: 3.0]

Hohenegger, Cathy; Korn, Peter; Linardakis, Leonidas; Redler, René; Schnur, Reiner; Adamidis, Panagiotis; Bao, Jiawei; Bastin, Swantje; Behravesh, Milad; Bergemann, Martin; Biercamp, Joachim; Bockelmann, Hendryk; Brokopf, Renate; Brüggemann, Nils; Casaroli, Lucas; Chegini, Fatemeh; Datseris, George; Esch, Monika; George, Geet; Giorgetta, Marco; Gutjahr, Oliver; Haak, Helmuth; Hanke, Moritz; Ilyina, Tatiana; Jahns, Thomas; Jungclaus, Johann; Kern, Marcel; Klocke, Daniel; Kluft, Lukas; Kölling, Tobias; Kornblueh, Luis; Kosukhin, Sergey; Kroll, Clarissa; Lee, Junhong; Mauritsen, Thorsten; Mehlmann, Carolin; Mieslinger, Theresa; Naumann, Ann Kristin; Paccini, Laura; Peinado, Angel; Praturi, Divya Sri; Putrasahan, Dian; Rast, Sebastian; Riddick, Thomas; Roeber, Niklas; Schmidt, Hauke; Schulzweida, Uwe; Schütte, Florian; Segura, Hans; Shevchenko, Radomyra; Singh, Vikramjeet; Specht, Mia; Stephan, Claudia Christine; Storch, Jin-Song; Vogel, Raphaela; Wengel, Christian; Winkler, Marius; Ziemen, Florian; Marotzke, Jochem; Stevens, Bjorn
ICON-Sapphire - simulating the components of the Earth system and their interactions at kilometer and subkilometer scales
Geoscientific model development - Katlenburg-Lindau : Copernicus, Bd. 16 (2023), Heft 2, S. 779-811

Kahl, Saskia; Mehlmann, Carolin; Notz, Dirk
Modelling ice mélange based on the viscous-plastic sea-ice rheology
EGUsphere - Göttingen : Copernicus GmbH . - 2023, insges. 14 S.

Kapustsin, Uladzislau; Kaya, Utku; Richter, Thomas
A hybrid finite element/neural network solver and its application to the Poisson problem
Proceedings in applied mathematics and mechanics - Weinheim : Wiley-VCH, Bd. 23 (2023), Heft 3, Artikel e202300135, insges. 8 S.

Kumar, Vipin; Heiland, Jan; Benner, Peter
Exponential lag synchronization of Cohen–Grossberg neural networks with discrete and distributed delays on time scales
Neural processing letters - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V . - 2023
[Imp.fact.: 3.1]

Kumar, Vipin; Heiland, Jan; Benner, Peter
Projective lag quasi-synchronization of coupled systems with mixed delays and parameter mismatch - a unified theory
Neural computing & applications - London : Springer, Bd. 35 (2023), S. 23649-23665
[Imp.fact.: 6.0]

Mehlmann, Carolin; Capodaglio, G.; Danilov, S.
Simulating sea-ice deformation in viscous-plastic sea-ice models with CD-grids
Journal of advances in modeling earth systems - Fort Collins, Colo. : [Verlag nicht ermittelbar], Bd. 15 (2023), Heft 8, insges. 13 S.
[Imp.fact.: 12.8]

Minakowski, Piotr; Richter, Thomas
A priori and a posteriori error estimates for the Deep Ritz method applied to the Laplace and Stokes problem
Journal of computational and applied mathematics - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 421 (2023), Artikel 114845
[Imp.fact.: 2.4]

Richter, Thomas; Dansereau, Véronique; Lessig, Christian; Minakowski, Piotr
The neXtSIM-DG dynamical core - a framework for higher-order finite element sea ice modeling
EGUsphere - Göttingen : Copernicus GmbH . - 2023, insges. 31 S.

Richter, Thomas; Ulrich, Rolf; Janczyk, Markus
Diffusion models with time-dependent parameters - an analysis of computational effort and accuracy of different numerical methods
Journal of mathematical psychology - Orlando, Fla. : Academic Press, Bd. 114 (2023), Artikel 102756
[Imp.fact.: 1.8]

Schramm, Leon; Kaya, Utku; Braack, Malte
Rosenbrock-Wanner and W-methods for the Navier-Stokes equations
Computer methods in applied mechanics and engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 404 (2023), Artikel 115769
[Imp.fact.: 7.2]

Shih, Yu-hsuan; Mehlmann, Carolin; Losch, Martin; Stadler, Georg
Robust and efficient primal-dual Newton-Krylov solvers for viscous-plastic sea-ice models
Journal of computational physics - Amsterdam : Elsevier, Bd. 474 (2023), Artikel 111802
[Imp.fact.: 4.1]

NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Grunau, Hans-Christoph; Okabe, Shinya
Willmore obstacle problems under Dirichlet boundary conditions
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2103.15382, insges. 36 S.

Kunik, Matthias
On the formulas for Pi(x) and Psi(x) of Riemann and von Mangoldt
Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2023, 1 Online-Ressource (40 Seiten, 285,56 kB)

Kunik, Matthias
Reduced set theory
Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2023, 1 Online Ressource (31 Seiten, 211,92 kB)

Litzinger, Florian
Singularities of low entropy high codimension curve shortening flow
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2304.02487, insges. 20 S.

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Benner, Peter; Hinze, Michael
Feedback control of time-dependent nonlinear PDEs with applications in fluid dynamics
Handbook of numerical analysis ; volume 24 - Amsterdam : North-Holland . - 2023, S. 77-130

WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

Bänsch, Eberhard; Deckelnick, Klaus; Garcke, Harald; Pozzi, Paola
Interfaces - modeling, analysis, numerics
Cham: Birkhäuser Springer, 2023, 1 Online-Ressource - (Oberwolfach Seminars; volume 51), ISBN: 978-3-031-35550-9

ABSTRACTS

Mehlmann, Carolin; Capodaglio, Giacomo; Danilov, Sergey
Simulating deformation structure in viscous-plastic sea-ice models with CD-grid approaches
Abstracts & presentations / European Geosciences Union , 2023 - Göttingen : Copernicus Gesellschaft mbH

DISSERTATIONEN

Judakova, Gozel; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]
A locally modified finite element method for two-phase flow problems
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (iv, 111 Seiten, 7,44 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 103-111]

Karachalios, Dimitrios S.; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]; Gosea, Ion Victor [AkademischeR BetreuerIn]
Data-driven system reduction and identification from input-output time-domain data with the Loewner framework
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xxvi, 209 Seiten, 12,72 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 185-200][Literaturverzeichnis: Seite 185-200]

Soszyńska, Martyna; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]
Temporal multiscale simulations for multiphysics problems
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (vi, 138 Seiten, 1,52 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 133-138]

Yaghi, Hazem; Warnecke, Gerald [AkademischeR BetreuerIn]
Analytical and numerical studies of Riemann problems for a multiphase mixture model
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (viii, 124 Seiten, 1,5 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 119-124]

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)
Prof. Dr. Sebastian Sager

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Volker Kaibel
Prof. Dr. Sebastian Sager

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
- Untersuchung zur Komplexität von Scheduling-Problemen
- Untersuchung von Scheduling-Problemen mit Intervallbearbeitungszeiten
- Optimierung und Maschinelles Lernen

4. SERVICEANGEBOT

Intensivkurs Mathematik 27.02. - 01.03.2023, 04.09. - 06.09.2023
Klassenstufe 8 - 12
Dr. Ulf Friedrich

Mathematik zum Anfassen 06.03. - 24.03.2023
Dr. Ulf Friedrich

MatheLabor "Allgemeine Hochschularbeit" 12.07. - 31.12.2023
Prof. Dr. Sebastian Sager, Dr. Ulf Friedrich

5. KOOPERATIONEN

- Avacon AG Deutschland
- Leibniz Institut für Neurobiologie Magdeburg
- MPI Magdeburg
- Volkswagen

6. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung:	Prof. Dr. Sebastian Sager
Projektbearbeitung:	Prof. Dr. Thomas Richter, Prof. Dr. Alexandra Carpentier, Jun.-Prof. Dr. Jan Heiland, Prof. Dr. Petra Schwer, Prof. Dr. Anja Janßen, Prof. Dr. Peter Benner, Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen, Prof. Dr. Thomas Kahle, Prof. Dr. Rainer Schwabe, Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Alexander Pott, Prof. Dr. Benjamin Nill, Doz. Dr. Gennadiy Averkov, Prof. Dr. Volker Kaibel
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 31.03.2026

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 Komplexitätsreduktionin 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. Achim Kienle, Prof. Dr. Sebastian Sager, Prof. Dr. Andreas Seidel-Morgenstern
Kooperationen:	MPI Magdeburg
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2021 - 30.09.2024

Machine Learning for the Design and Control of Power2X Processes with Application to Methanol Synthesis

Ziele dieses Projektes sind:

1. Die Entwicklung neuer numerischer Methoden, welche die Stärken traditioneller Modellierungs- und Optimierungsansätze und des datengetriebenen maschinellen Lernens (ML) kombinieren sowie deren Anwendung zur
2. Entwicklung einer neuen Methodik für den Entwurf und die Führung von Power2chemicals Prozessen. Die nichtlineare Dynamik infolge stark veränderlicher Feedzuläufe soll dabei explizit berücksichtigt werden. Die Methanolsynthese wird als herausforderndes Anwendungsbeispiel betrachtet. Das ambitionierte Arbeitsprogramm spiegelt die komplementäre Expertise der drei Antragsteller in den Bereichen experimentelle Analyse, konzeptioneller Prozessentwurf und -führung sowie effiziente Algorithmen wieder. Wir verwenden neuronale Differentialgleichungen und differenzierbare End-zu-End Programmierung. Dies erlaubt uns ML für unbekannte oder teuer auszuwertende Modellteile zu nutzen und Methoden der gemischt-ganzzahligen Optimalsteuerung (MIOC) und der Versuchsplanung für hybride Modelle zu entwickeln. Daraus wird eine Methodik zur hybriden Modellierung entwickelt. Diese kombiniert experimentelle Daten aus Versuchen mit einem gradientenfreien Kinetikreaktor mit verfügbarem physikalisch-chemischem Wissen und effizientem ML. Anschließend werden die hybriden Modelle für den robusten Prozessentwurf verwendet. In der ersten Antragsphase liegt der Schwerpunkt bei ideal durchmischten isothermen und örtlich verteilten nichtisothermen Reaktoren. Zur Erhöhung von Flexibilität und Toleranz gegenüber Änderungen von Durchsatz und Zusammensetzung werden Pufferbehälter eingeführt und neben einstufigen auch verschiedene Typen von mehrstufigen Reaktoren mit variabler Feedverteilung betrachtet. Die optimale Konfiguration und die optimalen nominellen Steuerungsprofile werden mit Hilfe von MIOC und den entwickelten hybriden Modellen für charakteristische Feedverläufe bestimmt. Zusätzlich zum robusten Prozessentwurf wird in einem dritten Schritt eine robuste Regelung zur Kompensation von Modellfehlern und unvorhergesehenen Abweichungen vom obigen nominellen Fall entwickelt. Diese basiert auf einer repetitiven Online-Optimierung und erfordert weitere Modellreduktionen und Erweiterung von Methoden für den Fall hybrider Modelle, um Echtzeitanforderungen einzuhalten. Modellierung, Design und Regelung für einen gradientenfreien Reaktor lehnen sich eng an die experimentellen Untersuchungen an, um eine effiziente Erzeugung von Daten und eine Validierung der entwickelten Konzepte zu gewährleisten. Untersuchung von komplexeren Festbettreaktoren werden zunächst in Silico mit Hilfe verfügbarer mechanistischer Modelle durchgeführt und sollen u.a. in einer möglichen 2. Förderphase experimentell validiert werden. Wir generieren neue Ansätze zur systematischen hybriden Modellierung und der anschließenden Verbindung mit Entscheidungsfindung, die physikalische Gesetze berücksichtigen und durch Robustheit die Sicherheit von ML Anwendungen erhöhen.

7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

MathCoRe Kolloquium Wittenberg
03.05.2023 - 05.05.2023

Unconscious Bias Trianing Workshop
05.06.2023, 13.06.2023

KickOff MatheLabor
12.07.2023

One-Day Course Research-Data management in Mathematics
23.11.2023

8. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Behmanesh-Fard, Navid; Yazdanjouei, Hossein; Shokouhifar, Mohammad; Werner, Frank
Mathematical circuit root simplification using an ensemble heuristicmetaheuristic algorithm
Mathematics - Basel : MDPI, Bd. 11 (2023), Heft 6, Artikel 1498, insges. 22 S.
[Imp.fact.: 2.4]

Bürger, Adrian; Zeile, Clemens; Altmann-Dieses, Angelika; Sager, Sebastian; Diehl, Moritz
A Gauss-Newton-based decomposition algorithm for nonlinear mixed-integer optimal control problems
Automatica - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Pergamon Press, Bd. 152 (2023), Artikel 110967, insges. 9 S.
[Imp.fact.: 6.4]

Chen, Mo; Werner, Frank; Shokouhifar, Mohammad
Mathematical modeling and exact optimizing of university course scheduling considering preferences of professors
Axioms - Basel : MDPI, Bd. 12 (2023), Heft 5, Artikel 498, insges. 17 S.
[Imp.fact.: 2.0]

Garg, Vanita; Deep, Kusum; Alnowibet, Khalid Abdulaziz; Mohamed, Ali Wagdy; Shokouhifar, Mohammad; Werner, Frank
LX-BBSCA - Laplacian biogeography-based sine cosine algorithm for structural engineering design optimization
AIMS mathematics - Springfield, MO : AIMS Press, Bd. 8 (2023), Heft 12, S. 30610-30638
[Imp.fact.: 2.2]

Gebhard, Anna; Lilienthal, Patrick; Metzler, Markus; Rauh, Manfred; Sager, Sebastian; Schmiegelow, Kjeld; Toksvang, Linea Natalie; Zierk, Jakob
Pharmacokinetic-pharmacodynamic modeling of maintenance therapy for childhood acute lymphoblastic leukemia
Scientific reports - [London]: Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature, Bd. 13 (2023), Heft 1, Artikel 11749, insges. 15 S.
[Imp.fact.: 4.6]

Hahn, Mirko; Leyffer, Sven; Sager, Sebastian
Binary optimal control by trust-region steepest descent
Mathematical programming - Berlin : Springer, Bd. 197 (2023), Heft 1, S. 147-190
[Imp.fact.: 3.06]

Lobe, Elisabeth; Kaibel, Volker
Optimal sufficient requirements on the embedded Ising problem in polynomial time
Quantum information processing - Dordrecht : Springer Science + Business Media B.V., Bd. 22 (2023), Heft 8, Artikel 305, insges. 44 S.
[Imp.fact.: 2.5]

Manns, Paul; Hahn, Mirko; Kirches, Christian; Leyffer, Sven; Sager, Sebastian
On convergence of binary trust-region steepest descent
Journal of nonsmooth analysis and optimization - Essen : Christian Clason, Fakultät für Mathematik, Universität Duisburg-Essen, Bd. 4 (2023), Artikel 10164, insges. 26 S.

Reimann, Adrian-Manuel; Schalk, Enrico; Jost, Felix; Mougiakakos, Dimitrios; Weber, Daniela; Döhner, Hartmut; Recher, Christian; Dumas, Pierre-Yves; Ditzhaus, Marc; Fischer, Thomas; Sager, Sebastian
AML consolidation therapy - timing matters
Journal of cancer research and clinical oncology - Berlin : Springer, Bd. 149 (2023), Heft 15, S. 13811-13821
[Imp.fact.: 3.6]

Sager, Sebastian
Digital twins in oncology
Journal of cancer research and clinical oncology - Berlin : Springer, Bd. 149 (2023), Heft 9, S. 5475-5477
[Imp.fact.: 3.6]

Shokouhifar, Mohammad; Sohrabi, Mahnaz; Rabbani, Motahareh; Molana, Seyyed Mohammad Hadji; Werner, Frank
Sustainable phosphorus fertilizer supply chain management to improve crop yield and P use efficiency using an ensemble heuristicmetaheuristic optimization algorithm
Agronomy - Basel : MDPI, Bd. 13 (2023), Heft 2, Artikel 565, insges. 31 S.
[Imp.fact.: 3.7]

Werner, Frank
Special Issue "Scheduling: Algorithms and Applications"
Algorithms - Basel : MDPI, Bd. 16 (2023), Heft 6, Artikel 268, insges. 3 S.
[Imp.fact.: 2.3]

Zabihian-Bisheh, Abded; Vandchali, Hadi Rezaei; Kayvanfar, Vahid; Werner, Frank
A sustainable multi-objective model for the hazardous waste location-routing problem - a real case study
Sustainable Operations and Computers - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: KeAi Communications Co. Ltd. . - 2023, insges. 34 S.
[Imp.fact.: 8.1]

NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Behmanesh-Fard, Navid; Yazdanjouei, Hossein; Shokouhifar, Mohammad; Werner, Frank
Mathematical root simplification in operational amplifiers using an ensemble heuristic-metaheuristic algorithm
Basel: MDPI, 2023, 1 Online-Ressource - (MDPI Preprints)

Chen, Mo; Werner, Frank; Shokouhifar, Mohammad
Mathematical modeling and exact optimizing of university course scheduling considering preferences of professors
Preprints - Basel : MDPI AG . - 2023, insges. 8 S.

Elidrissi, Abdelhak; Banmansour, Rachid; Hasani, Keramat; Werner, Frank
Scheduling on parallel machines with a common server in charge of loading and unloading operations
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2306.16669, insges. 40 S.

Gafarov, Evgeny R.; Werner, Frank
Connected and autonomous vehicle scheduling problems - some models and algorithms
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2304.01806, insges. 8 S.

Garg, Vanita; Deep, Kusum; Alnowibet, Khalid Abdudaziz; Wagdy Mohamed, Ali; Shokouhifar, Mohammad; Werner, Frank
Ensemble laplacian biogeography-based sine cosine algorithm for structural engineering design optimization problems
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2310.05159, insges. 25 S.

Kaur, Puneet; Kaur, Kiranbir; Singh, Kuldeep; Bharany, Salil; Almazyad, Abdulaziz S.; Xiong, Guojiang; Wagdy Mohamed, Ali; Shokouhifar, Mohammad; Werner, Frank
Acoustic monitoring in underwater wireless sensor networks using energy-efficient artificial fish swarm-based clustering protocol (EAFSCP)
Preprints - Basel : MDPI AG . - 2023, insges. 19 S.

Shokouhifar, Mohammad; Hasanvand, Mohamad; Moharamkhani, Elaheh; Werner, Frank
EHMFFL: Ensemble Heuristic-Metaheuristic Feature Fusion Learning Algorithm for Heart Disease Diagnosis
Preprints - Basel : MDPI AG . - 2023, insges. 24 S.

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Martensen, Carl Julius; Plate, Christoph; Keßler, Tobias; Kunde, Christian; Kaps, Lothar; Kienle, Achim; Seidel-Morgenstern, Andreas; Sager, Sebastian
Towards machine learning of power-2-methanol processes
Computer aided chemical engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 52 (2023), S. 561-568

HERAUSGEBERSCHAFTEN

Wagner, Gerd [HerausgeberIn]; Werner, Frank [HerausgeberIn]; De Rango, Floriano [HerausgeberIn]
Proceedings of the 13th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications. Volume 1
Scitepress, 2023, 1 Online Ressource, ISBN: 978-989-758-668-2 Kongress: SIMULTECH 2023 13 Rome, Italy 2023.07.12-14

Wagner, Gerd [HerausgeberIn]; Werner, Frank [HerausgeberIn]; De Rango, Floriano [HerausgeberIn]
Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications - 12th International Conference, SIMULTECH 2022, Lisbon, Portugal, July 14–16, 2022, Revised Selected Papers
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XII, 222 p. 96 illus., 76 illus. in color.) - (Lecture Notes in Networks and Systems; 780), ISBN: 978-3-031-43824-0

Wagner, Gerd [HerausgeberIn]; Werner, Frank [HerausgeberIn]; Oren, Tuncer [HerausgeberIn]; De Rango, Floriano [HerausgeberIn]
Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications - International Online Conference (SIMULTECH 2021)
Cham: Imprint: Springer, 2023., 1 Online-Ressource(XII, 225 p. 144 illus., 129 illus. in color.) - (Lecture Notes in Networks and Systems; 601), ISBN: 978-3-031-23149-0

Werner, Frank [HerausgeberIn]
Scheduling - algorithms and applications
Basel: MDPI, 2023, 1 Online-Ressource (ix, 264 Seiten), ISBN: 978-3-0365-8277-1

DISSERTATIONEN

Ardalani, Ali; Pott, Alexander [AkademischeR BetreuerIn]; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]
Contributions to the theory of Costas arrays
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xiii, 147 Seiten, 10,24 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 141-147]

Frede, Jonas; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]
Cyclic transversal polytopes
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (I, 138 Seiten, 685.07 kB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 135-138]

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

Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus
Prof. Dr. Anja Janßen
Prof. Dr. Claudia Kirch - geschäftsführende Leiterin (seit 01.09.2021)
Dr. Heiko Großmann
Dr. Martin Wendler

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus
Prof. Dr. Anja Janßen
Prof. Dr. Claudia Kirch

apl. Prof. Dr. Berthold Heiligers (extern)

Professoren im Ruhestand:
Prof. em. Dr. Otfried Beyer
Prof. Dr. Gerd Christoph
Prof. Dr. Norbert Gaffke
Prof. Dr. Rainer Schwabe

3. FORSCHUNGSPROFIL

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

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

Mathematische Stochastik (Biostatistik): Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus

- Überlebenszeitanalyse
- Faktorielle Designs
- Multiples Testen
- Resamplingverfahren

- Nichtparametrische Statistik
- Funktionale Daten
- Anwendungen in den Lebenswissenschaften

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

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

Mathematische Stochastik (Angewandte Mathematische Stochastik): Prof. Dr. Anja Janßen

- Extremwerttheorie
- Nicht- und semiparametrische Extremwertstatistik
- Abhängigkeitsmodellierung
- Zeitreihenanalyse, insbesondere in Bezug auf das Extremwertverhalten
- Grenzwertsätze
- Anwendungen im Bereich der Wirtschaftswissenschaften, insbesondere im Risikomanagement und der Modellierung von Finanzzeitreihen

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

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

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

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

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 Abschlussarbeitenbei 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 Untersuchugnsergebnisse

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

5. KOOPERATIONEN

- Annika Betken, Ruhr-Universität Bochum
- apl. Prof. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
- Dr. Daniel Vogel
- Dr. Dominic Edelmann, DKFZ Heidelberg, Deutschland
- Dr. Frenkel, Beer Sheva, Israel Sami Shamoon College of Engineering, Israel
- Dr. Fritjof Freise, TiHo Hannover
- Dr. Marco Meyer, Leibniz Universität Hannover
- Dr. Patricio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand
- Dr. Phyllis Wan, Erasmus Universität Rotterdam
- Priv.-Doz. Dr. Norbert Benda, BfArM, Bonn
- Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden
- Prof. Dr. Andreas Greven, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Dennis Dobler, VU Amsterdam, The Netherlands
- Prof. Dr. Haeran Cho, University of Bristol
- Prof. Dr. Hans-Peter Piepho, Institute of Crop Science, Biostatistics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Hohenheim
- Prof. Dr. Heinz Holling, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Herold Dehling, Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr. Holger Drees, Universität Hamburg
- Prof. Dr. Jeong Eun Lee, Auckland University, New Zealand
- Prof. Dr. Johan Segers, UCLouvain, Belgien
- 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. Lukasz Smaga, Adam Mickiewicz University, Poland
- Prof. Dr. Markus Pauly, TU Dortmund, Deutschland
- Prof. Dr. Menggang Yu, University of WisconsinMadison, USA
- Prof. Dr. Olimjon Sh. Sharipov, National University of Usbekistan
- Prof. Dr. Radoslav Harman, Comenius-Universität Bratislava
- Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand

- Prof. Dr. Takeshi Emura, Kurume University, Japan
- Prof. Dr. Tamara Fernandez, Adolfo Ibanez University, Chile
- Prof. Dr. Thomas Kahle, FMA-IAG
- Prof. Dr. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Vladimir Ulyanov, Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Russland

6. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr. Gerd Christoph
Kooperationen: Prof. Dr. Vladimir Ulyanov, Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Russland
Förderer: Sonstige - 01.04.2020 - 30.06.2023

Analysis of the quality of approximations in the statistical analysis of multivariate observations

The formal construction of second-order Chebyshev-Edgeworth expansions for statistics from samples with random sample sizes is further developed. The asymptotic laws are scale mixtures of the standard normal or chi-square distributions with scale mixing gamma or inverse exponential distributions. Non-random, random or mixed normalisation factors for the statistics lead to different limit distributions with related approximation functions. Moreover, new results for the sample median are proved.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2022 - 31.10.2025

Modellierung und Quantifizierung von Effektgrößen für faktorielle Daten in der Überlebenszeitanalyse -Teil II

Ziel dieses Vorhabens ist es, den erfolgreichen Weg der ersten Projektphase fortzusetzen und biostatistische Verfahren zur Effektquantifzierung in komplexen Designs mit 'time-to-event' Endpunkten (weiter) zu entwickeln. Diese sind motiviert durch interdisziplinäre Kooperationen der PIs mit medizinischen Kollegen von nationalen Universitätskliniken sowie auftretenden Problemen mit existierenden Verfahren aus der Literatur. Ein besonderer Fokus liegt deshalb auf gut interpretierbaren Estimands wie dem RMST (restricted mean survival time) sowie Situationen mit nichtproportionalen Hazards und/oder konkurrierenden Risiken wie sie bspw. in der Onkologie (insbesondere bei neuartigen Immuntherapien), bei bestimmten Autoimmunerkrankungen (wie multipler Sklerose) oder chronischen Atemwegserkrankungen (wie Asthma im Kindesalter) auftreten können.

Um für solche Settings vertrauensvolle biostatistische Inferenzmethoden (Punktschätzer, Konfidenzintervalle und -bereiche sowie Tests) zu entwickeln, werden auf methodischer Ebene bspw. permutations- und bootstrapbasierte Verfahren mit modernen Techniken der nichtparametrischen Statistik, des multiplen Testens und des maschinellen Lernens kombiniert. In ausgiebigen Simulationsstudien, gemeinsamen Analysen mit interdisziplinären Kooperationspartnern /innen sowie rekonstruierten Daten von aktuellen Studien wird die Methodik hinsichtlich Praktikabilität und Effizienz optimiert. Im Anschluss werden die Verfahren in R-Pakten und nutzerfreundlichen shiny-Apps einer breiten Maße von Biometrikern/innen zur flexiblen Analyse von komplexen 'time-to-event'-Daten zur Verfügung gestellt. Ausführliche Guidelines sowie eingängliche Zeitschriften-Artikel ermöglichen den einfachen und unmittelbaren Zugang zur Software.

Projektleitung: Prof. Dr. Norbert Gaffke
Kooperationen: Prof. Dr. Rainer Schwabe, OVGU, FMA-IMST
Förderer: Sonstige - 01.10.2020 - 31.12.2023

Quasi-Newton algorithmus zum optimalen Design

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.
Unsere Quasi-Newton Methoden (s. Gaffke; Schwabe, 2019) sollen auf den Fall eines endlichen Versuchsbereichs angewendet und als R-Programm implementiert werden.

Literatur:
Gaffke, N.; Schwabe, R.: Quasi-Newton algorithm for optimal approximate linear regression design: Optimization in matrix space. Journal of Statistical Planning and Inference 198 (2019), 62-78.

Projektleitung: Prof. Dr. Norbert Gaffke, Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Dr. Helmi Shat
Förderer: Sonstige - 01.04.2022 - 31.03.2023

Optimale Planung multi-variabler Accelerated-Degradation-Tests (II)

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 funktionireren 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 Normalbedingugnen 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 verschiedene Systeme bivariater Degradationsprozesse betrachtet, wobei die Korrelationsstruktur durch eine Copula gegeben ist, und hierfür optimale Designs bestimmt.

Projektleitung: Prof. Dr. Anja Janßen
Projektbearbeitung: M.Sc. Ziegenbalg Max
Förderer: Haushalt - 01.04.2021 - 31.03.2025

Reguläre Variation von stochastischen Netzwerken

Stochastische Netzwerke sind zufällige Graphen, die sich zeitdynamisch entwickeln, und zur Modellierung von Verbindungen (z.B. Freundschaften, Nahrichtenaustausch, etc.) zwischen Netzwerkteilnehmern im Zeitverlauf eingesetzt werden können. Eine Vielzahl von mathematischen Modellen existiert für die Spezifikation dieser Prozesse und für viele Anwendungen haben sich die sogenannten "Preferential Attachment Modelle" als sinnvoll erwiesen, in denen die Wahrscheinlichkeit für das Entwickeln einer neuen Verbindung positiv von der Anzahl der bereits vorhandenen Verbindngen eines Objektes abhängt. In diesen Modellen treten auf natürlichem Wege (Grad-)Verteilungen mit schweren Tails auf, wenn die Netzwerkgröße gegen unendlich geht. Bisher wurde jedoch allein dieses asymptotische Verhalten untersucht ohne Rücksicht auf die Tatsache, dass wir in der Realität stets Netzwerke mit einer endlichen, zufälligen Anzahl von Teilnehmern beobachten. Das Ziel dieses Projektes ist es,

diese Zufälligkeit in die Modellierung von stochastischen Netzwerken einfließen zu lassen und die resultierenden Netzwerke im Rahmen der Methoden der Extremwerttheorie zu untersuchen.

Projektleitung: Prof. Dr. Anja Janßen
Projektbearbeitung: M.Sc. Felix Reinbott
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2021 - 31.10.2024

Principal component analysis for multivariate extremes

The aim of this project is to explore extensions of the classical dimension reduction technique of principal component analysis (PCA) to the setting of multivariate extreme value theory. In this setting, a challenging aspects is that in the natural modelling framework of non-negative max-stable vectors the orthogonal decomposition in the Euclidean space standing behind the PCA for normally distributed data is no longer applicable. Instead, the max-times-algebra lends itself to a more suitable framework for a decomposition of the dependence structure. This project explores how an optimal projection of a max-stable vector into a lower dimensional space can be implemented efficiently, justified theoretically and how we can interpret the result for specific classes of models

---

Projektleitung: Prof. Dr. Anja Janßen
Kooperationen: Phyllis Wan, Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam
Förderer: Haushalt - 01.06.2023 - 31.12.2023

An Overview over Clustering for Extremes

In this project we provide an overview over several clustering methods for extremes by shedding light on similarities and differences between the three methods of k-means clustering, k-principal components clusterming and spherical clustering which are applied to the (estimated) spectral measure of a multivariate extreme value distribution. The aim is also to provide some practical guidelines about the implementations of all three methods.

Projektleitung: Prof. Dr. Anja Janßen
Kooperationen: Johan Segers, UCLouvain, LIDAM/ISBA
Förderer: Haushalt - 01.03.2022 - 30.11.2023

Invariance properties of extremal cluster processes

This project introduces the general notion of a cluster process as a limiting point process of returns of a certain event in a time series, with a special focus on extremes. Under mild stationarity assumptions of the underlying time series the limiting process has certain invariance properties. Of particular interest are the cluster size distributions, where one needs to distinguish between a typical and inspected cluster sizes, which differ in their properties. As a central result of this project we derive a kind of "inspection paradox" for extremal clusters.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.05.2023 - 15.05.2026

Daten-Segmentierung für nicht-stationäre Zeitreihen

Die Möglichkeit nicht-stationäre Zeitreihen in Segmente mit ähnlichem stochastischen Verhalten aufteilen zu können, ist eine zentrale Voraussetzung zur weiteren Analyse in vielen Anwendungsgebieten. Frühere Ansätze

(Kirch, Reckruehm (2023)) arbeiten nur mit einer einzigen Bandbreite und einem Inspektionsparameter, was in der Regel zu einem Güte-Verlust führt. Eine bessere Performance ist zu erwarten, wenn die Information aus Verfahren mit verschiedenen Bandbreiten kombiniert wird (Multiskalen-Verfahren) und der Inspektionsparameter regelmäßig neu geschätzt wird. Genau hierum geht es in diesem Projekt: Hierbei muss zum einen auf computationelle Aspekte geachtet werden, zum anderen wird aber auch die mathematische Analyse deutlich komplexer.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2022 - 31.12.2025

Graduelle Strukturänderungen in funktionalen Daten

Durch Fortschritte in der Datenverarbeitung sind zunehmend zeitkontinuierliche Datensätze verfügbar bzw. Daten zu diskreten Zeitpunkten in dichter Folge. Dies sind beides Beispiele für sogenannte funktionale Daten, die auch Zufallsfelder oder Zufallsprozesse auf Mannigfaltigkeiten umfassen. Wir wollen unsere Aufmerksamkeit stochastischen Funktionen widmen, die sich in den meisten Fällen als zufällige Kurven oder Oberflächen darstellen lassen, und betrachten dabei jede Funktion als eine Beobachtung in einem Funktionenraum. Diese Beobachtungen sind natürlich geordnet bezüglich der Zeit und können sich im Zeitablauf ändern. Das Interesse liegt dabei nicht auf einer Veränderung innerhalb der einzelnen Kurven, sondern eine Veränderung in der Struktur der Kurven im Zeitablauf. Fast alle bisherigen Methoden zur Strukturbrucherkennung wurden entwickelt, um abrupte Änderungen zu erkennen. Allmähliche Änderungen der Struktur haben bis jetzt wenig Beachtung gefunden, obwohl diese realistischer für die Praxis sein könnten. Mithilfe funktionaler Grenzwertsätze und empirische Prozesse möchten wir fortgeschrittene statistische Methoden wie Bootstrap oder LASSO anwenden, um graduelle Änderungen der funktionalen Form in der Zeitreihe von Kurven diagnostizieren.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Dr. Alexander Meier; Yifu Tang, University of Auckland
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2024

Bayessche semiparametrische Modelle mit Zeitreihenfehlern

Die Bayessche Zeitreihenanalyse erfreut sich zunehmend wachsender Beliebtheit in der Fachliteratur.
Oft geht man hierbei in der Modellierung von einer stationären zentrierten Zeitreihe aus.
In vielen relevanten Fällen stellt eine solche Zeitreihe jedoch nicht das primäre Objekt von Interesse dar, sondern wird lediglich als Fehlerterm in einem Modell mit zusätzlichem (endlichdimensionalem) "Parameter von Interesse" zugrunde gelegt.
Beispiele hierfür reichen von linearen Modellen (mit Modelkoeffizienten als Parameter von Interesse) über Strukturbruch-Modelle (mit den Strukturbrüchen als Parameter von Interesse) bis hin zur nichtlinearen Regression (mit Regressionsfunktion als Parameter von Interesse).
Wenn man sich für den Fehlerterm nicht auf ein endlichdimensionales Zeitreihenmodell beschränken möchte, besteht die Möglichkeit, diesen nichtparametrisch zu modellieren – man spricht in diesem Fall von einem semiparametrischen Modell.

Obwohl es einige Arbeiten zu Bayesschen semiparametrischen Modellen in der Fachliteratur gibt, sind dennoch wenig semiparametrische Ansätze im Zeitreihen-Kontext entwickelt worden.
Insbesondere mit Blick auf asymptotische Betrachtungen gibt es zudem kaum theoretische Erkenntnisse.

Wir betrachten ein Bayessches semiparametrisches lineares Modell, mit Fehlerterm bestehend aus einer stationären zentrierten Zeitreihe, welche nichtparametrisch mit einem Bernstein-Hpd-Gamma Prior für die Spektraldichtematrix im Zusammenspiel mit der Whittle Likelihood modelliert wird.
Die Resultate des Verfahrens werden in einer vergleichenden Simulationsstudie evaluiert.
Für den wichtigen Spezialfall des Erwartungswert-Modells werden zudem Kontraktionsraten der gemeinsamen a posteriori Verteilung sowie ein Bernstein-von-Mises Resultat für die marginale a posteriori Verteilung des Erwartungswerts hergeleitet.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Projektbearbeitung: M.Sc. Felix Gnettner
Kooperationen: Prof. Dr. Alicia Nieto-Reyes (University of Cantabria, Santander)
Förderer: Haushalt - 01.10.2019 - 31.12.2023

Two-Sample-Tests based on Depth Functions

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

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Jeong Eun Lee, University of Auckland, New Zealand; Yixuan Liu
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2023

A nonparametrically corrected likelihood for Bayesian spectral analysis of multivariate time series

This paper presents a novel approach to Bayesian nonparametric spectral analysis of stationary multivariate time series. Starting with a parametric vector-autoregressive model, the parametric likelihood is nonparametrically adjusted in the frequency domain to account for potential deviations from parametric assumptions. We show mutual contiguity of the nonparametrically corrected likelihood, the multivariate Whittle likelihood approximation and the exact likelihood for Gaussian time series. A multivariate extension of the nonparametric Bernstein-Dirichlet process prior for univariate spectral densities to the space of Hermitian positive definite spectral density matrices is specified directly on the correction matrices. An infinite series representation of this prior is then used to develop a Markov chain Monte Carlo algorithm to sample from the posterior distribution. The code is made publicly available for ease of use and reproducibility. With this novel approach we provide a generalization of the multivariate Whittle-likelihood-based method of Meier et al. (2020) as well as an extension of the nonparametrically corrected likelihood for univariate stationary time series of Kirch et al. (2019) to the multivariate case. We demonstrate that the nonparametrically corrected likelihood combines the efficiencies of a parametric with the robustness of a nonparametric model. Its numerical accuracy is illustrated in a comprehensive simulation study. We illustrate its practical advantages by a spectral analysis of two environmental time series data sets: a bivariate time series of the Southern Oscillation Index and fish recruitment and time series of windspeed data at six locations in California.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Dr. Kerstin Reckrühm
Förderer: Haushalt - 01.04.2015 - 31.12.2023

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-Changepoint-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 Changepoint 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 Changepoint 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 Changepoint 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 Changepoints 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
Projektbearbeitung: Dr. Marco Meyer, M.Sc. Philipp Klein
Kooperationen: Prof. Dr. Claudia Redenbach, TU Kaiserslautern; Prof. Dr. Evgeny Spondarev, Universität Ulm; Dr. Katja Schladitz, Fraunhofer ITWM; Sowie diversen Industriepartnern; Dr. Marco Meyer, Leibniz Universität Hannover
Förderer: Bund - 01.05.2020 - 30.09.2023

Detektion von Anomalien in großen räumlichen Bilddaten

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Methoden für die Detektion von Abweichungen/Auffälligkeiten in großen Bilddatenmengen zu entwickeln. Bei diesen Abweichungen kann es sich z.B. um Mikrorisse in Betonträgern, Materialverdichtungen in textiler Bahnware oder lokale Faserfehlorientierungen in Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff handeln. Dazu sollen Methoden des maschinellen Lernens, Modellierung der Strukturen und der Bildgebung sowie statistische Methoden für die Detektion von Auffälligkeiten kombiniert werden. Hierbei sollen insbesondere asymptotische Methoden aus der Changepoint-Analyse verallgemeinert werden, um Anomalien in Zufallsfeldern erkennen zu können.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Thomas Kahle
Projektbearbeitung: Philip Dörr
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2023

Extremwerttheorie in der Kombinatorik

In diesem Promotionsprojekt werden Techniken der Extremwerttheorie auf Zufallsvariablen der Kombinatorik angewendet. Eine wichtige Beispielklasse sind Maxima von Coxetergruppenstatistiken, insbesondere Abstiege in der symmetrischen Gruppe.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Jeong Eun Lee, University of Auckland, New Zealand; Yifu Tang, University of Auckland
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.03.2023

Posterior consistency for the spectral density of non-Gaussian stationary time series

Various nonparametric approaches for Bayesian spectral density estimation of stationary time series have been suggested in the literature, mostly based on the Whittle likelihood approximation. A generalization of this approximation has been proposed in Kirch et al. who prove posterior consistency for spectral density estimation in combination with the Bernstein-Dirichlet process prior for Gaussian time series. In this paper, we will extend the posterior consistency result to non-Gaussian time series by employing a general consistency theorem of Shalizi for dependent data and misspecified models. As a special case, posterior consistency for the spectral density under the Whittle likelihood as proposed by Choudhuri, Ghosal and Roy is also extended to non-Gaussian time series. Small sample properties of this approach are illustrated with several examples of non-Gaussian time series.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch
Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Dr. Patricio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand; Yifu Tang, University of Auckland; Jeong Eun Lee, University of Auckland, New Zealand
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.03.2023

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.

In Verbindung mit einem Bernstein-Dirichlet-prior zeigen wir Konsistenz der Posterior-Verteilung sowie leiten Kontraktionsraten her. Darüber hinaus zeigen Simulationsstudien, dass die mittels MCMC erhaltenen Schätzer für das Verfahren sehr gute Ergebnisse liefern - auch im Vergleich zu alternativen Verfahren, die bereits

vorgeschlagen wurden.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Irtefaa A. Neamah Al-Shaibani
Kooperationen: Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden
Förderer: Sonstige - 01.09.2021 - 31.12.2024

Planung von Ringversuchen zur Bestimmung der Nachweisgrenze bei PCR-Tests

PCR-Tests stellen hochsensitive Verfahren zum Nachweis von Nukleinsäuren dar. Diese Verfahren haben in den letzten Jahren eine weitgehende Akzeptanz bei routinemäßigen Tests erreicht, aber es bedarf weiterer Untersuchungen, um ihre Leistungsfähigkeit zu bewerten. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Bestimmung der Nachweisgrenze, die als Maß für die Sensitivität des Verfahrens dient. Diese Nachweisgrenze kann in Ringversuchen bestimmt werden. Die dabei erhaltenen Ergebnisse werden sich jedoch gewöhnlich zwischen Laboren unterscheiden. Die am Ringversuch beteiligten Labore können als Repräsentanten aller Labore betrachtet werden, die dieses Verfahren anwenden. Die Variabilität zwischen den Laboren kann dann mit Hilfe von zufälligen Effekten modelliert werden. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, optimale oder zumindest effiziente Versuchsanordnungen zur Schätzung der Modellparameter, zur Bewertung der Laboreinflüsse und zur bestmöglichen Bestimmung der Nachweisgrenze zu entwickeln.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Torsten Reuter
Kooperationen: Prof. Dr. Alexandra Carpentier, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2024

Optimales Sampling Design für Big Data

Dank moderner Informationstechnologie besteht heutzutage die Möglichkeit, riesige Datenmengen zu sammeln, die sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Beobachtungseinheiten (Umfang des Datensatzes) als auch hinsichtlich der Anzahl der Merkmale (multivariate Beobachtungen) von immenser Dimension sind und die häufig als massive Daten oder "Big Data" bezeichnet werden. Die reine Verfügbarkeit derartiger Big Data führt jedoch nicht zwangsläufig zu neuen Erkenntnissen über kausale Zusammenhänge innerhalb der Daten. Stattdessen kann die schiere Masse an Daten ernsthafte Probleme bei der statistischen Analyse verursachen. Zudem sind in vielen Situationen Teile (gewisse Merkmale) in den Daten einfach oder kostengünstig zu beobachten, während die Ausprägungen anderer, besonders interessierender Merkmale nur schwierig oder mit großen Kosten zu erhalten sind. Daher sind Vorhersagen für die Ausprägungen kostenintensiver Merkmale wünschenswert. Dieses kann mit klassischen statistischen Methoden erreicht werden, wenn für eine geeignete Teilstichprobe sowohl die Ausprägungen für die einfach als auch für die schwierig zu beobachtenden Merkmale verfügbar sind. Um Kosten zu reduzieren und/oder die Genauigkeit der Vorhersage zu verbessern, besteht ein Bedarf an optimalen Auswahlverfahren für Stichproben. In diesem Kontext können Konzepte aus der ursprünglich für technische Experimente entworfenen Theorie optimaler Designs unkonventionell genutzt werden, um effiziente Strategien für die Stichprobenauswahl zu entwickeln. Grundlegende Konzepte wie Relaxation auf stetige Verteilungen der Daten und Symmetrieeigenschaften können dabei zu einer wesentlichen Reduktion der Komplexität und somit zu praktikablen Lösungen führen. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, diese allgemeinen Ideen zu konkretisieren und sie auf ein solides theoretisches Fundament zu stellen, um sie somit für die Auswertung realer Datensätze verwertbar zu machen.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Dipl.-Math. Martin Radloff
Förderer: Sonstige - 01.10.2019 - 31.03.2024

Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche (II)

Die Gültigkeit statischer Modelle ist oft auf einen lokalen Bereich der eklärenden Variablen beschränkt. Dieser wird in vielen Anwendungsbereichen als rechteckig angenommen, d.h. die erklärenden Variablen können unabhängig voneinander variieren. In manchen Situationen sind jedoch sphärische Bereiche sinnvoller, die durch einen beschränkten Euklidischen oder Mahalanobis-Abstand zu einem zentralen Punkt für die Versuchseinstellungen beschrieben werden können.
Ziel der Versuchsplanung ist es, optimale oder zumindest effiziente Einstellungen für die erklärenden Variablen zu bestimmen, um die Qualität der statistischen Analyse zu optimieren. Beim Vorliegen klassischer linearer Regressionsmodelle sind Charakterisierungen optimaler Designs für sphärische Versuchsbereiche mit Hilfe von Invarianzen und Symmetrien schon seit längerem bekannt. Fragestellung dieses Projekts ist es, für die in der statistischen Praxis zunehmend verwendeten verallgemeinerten linearen Modelle bzw. nichtlinearen Modelle optimale Designs auf derartigen sphärischen Versuchsbereichen zu bestimmen. Erste Ergebnisse für Poisson-verteilte Zähldaten zeigen deutliche Abweichungen der hierfür benötigten optimalen Designs von denjenigen für klassische lineare Modelle.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Kooperationen: Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV; Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik
Förderer: Sonstige - 01.01.2023 - 31.03.2023

Quasi-Likelihood und Quasi-Information für nicht-lineare und verallgemeinert lineare gemischte Modelle (II)

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Kooperationen: Dr. Fritjof Freise, TiHo Hannover
Förderer: Sonstige - 01.04.2020 - 31.03.2023

Sequenziell-adaptives Design (II)

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: MSc Arnab Sarkar
Kooperationen: apl. Prof. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
Förderer: Sonstige - 01.04.2018 - 31.03.2023

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

Das Konzept rekurrenter Ereignisse bezieht das wiederholte zeitliche Auftreten von Erieignissen ein und derselben Art im Kontext klinischer Studien ein. Beispiele umfassen das Auftreten von Anfällen in Eilepsiestudien, 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 Behanslung notwendig wird. In dieser Situation kann die reine Tatsache, dass ein Patient ausscheidet, anzeigen, dass das interssierende 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, dass den rekurrenten Ereignisprozcess beendet. Zum Beispiel kann in einer Studie zu chronischen Herzerkrankungen das Eintreten des Todes dne Prozess der Hospitalisierung abbrechen. Da die Einflussfaktoren für Hospitalisierung bei Herzerkrankungen mit den Risikofakoren für das Einterten 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:	Dr. Martin Wendler
Kooperationen:	Charles University Prague, Zdenek Hlávka; Charles University Prague, Michal Pešta; Charles University Prague, Šárka Hudecová; Charles University Prague, Marie Hušková
Förderer:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.06.2022 - 31.05.2025

Gradual Functional Changes

With the advance of computer facilities and data storage warehouses, more and more data are being recorded continuously during a time period or intermittently at plethora of discrete time points. These are both examples of functional data, which furthermore embrace random fields or manifolds. Our attention is devoted to stochastic functions predominantly represented by random curves or surfaces, where every function is considered as a single observation. These observations are naturally ordered with respect to time and possibly changing over time. The interest is not in an individual change withineach curve, but in a change of the pattern across the sequence of curves. Almost all existing change detection methods are designed to discover abrupt breaks. Little attention has been paid to smooth structural changes, which may be more realistic in practice. With the

vantage of functional analysis and empirical processes, we can deploy advanced statistical tools like bootstrap or lasso to diagnose the gradual change of functional form in the time series of random curves.

7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

Prof. Dr. Claudia Kirch: Scoping Workshop "Challenges for Statistics in the Era of Data science", gemeinsam mit Prof. Dr. Barbara Hammer, Universität Bielefeld, Prof. Dr. Holger Dette, Ruhr-Universität Bochum, Prof. Dr. Johannes Lederer, Ruhr-Universität Bochum, 7.-9. Juni 2023, Xplanatorium Schloss Herrenhausen, Hannover

Prof. Dr. Claudia Kirch: Programm-Komitee der Essener Stochastiktage, 7.-10. März 2023, Universität Duisburg Essen

8. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Birghila, Corina; Boonen, Tim J.; Ghossoub, Mario
Optimal insurance under maxmin expected utility
Finance and stochastics - Berlin : Springer, Bd. 27 (2023), Heft 2, S. 467-501

Bratu, Mihaela Mirela; Birghila, Semaghiul; Coatu, Valentina; Danilov, Diana Andreea; Radu, Marius Daniel; Birghila, Corina
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in some commercial herbal teas
Polycyclic aromatic compounds - London [u.a.]: Francis & Taylor, Bd. 43 (2023), Heft 3, S. 2269-2282
[Imp.fact.: 2.4]

Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir V.
Second order ChebyshevEdgeworth-Type approximations for statistics based on random size samples
Mathematics - Basel : MDPI, Bd. 11 (2023), Heft 8, Artikel 1848, insges. 18 S.
[Imp.fact.: 2.4]

Ditzhaus, Marc; Yu, Menggang; Xu, Jingyue
Studentized permutation method for comparing two restricted mean survival times with small sample from randomized trials
Statistics in medicine - Chichester [u.a.]: Wiley, Bd. 42 (2023), Heft 13, S. 2226-2240
[Imp.fact.: 2.0]

Dormuth, Ina; Liu, Tiantian; Xu, Jingyue; Pauly, Markus; Ditzhaus, Marc
A comparative study to alternatives to the log-rank test
Contemporary clinical trials - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 128 (2023), Artikel 107165
[Imp.fact.: 2.2]

Freise, Fritjof; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer
Optimal design for estimating the mean ability over time in repeated item response testing
Journal of statistical planning and inference - Amsterdam : North-Holland Publ. Co., Bd. 225 (2023), S. 266-282
[Imp.fact.: 0.9]

Janßen, Anja; Neblung, Sebastian; Stoev, Stilian
Tail-dependence, exceedance sets, and metric embeddings
Extremes - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 26 (2023), Heft 4, S. 747-785
[Imp.fact.: 1.3]

Kirch, Claudia; Klein, Philipp
Moving sum data segmentation for stochastic processes based on invariance
Statistica Sinica - Taipei : Statistica Sinica, Institute of Statistical Science, Academia Sinica . - 2023, insges. 35 S.
[Imp.fact.: 1.4]

Matabuena, Marcos; Félix, Paulo; Ditzhaus, Marc; Vidal, Juan; Gude, Francisco
Hypothesis testing for matched pairs with missing data by maximum mean discrepancy - an application to continuous glucose monitoring
The American statistician - Abingdon : Taylor & Francis, Bd. 77 (2023), Heft 4, S. 357-369
[Imp.fact.: 1.8]

Niaparast, Mehrdad; MehrMansour, Sahar; Schwabe, Rainer
V-optimality of designs in random effects Poisson regression models
Metrika - Berlin : Springer . - 2023
[Imp.fact.: 0.7]

Radloff, Martin; Schwabe, Rainer
D-optimal and nearly D-optimal exact designs for binary response on the ball
Statistical papers - Berlin : Springer, Bd. 64 (2023), S. 1021-1040
[Imp.fact.: 1.3]

Radloff, Martin; Schwabe, Rainer
D-optimal and nearly D-optimal exact designs for binary response on the ball
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, insges. 16 S.;

Reimann, Adrian-Manuel; Schalk, Enrico; Jost, Felix; Mougiakakos, Dimitrios; Weber, Daniela; Döhner, Hartmut; Recher, Christian; Dumas, Pierre-Yves; Ditzhaus, Marc; Fischer, Thomas; Sager, Sebastian
AML consolidation therapy - timing matters
Journal of cancer research and clinical oncology - Berlin : Springer, Bd. 149 (2023), Heft 15, S. 13811-13821
[Imp.fact.: 3.6]

Reuter, Torsten; Schwabe, Rainer
Optimal subsampling design for polynomial regression in one covariate
Statistical papers - Berlin : Springer, Bd. 64 (2023), S. 1095-1117
[Imp.fact.: 1.3]

Tang, Yifu; Kirch, Claudia; Eun Lee, Jeong; Meyer, Renate
Posterior consistency for the spectral density of non-Gaussian stationary time series
Scandinavian journal of statistics - Oxford : Wiley-Blackwell, Bd. 50 (2023), Heft 3, S. 1152-1182
[Imp.fact.: 1.0]

NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFSÄTZE

Freise, Fritjof; Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer
A p-step-ahead sequential adaptive algorithm for D-optimal nonlinear regression design
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2307.02086, insges. 32 S.

Gnettner, Felix; Kirch, Claudia; Nieto-Reyes, Alicia
Variations of the depth based Liu-Singh two-sample test including functional spaces
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2308.09869, insges. 56 S.

Janßen, Anja; Ziegenbalg, Max
Multivariate regular variation of preferential attachment models
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2310.02785, insges. 39 S.

Kirch, Claudia; Klein, Philipp; Meyer, Marco
Scan statistics for the detection of anomalies in M-dependent random fields with applications to image data
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2311.09961, insges. 56 S.

Liu, Yixuan; Kirch, Claudia; Eun Lee, Jeong; Mayer, Renate
A nonparametrically corrected likelihood for Bayesian spectral analysis of multivariate time series
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2306.04966, insges. 45 S.

Reuter, Torsten; Schwabe, Rainer
D-optimal subsampling design for massive data linear regression
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2307.02236, insges. 21 S.

Reuter, Torsten; Schwabe, Rainer
Optimal subsampling design for polynomial regression
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2301.03295, insges. 19 S.;

Tang, Yifu; Kirch, Claudia; Eun Lee, Jeong; Mayer, Renate
Bayesian nonparametric spectral analysis of locally stationary processes
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2303.11561, insges. 65 S.

BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir V.
Second order chebyshev-edgeworth-type approximations for statistics based on random size samples
Limit theorems of probability theory - Basel : MDPI ; Tikhomirov, Alexander . - 2023, S. 247-264

HABILITATIONEN

Prus, Maryna; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Optimal experimental designs in multiple-group mixed models
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Habilitationsschrift Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023 Kumulative Habilitationsschrift, 1 Online-Ressource (verschiedene Blattzählung, 1,92 MB) ;
[Literaturangaben][Literaturangaben]

DISSERTATIONEN

Wegner, Lea; Wendler, Martin [AkademischeR BetreuerIn]; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]
U-statistics for detecting and estimating changes in weakly dependent functional data
Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (126 Seiten, 1,85 MB) ;
[Literaturverzeichnis: Seite 121-126]