MATH FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Forschungsbericht 2017

FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Universitätsplatz 2, Gebäude 02, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58663, Fax +49 (0)391 67 11213
fma@uni-magdeburg.de

1. Leitung

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

2. Institute

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

3. Forschungsprofil

Das wissenschaftliche Profil der Fakultät für Mathematik wird durch eine Konzentration der Ressourcen auf die drei Schwerpunkte

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

bestimmt.

Die **Diskrete Mathematik und Optimierung** umfasst u.a. die Gebiete Kombinatorik, Kommutative Algebra, Algebraische Statistik, Codierungstheorie/ Kryptographie, Diskrete/Konvexe Geometrie, Endliche Körper, Diskrete Optimierung, gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung, Algorithmische Optimierung, wie auch Mathematik-Didaktik. Im Zentrum der Aktivitäten steht neben der Grundlagenforschung auch die Anwendung von Methoden und Strukturen. Das Themenspektrum reicht von der digitalen Datenübertragung über diskret-geometrische Fragestellungen bis hin zu Optimierungsproblemen in den Ingenieurwissenschaften und in der Medizin. Dieser Bereich ist u.a. am Forschungszentrum *Dynamische Systeme* der Otto-von-Guericke-Universität beteiligt und wird im Rahmen verschiedener Projekte von der DFG und der EU gefördert. Besonders zu nennen sind ein ERC-Grant von Prof. Sager und das Graduiertenkolleg zur *Mathematischen Komplexitätsreduktion*, das am 01.04.2017 seine Arbeit aufgenommen hat und in das auch die Mathematische Stochastik sowie je ein Kollege des Magdeburger Max-Planck-Instituts sowie der Elektro- und Informationstechnik eingebunden sind.

Die **Nichtlineare Analysis und Numerik** hat aktive Kooperationen mit den Fakultäten für Naturwissenschaften, Maschinenbau, Verfahrens- und Systemtechnik sowie dem Max-Planck-Institut. Das Spektrum der Forschungsarbeiten reicht dabei von qualitativen Lösungseigenschaften elliptischer, parabolischer und hyperbolischer Differentialgleichungen, differentialgeometrischen Fragestellungen, der Konvergenz-, Stabilitäts- und Genauigkeitsanalyse von Diskretisierungen bis hin zur Konstruktion effektiver Algorithmen auf modernen Rechnerarchitekturen. Das Forschungsgebiet ist interdisziplinär im DFG-Graduiertenkolleg *Mikro-Makro-Wechselwirkungen von strukturierten Medien und Partikelsystemen* vertreten.

Die **Mathematische Stochastik** umfasst die Gebiete Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sowie deren Anwendungen. Stochastische Methoden zur Modellierung von zufallsabhängigen Vorgängen werden in fast allen

Wissenschaftsbereichen benötigt und angewendet. Die Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Stochastik ist daher für die Universität von wesentlicher Bedeutung. Das Institut für Mathematische Stochastik bietet die Möglichkeit für Diskussionen, Hilfestellungen und Kooperationen mit Arbeitsgruppen und für Studierende aller Fakultäten an. Zentrale Forschungsthemen sind stochastische Prozesse, Zeitreihenanalyse, maschinelles Lernen und die Planung und Auswertung statistischer Experimente.
Das Forschungsgebiet ist ins DFG-Graduiertenkolleg *Mathematische Komplexitätsreduktion* eingebunden.

4. Veröffentlichungen

Dissertationen

Alkurdi, Yaser; Warnecke, Gerald [GutachterIn]; Bück, Andreas [GutachterIn]
Numerical simulation schemes for inhomogeneous convection-diffusion systems modeling fluidized beds. - Magdeburg, 2017, vi, 145 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 137-143]

Eichmann, Sascha; Grunau, Hans-Christoph [GutachterIn]
Willmore surfaces of revolution satisfying Dirichlet data. - Magdeburg, 2016, 105 Seiten, Illustrationen, 30 cm
[Literaturverzeichnis: Seite 99-102]

Holzhauer, Björn; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Meta-analysis of aggregate data on medical events. - Magdeburg, 2017, V, 152 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 111-124]

Okiro, Jared Ouma; Warnecke, Gerald [GutachterIn]
Analytical and numerical investigation of an intracellular calcium dynamics model. - Magdeburg, 2017, ix, 128 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 115-127]

Schmidt, Dennis; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Versuchsplanung für nichtlineare multiple Regressionsmodelle mit Anwendung auf zensierte Daten. - Magdeburg, 2017, IV, 127 Seiten

Simon, Kristin; Tobiska, Lutz [AkademischeR BetreuerIn]
Higher order stabilized surface finite element methods for diffusion-convection-reaction equations on surfaces with and without boundary. - Barleben docupoint Verlag 2017, xiv, 112 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (Docupoint Wissenschaft; Micro-macro transactions; Volume 28), ISBN 978-3-86912-133-8;
[Literaturverzeichnis: Seite 107-112]

INSTITUT FÜR ALGEBRA UND GEOMETRIE

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58713 Fax +49 (0)391 67 11213
jeannette.polte@ovgu.de

1. Leitung

Prof. Dr. Benjamin Nill (Institutsleiter)
Prof. Dr. Alexander Pott
PD Dr. Gohar Kyureghyan (bis 31.01.2017)

2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. Herbert Henning (im Ruhestand)
Jun. Prof. Dr. Thomas Kahle
PD Dr. Gohar Kyureghyan (bis 31.01.2017)
Prof. Dr. Wilfried Meidl (Vertretungsprof. bis 31.03.2017)
Prof. Dr. Benjamin Nill
Prof. Dr. David Ploog (Vertretungsprof. ab 01.10.2017)
Prof. Dr. Alexander Pott
Prof. Dr. Christian Stump (Vertretungsprof. 01.04. - 30.09.2017)
Prof. Dr. Wolfgang Willems (im Ruhestand)

3. Forschungsprofil

Algebra

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

Didaktik der Mathematik

- Untersuchungen zu Modellbildungsprozessen in anwendungsbezogenen Vernetzungen zwischen einzelnen MINT-Fächern mit dem Schwerpunkt Mathematik und Technik
- Theoretische und schulpraktische Untersuchungen zur Aufgabenvariation als Unterrichtsmethode für einen vernetzenden, fächerübergreifenden Unterricht unter dem besonderen Aspekt der mathematischen Modellierung beim Problemlösen
- Niveaubeschreibungen der Entwicklung allgemeiner und fachbezogener Schülerkompetenzen im mathematischen Unterricht, insbesondere bezogen auf die Gestaltung der Kursstufe im gymnasialen Unterricht

Diskrete Mathematik

- Differenzmengen
- Endliche Körper
- Äquivalenz von Funktion
- Permutationspolynome
- Projektive Ebenen

- Cryptography and Communications

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

Mitarbeit in Editorial Boards
- Jun.Prof. Dr. Thomas Kahle: Journal of Algebraic Statistics
- Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Alexander Pott: International Journal of Information and Coding Theory
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Bulletin of the Belarus State University
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Advances in Mathematics of Communications

4. Kooperationen

- Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
- CODES, INRIA, Frankreich
- Freie Universität Berlin
- HTW Berlin
- Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics, Linz
- KTH Stockholm
- Kyoto Sangyo University
- Michigan Technology, Houghton
- Middle East Technical University, Ankara
- Stockholm University
- Technische Universität Berlin
- Universität Genua (Italien)
- Universität Osnabrück
- University of Gent (Belgien)
- University of Nottingham

5. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Kooperationen: Gennadiy Averkov (OvGU Magdeburg)
Förderer: Haushalt; 01.10.2015 - 30.09.2017
Volumenschranken für Gitterpolytope mit inneren Gitterpunkten
Wir verbessern die existierenden Volumenschranken fuer Gittersimplizes und Gitterpolytope mit fester Anzahl innerer Gitterpunkte. Dieses Projekt der Geometrie der Zahlen ist u.a. auch von Interesse in der torischen Geometrie.

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Kooperationen: Gabriele Balletti (Stockholm University)
Förderer: Stiftungen - Sonstige; 01.10.2016 - 30.09.2018
Ehrhart-Polynome hoch-dimensionaler Gitterpolytope

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

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Projektbearbeitung: Johannes Hofscheier
Förderer: Haushalt; 01.11.2015 - 30.09.2017

Gitterpolytope von festem Grad

Der Grad eines Gitterpolytopes ist ein wichtiges Maß für deren Komplexität. In diesem Projekt erproben wir neue zahlentheoretische Ansaetze zur Untersuchung von Gitterpolytopen von festem Grad und deren Ehrhartpolynomen.

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

Komplexitätsreduktion von Gorensteinpolytopen

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

Projektleitung: Prof. Dr. Benjamin Nill
Förderer: Haushalt; 01.11.2015 - 30.09.2017

Gitterpunkte in Familien von Gitterpolytopen

Es wird untersucht, inwieweit sich Resultate der Ehrhart-Theorie auf Familien von Gitterpolytopen verallgemeinern lassen. Diese Fragestellung ist aus der algebraischen Geometrie und geometrischen Kombinatorik motiviert.

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

Almost perfect nonlinear functions

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Pott
Projektbearbeitung: Alexandr Polujan
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2016 - 30.09.2020

Bent Funktionen

Es werden die Klassifikation und die Konstruktion von bent Funktionen vom Grad 3 sowie von homogenen bent Funktionen untersucht sowie außerdem sowie die Untersuchung der zugehörigen kombinatorischen Inzidenzstrukturen.

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

Die Zyklenstruktur von Permutationspolynomen

Ziel des Projektes ist es, die Zyklenstruktur von Permutationen von endlichen Körpern zu bestimmen, die als Polynome gegeben sind. Von besonderem Interesse sind dabei Permutationspolynome der Form x + \gamma Tr(xk).
Kooperation mit Prof.in Dr. Gohar Kyureghyan (Universität Rostock)

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

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Pott
Projektbearbeitung: Wilfried Meidl, Ayca Cesmelioglu
Förderer: Stiftungen - Sonstige; 01.10.2015 - 30.09.2017

Qualitätstheorie von relativen Differenzmengen (RDS)
Man kann den Komponenten sogenannte "weakly regular", RDS's duale Komponentenfunktionen, zuordnen. Wir untersuchen, ob diese dualen Komponenten wieder eine RDS liefern. Das Projekt läuft unter enger Zusammenarbeit mit Prof. Wilfried Meidl vom RICAM Linz (Österreich).

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr. Thomas Kahle
Kooperationen: Freie Universität Berlin; Universität Genua (Italien)
Förderer: Haushalt; 01.10.2015 - 30.09.2017

Coxetergruppen und hochdimensionale kommutative Algebra
Es wird untersucht wie Resultate aus der Theorie der hyperbolischen Coxetergruppen Monomideale mit extremalen Eigenschaften liefern. Damit werden neue Einblicke in die Komplexitätstheorie die kommutativen Algebra möglich.

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

Geometry of optimal designs for nonlinear models in statistics
In diesem Projekt werden Optimalitätsregionen von statistischen Designs mit Werkzeugen aus der algebraischen Geometrie und reelen Algebra untersucht. Wichtige Beispielklassen in denen die Optimalitätsregionen semi-algebraisch beschrieben werden können sind Poissonregression und das Bradley-Terry Modell für paarweise Vergleiche.

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

Mehrfache Ruhelangen in Reaktionsnetzwerken mit Massenwirkungskinetik
In diesem Projekt untersuchen wir strukturelle Bedingungen für die Existenz mehrerer Ruhelagen eines Massenwirkungsnetzwerkes. Diese Eigenschaft ist in der Modellierung von hoher Bedeutung, da mit ihr biologische Schaltprozesse, etwa bei der Zellteilung oder beim programmierten Zelltod, abgebildet werden. Es ist mathematisch schwierig die Existenz mehrerer Ruhelagen zu entscheiden, insbesondere hängt dieses Verhalten von den unbekannten Parametern des Systems ab. Die Existenz mehrerer Ruhelagen ist äquivalent zur Existenz mehrerer strikt positiver

Lösungen eines polynomiellen Gleichungssystems. Trotz seiner reel-algebraischen Natur ist dieses Problem bisher hauptsächlich in der Verfahrenstechnik und mathematischen Biologie betrachtet worden. In diesem Projekt nutzen wir unsere komplementäre Expertise in mathematischer Biologie und algebraischer Geometrie um Fortschritte beim Verständnis mehrfache Ruhelagen zu machen.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr. Thomas Kahle

Projektbearbeitung: Ananiadi, Lamprini

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.05.2017 - 30.04.2020

Symmetric Limit Objects in Polyhedral and Toric Geometry

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

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

Projektleitung: Dr. Wolfram Eid

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 18.03.2013 - 18.03.2018

Erarbeitung des Fachlehrplans Mathematik an Gymnasien (wissenschaftliche Begleitung)

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

6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

- Joint Research Seminar "Lattice Polytopes and Symplectic geometry"; 20. Januar 2017, 21. Februar 2017, 26. April 2017; FU Berlin, Universität Köln und Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Organisatoren: Christian Haase, Benjamin Nill, Silvia Sabatini)
- Oberwolfach Workshop "Algebra Statistics"; 16. - 22. April 2017; Forschungsinstitut Oberwolfach (Organisator: Thomas Kahle)
- 10. Tagung des GDM-Arbeitskreises "Vernetzungen im Mathematikunterricht"; 21. - 22. Aprili 2017; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Organisatoren: Astrid Brinkmann, Brigitte Leneke)
- Macaulay2 Workshop; 27. - 29. Juli 2017; Georgia Tech Atlanta USA (Organisator: Thomas Kahlel)
- Minisymposium "Core Algorithms in Algebra and Geometry"; 31. Juli - 4. August 2017; auf SIAM AGAG Konferenz (Organisator: Thomas Kahle)
- Vorlesungen auf der "Autum School on Binomial Ideals"; 3. - 9. September 2017; Lukecin, Polen (Organisator: Thomas Kahle)
- 5. Irsee Konferenz "Finite Geometry"; 10. - 16. September 2017; Kloster Irsee (Organisatoren: Michel Lavrauw, Klaus Metsch, Alexander Pott)
- Workshop "Interactions with Lattice Polytopes"; 14. - 16. September 2017; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Organisatoren: Christopher Borger, Alexander Kasprzyk, Johannes Hofscheier, Benjamin Nill)
- Workshop zur Ausstellung "Women of Mathematics throughout Europe"; 16. - 17. November 2017; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Organisatoren: Eugenia Saorin Gomez, Brigitte Leneke)
- Mini-Workshop "Lattice Polytopes: Methods, Advances, Applications"; 17. - 23. September 2017; Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Organisatoren: Takayuki Hibi, Akihiro Higashitani, Katharina Jochemko, Benjamin Nill)

7. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Hofscheier, Johannes; Katthän, Lukas; Nill, Benjamin

Ehrhart theory of spanning lattice polytopes

In: International mathematics research notices: IMRN - Oxford: Oxford University Press, 2017; http://dx.doi.org/10.1093/

imrn/rnx065
[Imp.fact.: 0,924]

Jensen, Anders; Kahle, Thomas; Katthän, Lukas
Finding binomials in polynomial ideals
In: Research in the mathematical sciences - New York, NY [u.a.]: Springer, Bd. 4.2017, 1, insges. 10 S.

Kahle, Thomas; Kubjas, Kaie; Kummer, Mario; Rosen, Zvi
The geometry of rank-one tensor completion
In: Siam journal on applied algebra and geometry - Philadelphia, PA: SIAM, Bd. 1.2017, 1, S. 200-221

Kasprzyk, Alexander; Nill, Benjamin; Prince, Thomas
Minimality and mutation-equivalence of polygons
In: Forum of mathematics / Sigma - Cambridge: Cambridge Univ. Press, Vol. 5.2017, Art. e18, insgesamt 48 S.

Li, Chengju; Ding, Cunsheng; Li, Shuxing
LCD cyclic codes over finite fields
In: IEEE transactions on information theory: a journal devoted to the theoretical and experimental aspects of information transmission, processing, and utilization: a publication of the IEEE Information Theory Society - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 63.2017, 9, S. 4344-4356
[Imp.fact.: 2,679]

Li, Shuxing
The weight hierarchy of a family of cyclic codes with arbitrary number of nonzeroes
In: Finite fields and their applications - Orlando, Fla. [u.a.]: Elsevier, Bd. 45.2017, S. 355-371
[Imp.fact.: 0,813]

Li, Shuxing; Ding, Cunsheng; Xiong, Maosheng; Ge, Gennian
Narrow-sense BCH codes over GF(q) with length n=q m-1/q-1
In: IEEE transactions on information theory: a journal devoted to the theoretical and experimental aspects of information transmission, processing, and utilization: a publication of the IEEE Information Theory Society - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 63.2017, 11, S. 7219-1236
[Imp.fact.: 2,679]

Li, Shuxing; Ge, Gennian
Constructions of maximum distance separable symbol-pair codes using cyclic and constacyclic codes
In: Designs, codes and cryptography: an international journal - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 84.2017, 3, S. 359-372
[Imp.fact.: 1,009]

Li, Shuxing; Li, Chengju; Ding, Cunsheng; Liu, Hao
Two families of LCD BCH codes
In: IEEE transactions on information theory: a journal devoted to the theoretical and experimental aspects of information transmission, processing, and utilization: a publication of the IEEE Information Theory Society - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 63.2017, 9, S. 5699-5717
[Imp.fact.: 2,679]

Li, Shuxing; Wei, Hengjia; Ge, Gennian
Generic constructions for partitioned difference families with applications - a unified combinatorial approach
In: Designs, codes and cryptography: an international journal - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 82.2017, 3, S. 583-599
[Imp.fact.: 1,009]

Ploog, David; Broomhead, Nathan; Pauksztello, David
Discrete derived categories I: homomorphisms, autoequivalences and t-structures
In: Mathematische Zeitschrift - Berlin: Springer, Bd. 285.2017, 1/2, S. 39-89

[Imp.fact.: 0,738]

Ploog, David; Hein, Georg
Stability of picard sheaves
In: Journal of geometry and physics: JGP - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 122.2017, S. 59-68
[Imp.fact.: 0,819]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Hille, Lutz; Ploog, David
Tilting chains of negative curves on rational surfaces
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 13 S., 2017

Krug, Andreas; Ploog, David; Sosna, Pawel
Derived categories of resolutions of cyclic quotient singularities
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 34 S., 2017

Ploog, David; Broomhead, Nathan; Pauksztello, David
Discrete triangulated categories
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 14 S., 2017

INSTITUT FÜR ANALYSIS UND NUMERIK

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

1. Leitung

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

2. HochschullehrerInnen

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

3. Forschungsprofil

AG Analysis (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: 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

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

Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen (Deckelnick)
- Entwicklung & Analyse numerischer Näherungsverfahren
- Parameteridentifikationsprobleme

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

Ricci-Fluss (Simon)
- Verhalten von Singularitäten
- Existenz und Regularität im Falle nichtglatter Anfangsdaten

AG Numerische Mathematik in Anwendungen (Richter)
- Analyse von Fluid-Struktur-Interaktionsproblemen mit Anwendung in der Medizin auf Höchstleistungsrechnern zur schnellen Simulation
- Einsatz adaptiver Finite Elemente Methoden zur Diskretisierung von partiellen Differenzialgleichungen. Analyse dualitätsbasierter Fehlerschätzer in Ort und Zeit
- Entwurf und Analyse von effizienten numerischen Methoden zur Simulation von Multiphysik-Problemen

AG Numerische Analysis: (Tobiska, Schieweck)
- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- Eigenschaften der Lösung 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)
- Analytische Zahlentheorie
- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Diskretisierungsverfahren (FEM, FVM, FDM, kinetische Verfahren) für partielle Differentialgleichungssysteme, Entwicklung numerischer Verfahren
- Riemann-Probleme für Systeme hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, resonante Wellen, Phasenübergänge
- Theoretische und numerische Untersuchung von Systemen von Erhaltungsgleichungen, insbesondere in der Gasdynamik, Mehrphasengemische,

4. Kooperationen

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

5. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr. Miles Simon

Projektbearbeitung: Liu, Dr. Jiawei

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 31.12.2019

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Lutz Tobiska

Projektbearbeitung: A. Hahn

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2012 - 30.09.2017

ALE-FEM für Zweiphasenströmungen mit Surfactants

Numerische Berechnungen von Zweiphasenströmungen mit oberflächenaktiven Substanzen (Surfactants) sind sehr gefragt in verschiedenen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen. Die Anwesenheit der Surfactants erhöht die Komplexität, der ohnehin schon herausfordernden Berechnung der Zweiphasenströmung. Surfactants verändern die Strömungsdynamik deutlich durch eine Senkung der Oberflächenspannung an der Grenzfläche. Darüber hinaus ist die Konzentration von Surfactants an der Grenzschicht oft nicht homogen wodurch Marangoni Kräfte induziert werden. Zusätzlich finden, im Falle von löslichen Surfactants, Adsorption und Desorption an der Grenzschicht und zwischen den Bulkphasen statt. Das Ziel dieses Projektes ist die Analyse und Implementierung von ALE-Finite-Elemente basierte Diskretisierung für die robuste und akurate Simulation von Zweiphasenströmungen mit löslichen und unlöslichen Surfactants im dreidimensionalen Fall.

Projektleitung: Prof. Dr. Lutz Tobiska

Projektbearbeitung: Kristin Held

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.03.2012 - 28.02.2017

GRK 1554 Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien- und Partikelsystemen "Discretization of coupled pdes for surfacant influenced interfaces"

Das Projekt befasst sich mit der Konzentrationsverteilung von Surfactants in den Kernphasen und auf der Oberfläche. Es sind FEM -basierte Lösungsverfahren für die gekoppelten Systeme partieller Differentialgleichungen zu entwickeln und zu analysieren.

Projektleitung: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeitung: Hantke, Dr. Maren; Matern, MSc Christoph

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2016 - 30.06.2019

Graduiertenkolleg 1554, Mikro-Macro-Interactions in structured Media and Particle Systems

Disperse Zwei-Phassen-Strömungen mit Phasenübergängen

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeitung: Yaghi, M.Sc. Hazem; Hantke, Dr. Maren

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.08.2017 - 31.03.2019

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

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeitung: Dr. Carlos Cueto Camejo, M.Sc. Taj Munir

Kooperationen: PD Dr. Martin Falcke (MDC, Berlin)

Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.04.2016 - 31.03.2019

Simulation von "excitation contraction coupling" in ventrikulären Kardiomyzyten

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

Arrhytmia und Fibrillation sind führende Ursachen für Herztod. Sie können durch Alternas und arrhythmogene Prozesse auf Zellebene verursacht werden. Ca2+Dynamik ist involviert bei einigen von ihnen. Das Projekt wird zelluläre arrhythmogene Prozesse untersuchen, die zum Teil bekannt aber in ihrer Wechselwirkung wenig verstanden sind, durch die Simulation von excitation contraction coupling (ECC) in ventrikulären Kardiomyozyten. Membrandepolarisation wird in tausenden diadischen Spalten in ein Kalziumsignal übertragen. Der große Bereich von Raum- und Zeitskalen des Problems verlangt eine Multiskalentechnik, die die Konzentration in den Spalten durch quasistatische Greensche Funktionen beschreibt, und die Reaktions-Diffusions-Prozesse im Volumen mit Finite-Element-Methoden (FEM) simuliert. Die Dynamiken der Ionenkanäle in den Spalten werden wir stochastisch simulieren. Das Membranpotentialmodell wird zelltyp- und speziesspezifisch sein. Wir werden problemspezifisches hybrid stochastisch-deterministisches Zeitschritt-Management entwickeln. Der Bereich von Raum- und Zeitskalen im

Volumen erfordert räumliche und zeitliche Adaptivität der FEM. Wir werden Algorithmen für ihre gleichzeitige Nutzung erarbeiten, und lineare implizite Runge-Kutta-Methoden höherer Ordnung einsetzen, um den Anforderungen an das Zeitschritt-Management gerecht zu werden. Für die Nutzung von Hochleistungsrechnern werden wir angepasste "load balancing"-Methoden entwickeln.

Projektleitung: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeitung: Shaohua, Yu

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.05.2014 - 30.04.2018

Two phase mixture conservation laws for flows with chemical reactions

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

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter

Projektbearbeitung: Carolin, Mehlmann

Förderer: Deutsche Bundesstiftung Umwelt; 01.12.2015 - 30.11.2018

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Thomas Richter

Kooperationen: Prof. Dr. Boris Vexler, TU München; Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Rannacher, Universität Heidelberg; Prof. Dr. Stefan Turek, TU Dortmund

Förderer: Bund; 01.12.2016 - 31.07.2020

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

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

Projektleitung: Dr. Maren Hantke

Projektbearbeitung: Dipl.-Math. Ferdinand Thein

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2017 - 31.03.2018

Eulergleichungen mit Phasenübergängen

Untersucht werden Riemann-Probleme für die Eulergleichungen unter Berücksichtigung von Phasenübergängen, d.h. Kondensation und Verdampfung, sowohl für Mischungen als auch für Reinstoffe. Ziel des beantragten Projektes ist es, sämtliche mögliche Lösungsklassen zu beschreiben und in allen diesen Klassen Existenz und Eindeutigkeit der Lösung zu beweisen und die exakte Lösung zu konstruieren. Insbesondere werden auch die Fälle von Kavitation und Nukleation untersucht. Weiterhin erfolgt die Entwicklung numerischer Verfahren in allen Lösungs- und Problemklassen.

6. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Barrett, John W.; Deckelnick, Klaus; Styles, Vanessa
Numerical analysis for a system coupling curve evolution to reaction diffusion on the curve
In: SIAM journal on numerical analysis - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 55.2017, 2, S. 1080-1100
[Imp.fact.: 1,899]

Boettcher, Ronny; Kunik, Matthias; Eichmann, Sascha; Russell, Alexander; Mueller, Peter
Revisiting energy dissipation due to elastic waves at impact of spheres on large thick plates
In: International journal of impact engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 104.2017, S. 45-54
[Imp.fact.: 2,938]

Böhm, Christoph; Lafuente, Ramiro; Simon, Miles
Optimal curvature estimates for homogeneous Ricci flows
In: International mathematics research notices: IMRN - Oxford: Oxford University Press, 2017; http://dx.doi.org/10.1093/imrn/rnx256
[Imp.fact.: 0,924]

Deckelnick, Klaus; Grunau, Hans-Christoph; Röger, Matthias
Minimising a relaxed Willmore functional for graphs subject to boundary conditions
In: Interfaces and free boundaries - Zürich: European Mathematical Soc. Publ. House, Bd. 19.2017, 1, S. 109-140
[Imp.fact.: 0,868]

Deckelnick, Klaus; Hinze, Michael; Jordan, Tobias
An optimal shape design problem for plates
In: SIAM journal on numerical analysis - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 55.2017, 1, S. 109-130
[Imp.fact.: 1,750]

Eichmann, Sascha; Grunau, Hans-Christoph
Existence for Willmore surfaces of revolution satisfying non-symmetric Dirichlet boundary conditions
In: Advances in calculus of variations - Berlin: de Gruyter, 2017; http://dx.doi.org/10.1515/acv-2016-0038
[Imp.fact.: 1,182]

Frei, Stefan; Richter, Thomas
A second order time-stepping scheme for parabolic interface problems with moving interfaces
In: Mathematical modelling and numerical analysis: an international journal on applied mathematics - Les Ulis: EDP Sciences, Bd. 51.2017, 4, S. 1539-1560
[Imp.fact.: 1,727]

Hallak, Bassem; Specht, Eckehard; Herz, Fabian; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald
Influence of particle size distribution on the limestone decomposition in single shaft kilns
In: Energy procedia - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 120.2017, S. 604-611

Han, Ee; Hantke, Maren; Müller, Siegfried
Efficient and robust relaxation procedures for multi-component mixtures including phase transition
In: Journal of computational physics - Amsterdam: Elsevier, Bd. 338.2017, S. 217-239
[Imp.fact.: 2,556]

Kunik, Matthias
A scaling property of Farey fractions, Part III: representation formulas
In: European journal of mathematics - Berlin [u.a.]: Springer, Bd. 3.2017, 2, S. 363-378

Kunik, Matthias
A scaling property of Farey fractions, Part IV: mean value formulas
In: European journal of mathematics - Berlin [u.a.]: Springer, 2017; http://dx.doi.org/10.1007/s40879-017-0197-6

Mehlmann, Carolin; Richter, Thomas
A finite element multigrid-framework to solve the sea ice momentum equation
In: Journal of computational physics - Amsterdam: Elsevier, Bd. 348.2017, S. 847-861
[Imp.fact.: 2,744]

Mehlmann, Carolin; Richter, Thomas
A modified global Newton solver for viscous-plastic sea ice models
In: Ocean modelling online - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 116.2017, S. 96-107
[Imp.fact.: 3,341]

Rummler, Bernd; Ruži ka, Michael; Thäter, Gudrun
Exact poincaré constants in two-dimensional annuli - poincaré constants in 2d-annuli
In: ZAMM: journal of applied mathematics and mechanics - Berlin: Wiley-VCH, Bd. 97.2017, 1, S. 110-122
[Imp.fact.: 1,332]

Simon, Miles
Ricci flow of regions with curvature bounded below in dimension three
In: The journal of geometric analysis - New York, NY: Springer, insges. 20 S., 2017
[Imp.fact.: 1,109]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Dall'Acqua, Anna; Deckelnick, Klaus
An obstacle problem for elastic graphs*
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 20 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.02)

Deckelnick, Klaus; Elliott, Charles M.; Miura, Tatsu-Hiko
Hamilton-Jacobi equations on an evolving surface
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 19 Seiten, Illustrationen - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.07)
[Literaturverzeichnis: Seite 18-19]

Kunik, Matthias
A scaling property of Farey fractions, Part IV: Mean value formulas
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 12 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.03)

Begutachtete Buchbeiträge

Richter, Thomas
ALE formulation for fluid-structure interactions
In: Fluid-structure Interactions: Models, Analysis and Finite Elements - Cham: Springer International Publishing, S. 203-254, 2017 - (Lecture Notes in Computational Science and Engineering; 118)

Richter, Thomas
Discretization
In: Fluid-structure Interactions: Models, Analysis and Finite Elements - Cham: Springer International Publishing, S. 117-199, 2017 - (Lecture Notes in Computational Science and Engineering; 118)

Richter, Thomas

Fully eulerian formulation for fluid-structure interactions
In: Fluid-structure Interactions: Models, Analysis and Finite Elements - Cham: Springer International Publishing, S. 255-279, 2017 - (Lecture Notes in Computational Science and Engineering; 118)

Abstracts

Bannasch, Sebastian; Warnecke, Gerald; Rose, Georg
Dynamische Perfusionsbildgebung mit C-Arm-System
In: Clinical neuroradiology: official publication of the German, Austrian and Swiss societies of neuroradiology - München: Urban & Vogel, Vol. 27.2017, Suppl. 1, Art. 311, S. S46
[Tagung: 52. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie e.V. , Gürzenich, Köln,11.14. Oktober 2017]
[Imp.fact.: 2,618]

Bannasch, Sebastian; Warnecke, Gerald; Rose, Georg
Robust computation of perfusion maps for spatiotemporal model-based CT reconstructionsons
In: Recent progress and developments: 3rd Conference on Image-Guided Interventions & Focus Neuroradiologie, November 6 and 7, 2017, Magdeburg, Germany: abstract book - Magdeburg, 2017, Art. ID47, S. 31
[Konferenz: 3rd Conference on Image-Guided Interventions & Focus Neuroradiologie, Magdeburg, Germany, November 6 and 7, 2017]

Dissertationen

Alkurdi, Yaser; Warnecke, Gerald [GutachterIn]; Bück, Andreas [GutachterIn]
Numerical simulation schemes for inhomogeneous convection-diffusion systems modeling fluidized beds. - Magdeburg, 2017, vi, 145 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 137-143]

Eichmann, Sascha; Grunau, Hans-Christoph [GutachterIn]
Willmore surfaces of revolution satisfying Dirichlet data. - Magdeburg, 2016, 105 Seiten, Illustrationen, 30 cm
[Literaturverzeichnis: Seite 99-102]

Okiro, Jared Ouma; Warnecke, Gerald [GutachterIn]
Analytical and numerical investigation of an intracellular calcium dynamics model. - Magdeburg, 2017, ix, 128 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 115-127]

Simon, Kristin; Tobiska, Lutz [AkademischeR BetreuerIn]
Higher order stabilized surface finite element methods for diffusion-convection-reaction equations on surfaces with and without boundary. - Barleben docupoint Verlag 2017, xiv, 112 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (Docupoint Wissenschaft; Micro-macro transactions; Volume 28), ISBN 978-3-86912-133-8;
[Literaturverzeichnis: Seite 107-112]

Zergänge, Norman; Simon, Miles [AkademischeR BetreuerIn]
Convergence of Riemannian manifolds with critical curvature bounds. - Magdeburg, 2017, i, 98 Seiten, Illustrationen, 30 cm
[Literaturverzeichnis: Seite 95-98]

INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE OPTIMIERUNG

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58756, Fax +49 (0)391 67 11171
imo@uni-magdeburg.de

1. Leitung

Prof. Dr. rer. nat. habil. Volker Kaibel (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr. rer. nat. habil. Sebastian Sager

2. HochschullehrerInnen

PD Dr. Gennadiy Averkov
Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Dr. h.c. Eberhard Girlich
Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Friedrich Juhnke
Prof. Dr. rer. nat. habil. Volker Kaibel
Prof. Dr. rer. nat. habil. Sebastian Sager
apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Frank Werner

3. Forschungsprofil

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

4. Serviceangebot

MINT II Schülerpraktikum:

Annalena Erbrecht (Schülerin, 12. Klasse)
Betreuung vom 01.08. - 30.09.2017
Betreuer: Dr. Michael Höding

Annika Borrmann (Schülerin, 12. Klasse)
Betreuung vom 01.08. - 30.09.2017

Betreuer: Dr. Michael Höding

5. Kooperationen

- Daimler
- Deutsche Lufthansa
- mathe.medical
- Volkswagen - Umwelt und Strategie

6. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr. Volker Kaibel

Projektbearbeitung: Friesen, Mirjam

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2014 - 31.12.2018

Erweiterte Formulierungen in der Kombinatorischen Optimierung

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

Projektleitung: Prof. Dr. Sebastian Sager

Förderer: EU - ERC HORIZONT 2020; 01.07.2015 - 30.06.2020

ERC Consolidator Grant MODEST: Mathematical Optimization for clinical DEcision Support and Training
Entwicklung mathematischer Modelle für eine **personalisierte Medizin** der **Zukunft**

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Sebastian Sager
Kooperationen: mathe.medical GmbH
Förderer: EU - ERC HORIZONT 2020; 01.10.2016 - 31.03.2018

ERC Proof of Concept Grant ISITFLUTTER: diagnosis app for regular aTrial arrhytmia like Flutter Optimierung zur Diagnose von Herzrhythmusstörungen

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

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

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

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

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

Mathematische Komplexitätsreduktion (GRK 2297/1)
Das Projekt wird von den genannten Principal Investigators getragen. Diese sind den Instituten für Mathematische Optimierung (Averkov, Kaibel, Sager), für Algebra und Geometrie (Kahle, Nill, Pott), für Mathematische Stochastik (Kirch, Schwabe) und für Analysis und Numerik (Benner) der Fakultät zugeordnet. Benner ist zudem Direktor des Max-Planck Institutes für Dynamik komplexer technischer Systeme. Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist über Findeisen beteiligt.

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

Für viele mathematische Fragestellungen sind Approximation und Dimensionsreduktion die wichtigsten Werkzeuge auf dem Weg zu einer vereinfachten Darstellung und Rechenzeitgewinnen. Wir sehen die 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. Sebastian Sager

Kooperationen: Argonne National Lab, Sven Leyffer; TU Braunschweig, Prof. Christian Kirches

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2016 - 30.09.2019

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Sebastian Sager

Kooperationen: Volkswagen - Umwelt und Strategie

Förderer: Volkswagen Stiftung; 01.03.2017 - 28.02.2020

Situationsbedingtes und verkehrseffizientes Fahren

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

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

7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

MathCoRe Kickoff

The Kickoff of the MathCore Research Training Group took place on June 6, 2017 in the Festung Mark in Magdeburg.

Our distinguished speakers were Bernd Sturmfels and Vince Ebert.
The program was the following.

- 17h00 Start
- 18h00 Welcome, Introduction to Research Training Group (Sebastian Sager)
- 18h20 Welcome (Rektorat)
- 18h30 *On the quadratic equation* (Bernd Sturmfels)
- 19h15 Break
- 19h45 The logo of MathCoRe (Volker Kaibel)
- 20h00 *Big Dadaismus* (Vince Ebert)
- 21h00 Open End Party

MathCoRe Workshops

- Interactions with Lattice Polytopes, Magdeburg, September 14-16, 2017

Geometrietag 2017

- 8. - 9. Dezember 2017

8. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Averkov, Gennadiy; González Merino, Bernardo; Paschke, Ingo; Schymura, Matthias; Weltge, Stefan
Tight bounds on discrete quantitative Helly numbers
In: Advances in applied mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 89.2017, S. 76-101
[Imp.fact.: 0,849]

Bo ek, Andrzej; Werner, Frank
Flexible job shop scheduling with lot streaming and sublot size optimisation
In: International journal of production research - London [u.a.]: Taylor & Francis, insges. 21 S., 2017
[Imp.fact.: 2,325]

Delgado-Arana, Eddy M.; Burtseva, Larysa; Flores-Rios, Brenda; Ibarra, Roberto; Werner, Frank
A batch sequencing model for a semiconductor packaging company
In: Engineering Letters - Hong Kong, Bd. 25.2017, 2, S. 205-213

Diedam, Holger; Sager, Sebastian
Global optimal control with the direct multiple shooting method
In: Optimal control, applications and methods - New York, NY [u.a.]: Wiley, 2017; http://dx.doi.org/10.1002/oca.2324
[Imp.fact.: 1,558]

Engelhart, Michael; Funke, Joachim; Sager, Sebastian
A web-based feedback study on optimization-based training and analysis of human decision making
In: Journal of dynamic decision making: JDDM - Heidelberg: Univ.-Bibliothek, Vol. 3.2017, Art. 2, insgesamt 23 S.

Jost, Felix; Sager, Sebastian; Le, Thi Thien Thuy
A feedback optimal control algorithm with optimal measurement time points
In: Processes: open access journal - Basel: MDPI, Bd. 5.2017, 1, insges. 19 S.

Lai, Tsung-Chyan; Sotskov, Yuri N.; Egorova, Natalja G.; Werner, Frank
The optimality box in uncertain data for minimising the sum of the weighted job completion times
In: International journal of production research - London [u.a.]: Taylor & Francis, insges. 27 S., 2017
[Imp.fact.: 2,325]

Lange, Julia; Werner, Frank
Approaches to modeling train scheduling problems as job-shop problems with blocking constraints
In: Journal of scheduling: JOS - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media, insges. 17 S., 2017
[Imp.fact.: 1,281]

Lazarev, Alexander; Arkhipov, Dmitry; Werner, Frank
Scheduling jobs with equal processing times on a single machine: minimizing maximum lateness and makespan
In: Optimization letters - Berlin: Springer, Bd. 11.2017, 1, S. 165-177
[Imp.fact.: 1,019]

Metelsky, Yury; Schemeleva, Kseniya; Werner, Frank
A finite characterization and recognition of intersection graphs of hypergraphs with rank at most 2 and multiplicity at most 3 in the class of threshold graphs
In: Discussiones mathematicae / Graph theory - Warsaw: De Gruyter Open, Bd. 37.2017, 1
[Imp.fact.: 0,654]

Weber, Tobias; Katus, Hugo A.; Sager, Sebastian; Scholz, Eberhard P.
Novel algorithm for accelerated electroanatomic mapping and prediction of earliest activation of focal cardiac arrhythmias using mathematical optimization
In: Heart rhythm - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 14.2017, 6, S. 875-882
[Imp.fact.: 4,866]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Kaibel, Volker; Walter, Matthias
A note on matchings constructed during Edmonds' weighted perfect matching algorithm
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 8 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.06)

Ni, Yanting; Werner, Frank
Performance analysis of material handling tools for a discrete manufacturing system
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 19 Seiten, Illustrationen - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.05)

Sotskov, Yuri N.; Lai, Tsung-Chyan; Egorova, Natalia G.; Werner, Frank
The optimality box in uncertain data for minimizing the sum of the weighted completion times of the given jobs
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 23 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.01)

Begutachtete Buchbeiträge

Averkov, Gennadiy; Amitabh, Basu; Paat, Joseph
Approximation of corner polyhedra with families of intersection cuts
In: Integer Programming and Combinatorial Optimization: 19th International Conference, IPCO 2017, Waterloo, ON, Canada, June 26-28, 2017, Proceedings - Cham: Springer International Publishing, S. 51-62 - (Lecture Notes in Computer Science; 10328)
[Konferenz: 19th International Conference, IPCO 2017, Waterloo, ON, Canada, June 26-28, 2017]

Matke, Carsten; Bienstok, Danie; Munoz, Gonzalo; Yang, Shuoguang; Kleinhans, David; Sager, Sebastian
Robust optimization of power network operation - storage devices and the role of forecast errors in renewable energies
In: Complex networks & their applications V - Newcastle upon Tyne, UK: Cambridge Scholars Pub, S. 809-820, 2017 - (Studies in computational intelligence; 693)
[Kongress: 5th International Workshop on Complex Networks and their Applications, Milan, Italy, 30.11.-02.12, 2016]

Matke, Carsten; Medjroubi, Wided; Kleinhans, David; Sager, Sebastian

Structure analysis of the German transmission network using the open source model SciGRID
In: Advances in Energy System Optimization: Proceedings of the first International Symposium on Energy System Optimization - Cham: Springer International Publishing, S. 177-188, 2017

Ni, Yanting; Werner, Frank
Material handling tools for a discrete manufacturing system - a comparison of optimization and simulation
In: 2017 International Conference on Circuits, System and Simulation (ICCSS 2017): July 14-17, 2017, London, UK - Piscataway, NJ: IEEE, S. 97-102
[Konferenz: 2017 International Conference on Circuits, System and Simulation, ICCSS 2017, London, UK, July 14-17, 2017]

INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE STOCHASTIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58651, Fax +49 (0)391 67 11172
imst@ovgu.de

1. Leitung

Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Prof. Dr. Claudia Kirch - geschäftsführende Leiterin (bis 31.03.2017)
Prof. Dr. Rainer Schwabe - geschäftsführender Leiter (ab 01.04.2017)

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

2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Prof. Dr. Claudia Kirch
Prof. Dr. Cornelia Pokalyuk (bis 31.03.2017 Vertretungsprofessur)
Prof. Dr. Rainer Schwabe

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

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

3. Forschungsprofil

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

- High or Infinite-Dimensional Adaptive Inference
- Uncertainty Quantification and Adaptive Confidence Sets
- Composite-Composite Testing Theory
- Sequential Sampling, Bandit Theory
- Optimisation of Computational Resources
- Inverse Problems and Compressed Sensing
- Applications in Statistical Problems (like regression/non-parametric estimation/matrix completion/extreme value theory/anomaly detection, etc)

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

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

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

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

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik): Prof. Dr. Claudia Kirch

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

Mathematische Stochastik (Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen): Prof. Dr. Cornelia Pokalyuk

- Stochastische Prozesse der Populationsgenetik, insbesondere Darstellung und Analyse dieser mittels Graphen, z.B. durch den anzestralen Selektionsgraphen
- Untersuchung des Effekts von Selektion auf Genealogien
- Modellierung der Evolution des Zytomegalievirus

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

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

4. Serviceangebot

Beratung und Unterstützung bei allen statistischen Fragestellungen

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

- zur Unterstützung von 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

- Dr. Celine Duval, Universite Paris Descartes, France
- Dr. Debarghya Ghoshdastidar, Universitaet Tubingen, Germany
- Dr. Etienne Roquain, Universite Paris VI, France
- Dr. Frenkel, Beer Sheva, Israel Sami Shamoon College of Engineering, Israel
- Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund
- Dr. Maureen Cerc, INRIA Sophia Antipolis, France
- Dr. Michal Valko, INRIA Lille Nord Europe, France
- Dr. Nicolas Verzelen, INRA Montpellier, France
- Dr. Olga Klopp, ESSEC Business School, France
- Dr. Sylvain Delattre, Universite Paris VI, France
- Juliette Achdou, HEC and Telecom Paris, France
- Oleksandr Zadorozhnyi, Universitaet Potsdam, Germany
- Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
- Priv.-Doz. Dr. Norbert Benda, BfArM, Bonn
- Prof. Dr. Andreas Greven, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Anton Wakolbinger, Goethe-Universität Frankfurt
- Prof. Dr. Arlene K.H. Kim, Sungshin Women's University, Korea
- Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA
- Prof. Dr. Christian Paroissin, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universitaet Potsdam, Germany
- Prof. Dr. Haeran Cho, University of Bristol
- Prof. Dr. Heinz Holling, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Hernando Ombao, University of California, Irvine
- Prof. Dr. Idris Eckley, Lancaster University
- Prof. Dr. John Aston, University of Cambridge
- Prof. Dr. Laura Gibson, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Luc Pronzato, Université de Nice, CNRS-13R
- Prof. Dr. Martin Wendler, Universität Greifswald
- Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Prof. Dr. Radoslav Harman, Comenius-Universität Bratislava
- Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
- Prof. Dr. Richard Nickl, University of Cambridge, UK
- Prof. Dr. Samory Kpotufe, Princeton University, USA
- Prof. Dr. Sophie Mercier, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Ulrike von Luxburg, Universitaet Tubingen, Germany
- Prof. V. Ulyanov, Moskauer Staatliche Universität

6. Forschungsprojekte

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Kooperationen: Silke Weber, KIT

Förderer: Haushalt; 01.01.2017 - 31.12.2018

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

We consider a multivariate epidemic mean change model with dependent errors where the mean changes in each dimension at a time point t1 and returns back at a time point t2. These two change points can di er in each dimension but each change point has a functional connection depending on the dimension. To find t1 and t2 in each dimension we developed an asymptotic testing procedure. Therefore we use two di erent types of test statistics, the multivariate test statistic and the projection test statistic where we transform the multivariate data into univariate data.
For simulations we consider the situation that we search for a gas emission source in a big area. So we assume that we have data from an air plane which measures the gas concentration in the air.
Our testing procedure helps us to decide whether there exists a gas emission source in this area. If there is a source we want to estimate its coordinates as near as possible to the real location. Therefore we assume that outside of the gas plume the data have a constant mean and inside the plume the mean increases to a higher level. With the knowledge of the form of the gas plume and the gas concentration with the corresponding coordinates of the measurement points we can draw conclusions for the location of the gas emission source.
Additionally we use our method for real data to locate a landfi ll.
This is joint work with Idris Eckley and Claudia Kirch.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Projektbearbeitung: Kerstin Reckrühm, M.Sc.

Förderer: Haushalt; 01.04.2015 - 31.12.2018

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: Alexander Meier, M.Sc.

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2016 - 31.12.2018

Ein nichtparametrischer Ansatz zur Bayesschen Zeitreihenanalyse

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

Letztere wird oft auf Ebene der Cholesky-Zerlegung modelliert, um positive Definitheit zu garantieren.
Jedoch sind wichtige asymptotische Gütekriterien wie Konsistenz und ggf. Kontraktionsraten unter solchen a priori Verteilungen nicht bekannt.
Eine andere Idee besteht darin, die Spektraldichtematrix direkt mittels zufälligen Maßen zu modellieren. Wir verwenden eine Mischung von Beta-Dichten als Modellierungsansatz, mit matrixwertigen Mischungsgewichten, die durch ein vollständig zufälliges matrixwertiges Maß induziert werden.

Zur Konstruktion des vollständig zufälliges matrixwertiges Maßes verwenden wir eine unendlich teilbare matrixwertige Verallgemeinerung der Gamma-Verteilung.
Mittels optimierter Markov-Ketten-Monte-Carlo-Verfahren kann die Bayessche a posteriori Verteilung numerisch approximiert werden.
Während dieses Verfahren gute Ergebnisse auf simulierten und echten Datensätzen liefert, ist es uns auch möglich, Konsistenz nachzuweisen und Kontraktionsraten herzuleiten.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Projektbearbeitung: Christina Stöhr, Dipl.-Wirt.-Math.

Förderer: Haushalt; 01.01.2017 - 31.12.2018

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

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) wird eingesetzt, um Interaktionen zwischen verschiedenen Gehirnregionen zu analysieren. Die entspechenden Aufnahmen können bezüglich gewisser Aufgaben oder Reize, aber auch in einem Ruhezustand gemacht werden. Letzteres wird durchgeführt, um Gehirnaktivitäten unabhängig von externen Einflussfaktoren analysieren zu können. Der Patient erhält dazu die Anweisung, während der Aufnahme an nichts zu denken und nicht einzuschlafen. Dies kann jedoch oft nicht eingehalten werden, sodass anschließende Analysen, welche auf der Stationaritätsannahme beruhen, verfälscht werden. Dazu haben J.A.D. Aston und C.Kirch 2012 bereits ein entsprechendes Testverfahren eingeführt, um Mittelwertänderungen in fMRT-Daten erkennen und korrigieren zu können. Wir sind nun daran interessiert, auch Änderungen in der Kovarianzstruktur zu detektieren. fMRT-Daten können als funktionelle Zeitreihen modelliert werden, wobei wir annehmen, dass die einzelnen Beobachtungen der Zeitreihe, d.h. das jeweils aufgenommene Bild zu einem bestimmten Zeitpunkt, als Funktion dargestellt werden können. Durch die Anwendung bestimmter Techniken zur Dimensionsreduktion erhalten wir eine multivariate Zeitreihe. Unter gewissen Voraussetzungen impliziert eine Änderung in der Kovarianzstruktur der funktionellen Zeitreihe auch eine Änderung in der Kovarianzstruktur der multivariaten Zeitreihe, welche sich aus der Dimensionsreduktion ergibt. Wir führen ein asymptotisches Testverfahren ein, um solche Änderungen zu erkennen. Allerdings erfordert dies die Schätzung der Langzeitkovarianz, welche insbesondere für hohe Dimensionen im Vergleich zum Stichprobenumfang statistisch sehr instabil ist. Daher verwenden wir einen missspezifizierten Schätzer, welcher nur die Diagonalelemente, d.h. die Langzeitvarianzen schätzt. Die asymptotische Verteilung der Teststatistik hängt dann jedoch von unbekannten Parametern ab, sodass Resampling-Verfahren eingesetzt werden müssen, um den kritischen Wert zu erhalten.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Kooperationen: Silke Weber, KIT

Förderer: Haushalt; 01.01.2016 - 31.12.2018

Modified sequential change point procedures based on estimating functions

A large class of sequential change point tests are based on estimating functions where estimation is computationally efficient as (possibly numeric) optimization is restricted to an initial estimation. This includes examples as diverse as mean changes, linear or non-linear autoregressive and binary models. While the standard cumulative-sum-detector (CUSUM) has recently been considered in this general setup, we consider several modifications that have faster detection rates

in particular if changes do occur late in the monitoring period. More presicely, we use three different types of detector statistics based on partial sums of a monitoring function, namely the modified moving-sum-statistic (mMOSUM), Pages cumulative-sum-statistic (Page-CUSUM) and the standard moving-sum-statistic (MOSUM). The statistics only differ in the number of observations included in the partial sum. The mMOSUM uses a bandwidth parameter which multiplicatively scales the lower bound of the moving sum. The MOSUM uses a constant bandwidth parameter, while Page-CUSUM chooses the maximum over all possible lower bounds for the partial sums. So far, the first two schemes have only been studied in a linear model, the MOSUM only for a mean change.
We develop the asymptotics under the null hypothesis and alternatives under mild regularity conditions for each test statistic, which include the existing theory but also many new examples. In a simulation study we compare all four types of test procedures in terms of their size, power and run length. Additionally we illustrate their behavior by applications to exchange rate data as well as the Boston homicide data.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.01.2016 - 31.12.2017

Multiple Strukturbruch-Verfahren basierend auf MOSUM-Statistiken

In diesem Projekt wollen wir Verfahren zur Schätzung multipler Changepoints basierend auf MOSUM-Statistiken auf verschiedene Arten von Strukturänderungen verallgemeinern sowie robuste Methoden für hochdimensionale Daten entwickeln. Es gibt dazu eine Vielzahl möglicher Ansätze, die wir nicht nur durch asymptotische Betrachtungen vergleichen wollen, sondern auch durch umfangreiche Simulationsstudien, wobei auch Resampling-Verfahren berücksichtigt werden sollen.

Das Hauptproblem bei obigem Vorgehen besteht darin, dass die Güte des Verfahrens im Wesentlichen von der Wahl der Bandbreite "G" abhängt. Grundsätzlich sollte diese so groß wie möglich gewählt werden, ohne dass sich in einem Fenster der Länge "2G" zwei Changepoints befinden, grob gesprochen also halb so groß wie der minimale Abstand zwischen zwei Changepoints. Dies ist offensichtlich problematisch, wenn die Abstände zwischen Changepoints stark variieren. Grundsätzlich können Changepoint-Tests große Änderungen bereits in kleinen Stichprobenumfängen zuverlässig erkennen (und liefern somit auch gute Schätzer für die Changepoints selbst), benötigen aber für kleine Änderungen längere Stichproben. Im Falle der MOSUM-Statistiken bedeutet dies, dass man mit einer großen Bandbreite kleine Änderungen erkennen kann, die aber dafür von langen Segmenten gesäumt sind. Umgekehrt kann man große Änderungen, die nur von kurzen Segmenten gesäumt sind, sehr gut mit kleinen Bandbreiten erkennen. Asymmetrische Bandbreiten sind nötig, um kleine Änderungen zu erkennen, die nur auf einer Seite von einem langen Segment umgeben sind.
Wir wollen verschiedene Methoden vergleichen, um die Information aus verschiedenen Bandbreiten (auch asymmetrischen) zu poolen.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Projektbearbeitung: Alexander Meier, M.Sc.

Kooperationen: Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2016 - 31.12.2018

Neue semiparametrische Ansätze zur Bayesschen Zeitreihenanalyse

- Neue semiparametrische Ansätze zur Bayesschen Zeitreihenanalyse (mit R. Meyer, M. Edwards, A. Meier)
- In den letzten Jahren haben nichtparametrische Bayessche Verfahren stark an Aufmerksamkeit und Bedeutung gewonnen. Dennoch sind nur wenige Ansätze für die Zeitreihenanalyse entwickelt worden. Die 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. Selbst bei nicht-Gaußschen Zeitreihen, die nicht vollständig durch ihre erste und zweite Ordnungsstruktur gekennzeichnet

sind, erhält man so in vielen Situationen asymptotisch gültige statistische Verfahren jedoch häufig auf Kosten der Effizienz. Parametrische Modelle, auf der anderen Seite, sind im korrekt spezifizierten Fall wesentlich mächtiger, brechen jedoch bei starker Misspezifikation vollständig zusammen. 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 Approximationen moderner Resampling-Verfahren für Zeitreihen für die Bayessche nichtparametrische Analyse verwenden. Hierzu kombinieren wir eine erste parametrische Modellierung der Zeitreihe im Zeitbereich mit einer Bayesschen Korrektur im Frequenzbereich, die auf nichtparametrischen Priors basiert. Dieser vollständig neue semiparametrische Ansatz zur Bayesschen Zeitreihenanalyse geht weit über bestehende Ansätze hinaus.

Projektleitung: Prof. Dr. Claudia Kirch

Projektbearbeitung: Christina Stöhr, Dipl.-Wirt.-Math.

Förderer: Haushalt; 01.04.2015 - 31.03.2018

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

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

Die Entscheidung, ob eine Veränderung eingetreten ist oder nicht, wird mittels einer Teststatistik gefällt. Ist diese größer als ein kritischer Wert, entdeckt der a-posteriori Test eine Veränderung. Im Falle des sequentiellen Verfahrens wird statt eines kritischen Wertes eine kritische Kurve verwendet. Sobald die Teststatistik über der kritischen Kurve liegt, stoppt das Verfahren und entdeckt eine Veränderung.
Robuste Verfahren in der Change-Point Analyse sind von großer Bedeutung, um auch beim Auftreten stark abweichender Beobachtungen. Solche Beobachtungen können beispielsweise durch schiefe Verteilungen, dicke Flanken oder Ausreißer verursacht werden. Insbesondere in der online Change-Point Analyse sind robuste Verfahren bedeutsam, da beispielsweise bei der Überwachung von Patienten- oder Maschinendaten bei Erkennung eines Strukturbruches schnell eingegriffen werden muss. Ist das verwendete Verfahren nicht robust, können Ausreißer in den Daten leicht einen falschen Alarm auslösen.
In diesem Projekt konstruieren wir robuste sequentielle Verfahren basierend auf U-Statistiken. Dazu muss zunächst die entsprechende Teststatistik konstruiert werden. Für diese Teststatistik werden dann die asymptotischen Verteilungen unter der Null- und Alternativhypothese hergeleitet. Aus den asymptotischen Verteilungen können schließlich die kritische Kurve sowie die Güte des Tests abgeleitet werden. Das Verhalten des Tests bei endlichen Stichproben wird mittels Simulationen untersucht.

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Parisa Parsamaram, MSc

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 15.03.2017 - 15.09.2017

Empirisch und hierarchisch Bayes-optimale Designs für logistische Regressionsmodelle mit zufälligen Effekten

Binäre Beobachtungen werden statistisch oft mit Hilfe logistischer Regressionsmodelle analysiert. Um die Qualität dieser Analyse zu verbessern, ist das Design des zugrundeliegenden Experiments zu optimieren. Wegen der Nichtlinearität der Modellierung hängen die optimalen Designs von unbekannten Parametern ab. Um dieses Problem zu umgehen, kann Bayessche a-priori-Information eingeführt werden, die ihrerseits hierarchisch modelliert und mit empirischer Vorinformation validiert werden kann. Zusätzlich ist beim Vorliegen von Messwiederholungen

interindividuelle Variabilität zu berücksichtigen. Alle diese Konzepte sollen in einem einheitlichen Ansatz zusammengefasst werden.

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

Generierung optimaler und effizienter Experimentaldesigns zur individualisierten Vorhersage in hierarchischen Modellen

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

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

Geometrie optimaler Designs für nichtlineare Modelle in der Statistik

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Björn Holzhauer, Dipl.-Math.
Kooperationen: Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.02.2015 - 20.10.2017

Metaanalyse von unerwünschten Ereignissen in klinischen Studien basierend auf Aggregatdaten

Zur Charakterisierung der Nebenwirkungen von medizinischen Behandlungen ist es von Interesse, die Evidenz aus mehreren klinischen Studien zu kombinieren und auch historische Daten über die Kontrollgruppe zu berücksichtigen, weil in jeder einzelnen Studie oft nur wenige unerwünschte medizinische Ereignisse auftreten. Wenn für alle Studien detaillierte Patientendaten verfügbar sind, werden üblicherweise Überlebenszeitmethoden angewandt, um das Auftreten von unerwünschten Ereignissen unter Berücksichtigung der Dauer des Beobachtungszeitraums zu analysieren. Dies ist besonders dann wichtig, falls die Beobachtungsdauer sich zwischen Behandlungsgruppen unterscheidet oder falls die Austauschbarkeit von Modellparametern zwischen Studien von verschiedener Länge angenommen wird. Traditionelle Überlebenszeitmethoden können allerdings nicht angewandt werden, wenn für einige Studien lediglich Aggregatdaten verfügbar sind. Dies stellt ein Problem in der Metaanalyse dar, da Metanalysen meist auf Veröffentlichungen in medizinischen Fachzeitschriften beruhen, welche in aller Regel keine individuellen Patientendaten enthalten.

Ziel dieses Projektes ist es, statistische Methoden zu entwickeln und zu evaluieren, die Überlebenszeitmetaanalysen unter Berücksichtigung historischer Studien basierend auf Aggregatdaten ermöglichen.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Helmi Shat, MSc

Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.10.2017 - 30.09.2020

Optimale Planung multi-variabler Accelerated-Degradation-Tests

Die rasante Entwicklung moderner Fertigungstechniken zusammen mit den Bedürfnissen der Verbraucher nach hochqualitativen Produkten dienen als Motivation für Industrieunternehmen, Produkte zu entwickeln und herzustellen , die ohne Ausfall über Jahre oder gar Jahrzehnte 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 zuerst adäquate und relevante Computerexperimente identifiziert und robuste Methoden der Regressionsanalyse entwickelt. Danach werden Optimalitätskriterien für experimentelle Designs definiert, die auf der Qualität der ausgewählten robusten Methoden basieren, und Simulationsbasierte Designs werden entwickelt, um einen einheitlichen Zugang zur Generierung optimaler oder zumindest effizienter Designs für die robuste Analyse in Computerexperimenten zu erhalten.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Maryna Prus, Dr.

Kooperationen: Dr. Norbert Benda, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 16.06.2016 - 15.02.2017

Optimales Design für die Vorhersage zufälliger individueller Effekte in Mehrgruppenmodellen

In der statistischen Datenanalyse werden Modelle mit zufälligen Parametern in verschiedenen Anwendungsbereichen, insbesondere in den Biowissenschaften und der individualisierten Medizinforschung, häufig verwendet. In diesen Modellen ist neben der Schätzung des Populationsparameters die Vorhersage individueller zufälliger Effekte von Interesse. Der individualisierte Ansatz ist vor allem für die Studien, in denen nur wenige Beobachtungen pro Individuum möglich sind, z.B. in der Onkologie, von großer Bedeutung. Ziel dieses Projektes ist es, optimale oder zumindest effiziente und anwendbare Versuchspläne (Designs) für die Vorhersage von individuellen zufälligen Effekten für solche Experimentalsituationen zu konstruieren und zu validieren, in denen in unterschiedlichen Gruppen nur Querschnittsdesigns angewendet werden können.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Osama I. O. Idais, MSc

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2016 - 30.09.2019

Optimales Design für multivariate verallgemeinerte lineare Modelle mit stetigen Zielfunktionen

In vielen Anwendungssituationen, in denen Daten gesammelt werden, werden nicht nur eine einzelne, sondern mehrere Zielvariablen gleichzeitig beobachtet, die miteinander korreliert sein können. Derartige multivariate Beobachtungen werden oft mit einer multivariaten Normalverteilung modelliert. In einigen Situationen ist dies jedoch nicht angebracht, insbesondere wenn die beobachteten Merkmale nicht stetig sind. Für diese Situationen ist das Konzept der verallgemeinerten linearen Modelle entwickelt worden, die sich speziell bei binären Daten (z.B. logistische Regression) oder Zähldaten (z.B. Poisson-Regression) bewährt haben. Jedoch kann auch bei stetigen Merkmalen statt der Normalverteilungsannahme eine andere Verteilungsannahme angemessener sein, die sich über ein

verallgemeinertes lineares Modell mit nichtlinearer Linkfunktion beschreiben lässt. Ziel des Projektes ist es, für derartige Modelle asymptotische Eigenschaften unter verschiedenen Korrelationsstrukturen zu bestimmen und auf dieser Basis optimale Designs zu generieren, die zu einer Verbesserung der Datenanalyse führen.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Fritjof Freise, Dr.

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2016 - 31.12.2017

Optimales Design für online generierte adaptive Intelligenztestverfahren (III)

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

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe

Projektbearbeitung: Martin Radloff, Dipl.-Math.

Förderer: Haushalt; 01.01.2017 - 30.09.2018

Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche

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
Projektbearbeitung: Dennis Schmidt, Dipl.-Math.
Kooperationen: Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik
Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.04.2013 - 30.06.2017

Optimales Design für statistische Modelle mit zensierten Daten

In vielen technischen und biologischen Bereichen spielt die statistische Analyse zensierter Daten eine zunehmende Rolle. Diese Zensierungen können deterministisch (feste Studiendauer, Nachweisgrenzen) oder zufallsgesteuert (zufällige Studiendauer, zufälliges Ausscheiden aus der Studie) sein. Die beobachteten, teilweise zensierten Größen können zusätzlich von weiteren Einflussfaktoren (Behandlungen und Kovariablen) abhängen, was beispielsweise über ein "proportional hazards"-Modell beschrieben werden kann.
Während die statistische Analyse derartiger Daten schon relativ weit entwickelt ist, gibt es relativ wenig Resultate zur effizienten Planung derartiger Studien oder Experimente. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, für eine Reihe von relevanten Modellsituationen optimale oder zumindest effiziente Designs zu charakterisieren und analytisch zu bestimmen, um Anleitungen für eine möglichst effektive Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen beim Vorliegen zensierter Daten bereit zu stellen.

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Marius Schmidt, Dipl.-Math.
Kooperationen: Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin; Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln; Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden; Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV
Förderer: Haushalt; 01.10.2013 - 30.09.2018

Optimales Design für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle

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

Projektleitung: Prof. Dr. Rainer Schwabe
Projektbearbeitung: Iyad Aboud, MSc
Kooperationen: Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV
Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.10.2015 - 30.09.2019

Optimales Design für Zähldaten

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

Planung in Experimentalsituationen eine immens wichtige Rolle, da nur mit einer vernünftigen Auswahl der Experimentaleinstellungen die vorhandenen Ressourcen effektiv ausgenutzt sowie Kosten und Aufwand verringert werden können. Ziel dieses Projektes ist es, optimale Designs für Zähldaten zu generieren, die auch beim Vorliegen von Überdispersion und/oder exzessiven Nullen eine effiziente Auswertung der Beobachtungen ermöglichen.

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 14.06.2019

Active learning for matrix completion

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 31.12.2020

Adaptive rejection sampling using non-parametric estimators

Rejection Sampling is a basic Monte-Carlo method, used to sample from distributions admitting a probability density function, for which evaluations of the density are costly but still tractable. This technique is however rarely used as it stands, because of the high rejection rate it implies. Several methods have been explored to cope with this problem. Most of them either take advantage of strong assumptions on the form of the density, or do not present any performance guarantee. We aim at studying the minimax properties of this problem over the class of smooth density functions

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier
Projektbearbeitung: Joseph Lam, M.Sc.
Förderer: Haushalt; 01.11.2017 - 31.10.2020

Adaptive two sample test in the density setting

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 14.06.2019

MuSyAD on Anomaly Detection

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 14.06.2019

Online adaptation to the parameters of the problem in active learning

We consider the problem of active learning in the setting of classification and optimisation, which are baselines problems in applied mathematics and machine learning. The problem of adaptivity (to unknown distributional parameters) has remained opened in many contexts (e.g. smooth decision boundary for classification, or optimisation of the cumulative regret). While some recent advances on this problems established adaptive rates in some contexts, adaptivity in most of the real world setting has so far remained elusive. In this project, we plan to investigate the problem of adapting to the unknown parameters of the problem (e.g. smoothness, margin assumptions, measure of the near optimal points, etc), and intend to develop minimax rates on the learning efficiency with respect to an oracle learner.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 30.12.2018

Projekt on Data Assimilation

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 14.06.2019

Smoothness testing in the Sobolev sense

We want to develop a test to determine whether a function lying in a fixed L2-Sobolev-type ball of smoothness t, and generating a noisy signal, is in fact of a given smoothness s larger than t or not. While it is impossible to construct a uniformly consistent test for this problem on every function of smoothness t, it becomes possible if we remove a sufficiently large region of the set of functions of smoothness t. The functions that we remove are functions of smoothness strictly smaller than s, but that are very close to s-smooth functions. This problem has been considered in the case of specific Besov bodies where it is easier, and we plan to extend it to more usual Sobolev ellipsoids.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 30.12.2020

Testing the presence of jumps in Levy processes, and on conditions for the equivalence of jumps to a Gaussian noise

In this prokect we aim at first developing a test for detecting the presence of jumps in Levy processes, and at establishing a minimax testing framework for describing the cases where testing is, or is not possible. We then plan to use these results to output conditions under which small jumps can efficiently be modeled by a Brownian motion, i.e. in the case where they are indistinguishable from a Brownian motion

---

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 31.12.2020

Testing the sparsity in the sparse linear model

Consider the Gaussian linear regression model. We study the twin problems of estimating the number of non-zero components of the parameter and testing whether this number is smaller than some value. For testing, we aim at establishing the minimax separation distances for this model and introduce a minimax adaptive test. Extensions to the case of unknown variance will also be discussed. Rewriting the estimation of the number of non-zero components of the parameter as a multiple testing problem, we aim at deriving a new way of assessing the optimality of a sparsity estimator.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 31.12.2020

Tight rates for estimating and testing the number of true null hypotheses in multiple testing

In this project we consider a multiple testing problem, and we aim at estimating the proportion of true null hypotheses. This is a complex problem as it amounts effectively to estimating the sparsity of a vector. We aim at considering two cases : one sided testing, and two sided testing, which correspond to two different usual settings in multiple testing.

Projektleitung: Prof. Dr. Alexandra Carpentier

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 14.06.2019

Two sample tests in structured networks

The study of networks leads to a wide range of high dimensional inference problems. In most practical scenarios, one needs to draw inference from a small population of large networks. The present paper studies hypothesis testing of graphs in this high-dimensional regime. We consider the problem of testing between two populations of inhomogeneous random graphs defined on the same set of vertices. We are interested in tests based on estimates of the Frobenius and operator norms of the difference between the population adjacency matrices, in both the "large graph, small sample" and "small graph, large sample" regimes. We aim at deriving lower bounds on the minimax separation rate for the associated testing problems, and show that the constructed tests are near optimal. We plan to focus on the structured graph setting (e.g. sparse graphs, etc).

Projektleitung: Prof. Dr. Gerd Christoph

Förderer: Haushalt; 01.10.2017 - 31.12.2019

Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen

Für asymptotisch normalverteilte Statistiken werden Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen hergeleitet, die bessere Approximationen der unbekannten Quantile der zugrunde liegenden Statistik liefern können.
In Anwendungen ist öfter der Stichprobenumfang ebenfalls vom Zufall abhängig. Für Stichproben mit zufälligen

Stichprobenumfang ändert sich oft das Grenzverteilung der untersuchten Statistik, anstelle der oft erwarteten Normalverteilung tritt z.B. die Student- oder Laplace-Verteilung. Untersuchungen wurden zum arithmetischen Mittel und zum Median bei Stichproben mit zufälligen Umfang durchgeführt.

Projektleitung: Prof. Dr. Norbert Gaffke

Projektbearbeitung: Prof. Dr. Norbert Gaffke

Kooperationen: Prof. Dr. Rainer Schwabe, OVGU, FMA-IMST

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.10.2015 - 28.09.2020

Algorithmen zum optimalen Design für lineare Regressionsmodelle.

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

Literatur:

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

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

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

Projektleitung: Prof. Dr. Norbert Gaffke

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.04.2015 - 31.12.2018

Die Verteilung einer nicht-parametrischen Teststatistik für den Erwartungswert.

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

Literatur:

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

Projektleitung: Prof. Dr. Cornelia Pokalyuk

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2016 - 31.12.2017

Balancing selection in viral populations

Die Rolle von Balancing Selection als evolutionäre Kraft ist bisher weitgehend ungeklärt. Das Zytomegalievirus zeichnet sich durch eine enorme genetische Variabilität aus. In diesem Projekt möchten wir herausfinden, ob und wie sich diese Variabilität (zumindestens teilweise) durch Balancing Selection erklären lässt. Die Basis dieser Analyse bilden stochastische Modelle, die Balancing Selection in einem Wirts-Virus-System beschreiben.

Projektleitung: Prof. Dr. Cornelia Pokalyuk

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2016 - 31.12.2017

Selektive Sweeps in strukturieren Populationen

Wie kann man den Einfluss von Selektion auf die Evolution einer Population quantifizieren? Diese Frage ist in der Populationsgenetik von großem Interesse. Aufschluss darüber gibt die Analyse des Fixationsprozesses eines selektiv bevorzugten Allels. In diesem Projekt geht es darum diesen Fixationsprozess mittels eines genealogischen Ansatzes zu verstehen.

Projektleitung: apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

Projektbearbeitung: Waltraud Kahle

Förderer: Haushalt; 01.01.2016 - 31.12.2018

Unvollständige Instandhaltung in Abnutzungsprozessen

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

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

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

Projektleitung: Dr. Heiko Großmann

Projektbearbeitung: Bairu Zhang, MSc

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 06.01.2014 - 06.01.2018

Funktionale Datenanalyse von Ganganalyse-Daten

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

7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

- Prof. Dr. Claudia Kirch: NeurIT Workshop, 18.10.2017 in der Lukasklause, Magdeburg
- Dr. Maryna Prus: Organisation der Sektion "Optimal Design in Mixed Models" auf der CEN-ISBS-Tagung, 28.08.-01.09.2017, Wien

8. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Alonso Cabrera, Jesús; Schwabe, Rainer

D-optimal design for a model with interaction between a qualitative and a quantitative factor in the presence of random block effects
In: Journal of statistical theory and practice - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 11.2017, 4, S. 759-770

Benda, Norbert; Bürkner, Paul-Christian; Freise, Fritjof; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer
Adaptive designs for quantal dose-response experiments with false answers
In: Journal of statistical theory and practice - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 11.2017, 3, S. 361-374

Christoph, Gerd; Monakhov, M. M.; Ulayanov, V. V.
Razloženija ebyševa džvorta i korniša fišera vtorogo porjadka dlja raspredelenij statistik, postroennych po vyborkam slu ajnogo razmera
In: Zapiski nau nych seminarov POMI - Sankt-Peterburg, Bd. 466.2017, S. 167-207

Häfner, Franziska; Kirch, Claudia
Moving fourier analysis for locally stationary processes with the bootstrap in view
In: Journal of time series analysis: a journal sponsored by the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability - Oxford [u.a.]: Wiley-Blackwell, Bd. 38.2017, 6, S. 895-922
[Imp.fact.: 0,975]

Maier, Oliver; Györfi, Benedikt; Wrede, Jürgen; Kasper, Roland
Design and validation of a multi-body model of a front suspension bicycle and a passive rider for braking dynamics investigations
In: Multibody system dynamics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, insges. 27 S., 2017
[Imp.fact.: 1,389]

Schmidt, Dennis; Schwabe, Rainer
Optimal design for multiple regression with information driven by the linear predictor
In: Statistica Sinica - Taipei: Statistica Sinica, Institute of Statistical Science, Academia Sinica, Bd. 27.2017, 3, S. 1371-1384
[Imp.fact.: 0,899]

Schmidt, Marius; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos
Experimental investigation of the influence of drying conditions on process stability of continuous spray fluidized bed layering granulation with external product separation
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 320.2017, S. 474-482
[Imp.fact.: 2,942]

Zhang, Bairu; Twycross-Lewis, Richard; Großmann, Heiko; Morrissey, Dylan
Testing gait with ankle-foot orthoses in children with cerebral palsy by using functional mixed-effects analysis of variance
In: Scientific reports - [London]: Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature, Vol. 7.2017, Art. 11081, insgesamt 12 S.
[Imp.fact.: 4,259]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Carpentier, Alexandra; Kim, Arlene
An iterative hard thresholding estimator for low rank matrix recovery with explicit limiting distribution
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 40 S., 2017

Christoph, Gerd; Monakhov, M. M.; Ulyanov, V. V.
Second order Chebyshev-Edgeworth and Cornish-Fisher expansions for distributions of statistics constructed from samples with random sizes
In: Magdeburg Universität, Fakultät für Mathematik, 2017, 30 Seiten, Illustrationen - (Preprint; Fakultät für Mathematik,

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2017,Nr.08)
[Literaturverzeichnis: Seite 28-30]

Ghoshdastidar, Debarghya; Gutzeit, Maurilio; Carpentier, Alexandra; Luxenburg, Ulrike
Two-sample tests for large random graphs using network statistics
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 24 S., 2017

Harman, Radoslav; Prus, Maryna
Computing optimal experimental designs with respect to a compound Bayes risk criterion
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 13 S., 2017

Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra; Kpotufe, Samory
Adaptivity to noise parameters in nonparametric active learning
In: De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 32 S., 2017

Begutachtete Buchbeiträge

Dietrich, Stephanie; Kahle, Waltraud
Optimal imperfect maintenance in a multi-state system
In: Recent Advances in Multi-state Systems Reliability: Theory and Applications - Cham: Springer International Publishing, S. 179-193, 2017

Dissertationen

Holzhauer, Björn; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Meta-analysis of aggregate data on medical events. - Magdeburg, 2017, V, 152 Seiten, Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 111-124]

Schmidt, Dennis; Schwabe, Rainer [AkademischeR BetreuerIn]
Versuchsplanung für nichtlineare multiple Regressionsmodelle mit Anwendung auf zensierte Daten. - Magdeburg, 2017, IV, 127 Seiten