



FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2013

# FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Universitätsplatz 2, Gebäude 02, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18663, Fax +49 (0)391 67 12758  
fma@uni-magdeburg.de

## 1. Leitung

Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Pott (Dekan)  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Rainer Schwabe (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
- Stochastik

bestimmt. Die **Diskrete Mathematik und Optimierung** umfasst u.a. die Gebiete Algebra, Algebraische Statistik, Codierungstheorie/ Kryptographie, Diskrete/Konvexe Geometrie, Endliche Körper, Diskrete Optimierung, gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung, 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. 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. 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 in DFG-Schwerpunktprogrammen, DFG-Forschergruppen und in dem Graduiertenkolleg *Mikro-Makro-Wechselwirkungen von strukturierten Medien und Partikelsystemen* vertreten. Die **Stochastik** umfasst die Gebiete Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik. 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 aller Fakultäten an. Über die Universität hinaus bestehen interdisziplinäre Kooperationen, insbesondere im Rahmen von DFG- und BMBF-Projekten.

## 4. Veröffentlichungen

### **Dissertationen**

**Abdelrahman, Mahmoud Abdelaziz Elbiomy; Kunik, Matthias [Gutachter]**

Analytical and numerical investigation of the ultra-relativistic Euler equations. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; VI, 176 S.: graph. Darst.;

**Breiten, Tobias; Benner, Peter [Gutachter]**

Interpolatory methods for model reduction of large-scale dynamical systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; XX, 179 S.: graph. Darst.;

**Cueto Camejo, Carlos; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

The singular coagulation and coagulation-fragmentation equations. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; VI, 115 S.: graph. Darst.;

**Han, Ee; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

Exact Riemann solutions to two selected resonant hyperbolic systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; VI, 162 S.: graph. Darst.;

**Javeed, Shumaila; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

Analysis and numerical investigation of dynamic models for liquid chromatography. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; XV, 138 S.: graph. Darst.;

**Soumaya, Moudar; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Optimal designs for multivariate linear models. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; 118 S.: graph. Darst.;

**Zhou, Yue; Pott, Alexander [Gutachter]**

Difference sets from projective planes. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; IV, 149 S.: graph. Darst.;

# INSTITUT FÜR ALGEBRA UND GEOMETRIE

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18713 / 18321, Fax +49 (0)391 67 11213  
jeannette.polte@ovgu.de

## 1. Leitung

Prof. Dr. Martin Henk (Institutsleiter)  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Prof. Dr. Alexander Pott  
PD Dr. Gohar Kyureghyan

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. Martin Henk  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Jun. Prof. Dr. Thomas Kahle (ab 01.10.2013)  
Prof. Dr. Benjamin Klopsch (01.10.2012 - 30.09.2013)  
PD Dr. Gohar Kyureghyan  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Christian Richter (01.10.2013 - 31.03.2014)  
Prof. Dr. Wolfgang Willems (bis 31.03.2013)

## 3. Forschungsprofil

### Algebra

- Algebra und Zahlentheorie
- Asymptotische und Geometrische Gruppentheorie
- Arithmetische Gruppen
- $p$ -adische Liegruppen und Liesche Theorie
- pro-endliche Gruppen, z. B. Galoissche Gruppen
- Zetafunktionen von Gruppen und Ringen
- Algebraische Kombinatorik

### Didaktik der Mathematik

- Untersuchungen zu Modellbildungsprozessen in anwendungsbezogenen Vernetzungen zwischen einzelnen MINT-Fächern (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

### **Konvexe und diskrete Geometrie**

- Extremalprobleme in der Konvex- und Diskreten Geometrie
- Nullstellen geometrischer Polynome
- $L_p$ -Minkowski Probleme
- Gemischte Volumina konvexer Körper
- Gitterpunktprobleme und Ganzzahlige Optimierung

### **Reine Mathematik**

- Codierungstheorie (Extremale Codes, Automorphismen, Network Coding)
- Darstellungstheorie (Charaktergrade, quasi-projektive Charaktere, projektiv unzerlegbare Moduln)

### **Mitarbeit in Editorial Boards**

- Prof. Dr. Martin Henk: Advances in Geometry
- Prof. Dr. Gohar Kyureghyan: International Journal of Information and Coding Theory
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. Alexander Pott: Journal of Combinatorial Designs
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Bulletin of the Belarus State University
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Advances in Mathematics of Communications

### **4. Kooperationen**

- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris
- CODES, INRIA, Frankreich
- Computational Mathematics Group, Universität Kassel, Kassel
- CWI, Amsterdam
- Michigan Technology, Houghton
- Middle East Technical University, Ankara
- NUI Galway, Ireland
- Research Institute for Symbolic Computation, Linz
- The Centre for Interdisciplinary Research in Computational Algebra (University of St Andrews, Scotland),
- University of Gent (Belgien)
- ZIB Berlin

## 5. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk  
**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Martin Henk, Dipl.-Math. Carsten Thiel  
**Förderer:** Haushalt; 01.05.2009 - 31.03.2014

### **Adelic Convex Geometry of Numbers**

We study lattice points problems in the adelic geometry with respect to an arbitrary number field. The aim is to extend lattice point results on convex bodies in the Euclidean case to this more general setting. In particular, we are interested in forbidden successive minima and transfer principles.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk  
**Förderer:** Sonstige; 01.01.2013 - 31.12.2015

### **Global Analysis in Convex and Differential Geometry**

Federführend bei diesem Projekt ist die Universität Murcia, Spain, Departamento de Matematicas, vertreten durch Prof. Luis Jose Alias Linares. Gesamtes Fördervolumen ca. 123.000 Euro. Im Rahmen dieses Projektes werden Externalprobleme der Konvex- und Differentialgeometrie in Kooperation mit der spanischen Seite untersucht. Im Vordergrund steht hier das Volumen (und andere Quermaßintegrale) von  $p$ -Summen konvexer Körper. Referenz: MTM2012-340378 Spanish Ministry of Science and Innovation (MINECO).

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk  
**Projektbearbeiter:** Martin Henk und Eva Linke  
**Förderer:** DFG; 01.05.2011 - 30.09.2013

### **Rationale Ehrhart Quasipolynome**

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die geometrische und analytische Struktur von rationalen Ehrhart Quasipolynomen zu untersuchen. Diese Polynome entstehen beim Bestimmen der Anzahl der ganzzahligen Punkte in rationalen Vielfachen von rationalen Polytopen und erweitern in kanonischer Weise die bekannten Klassen von Ehrhart Polynomen und Ehrhart Quasipolynomen.

Im Vordergrund unserer Untersuchungen stehen dabei strukturelle Aussagen über die Koeffizienten (Polynome) von rationalen Ehrhart Quasipolynomen, wie das Bestimmen der minimalen Periode der Koeffizienten (Polynome), ihre geometrische Interpretation, Beziehungen der Koeffizienten (Polynome) rationaler Ehrhart Quasipolynome zu anderen geometrischen Größen, insbesondere zu Volumen und Minkowskissukzessiven Minima, und Eigenschaften der multivariaten Koeffizienten (Polynome) von rationalen Ehrhart Quasipolynomen von Minkowski-Summen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk  
**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Martin Henk; Dr. Eugenia Saorin Gomez  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Maria A. Hernandez Cifre (Universidad de Murcia)  
**Förderer:** Haushalt; 01.04.2009 - 31.03.2014

### **Steiner-Polynom und Gitterpunkte**

Basierend auf Ungleichungen von Blichfeldt, Hadwiger und Wills werden Verbindungen zwischen dem Steiner Polynom und der Anzahl der Gitterpunkte in konvexen Körpern untersucht. Im Zentrum steht dabei die Frage nach oberen Schranken für die Gitterpunktanzahl mittels eines geeigneten gewichteten Steiner-Polynoms.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeiter:** Dr. Ayca Casmelioglu  
**Förderer:** Sonstige; 01.10.2011 - 30.09.2013

### **Bent-Funktionen**

In Zusammenarbeit mit Frau Dr. Ayca Casmelioglu und Herrn Professor Wilfried Meidl von der Sabanci Universität in Istanbul (Türkei) werden Bent-Funktionen untersucht, insbesondere deren Grad sowie die Frage der Regularität und Normalität.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeiter:** Wei Su

**Förderer:** Sonstige; 01.10.2011 - 30.09.2013

**Boole'sche und vektorielle Abbildungen auf endlichen Körpern**

Gemeinsam mit Frau Wei Su werden Boole'sche und vektorielle Abbildungen auf endlichen Körpern untersucht. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen zur Korrelation von Abbildungen und die Klassifikation von Abbildungen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott

**Projektbearbeiter:** Yue Zhou

**Förderer:** Sonstige; 01.10.2009 - 30.09.2013

**Endliche Körper und Endliche Geometrie**

Wir konstruieren neue semifields und entwickeln Methoden, diese bis auf Äquivalenz zu unterscheiden. Wir untersuchen auch Teilstrukturen von projektiven Ebenen, die durch semifields konstruiert werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott

**Förderer:** Humboldt-Stiftung; 01.09.2013 - 30.08.2015

**Semifields**

"Semifields" sind algebraische Strukturen, die ähnliche Eigenschaften wie Körper haben. Alexander Pott als verantwortlicher Projektleiter untersucht gemeinsam mit Ferruh Özbudak, Yue Zhou und Kai-Uwe Schmidt Eigenschaften von solchen Semifields, insbesondere deren Komponentenfunktionen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott

**Projektbearbeiter:** Dr. Qi Wang

**Förderer:** Humboldt-Stiftung; 01.10.2011 - 30.09.2013

**Sequenzen und ihre Korrelationseigenschaften**

Wir untersuchen Sequenzen und deren Korrelationseigenschaften. Dabei werden auch (partielle und relative) Differenzmengen angewendet. Ziel ist die Beschreibung innovativer Konstruktionsmethoden, weil die klassischen Verfahren (direct product methods, cyclotomic) an ihre Grenzen stoßen.

---

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Dr. Thomas Kahle

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.09.2013 - 31.12.2015

**Mathematische Methoden in der Systembiologie**

Das Projekt zielt auf die rigorose mathematische Analyse von, in der Systembiologie zur Modellierung eingesetzten, dynamischen Systemen. Dabei wollen wir verstehen wie gewünschte Verhalten, z.B. Multistationarität, produziert werden können, und wie sich diese Verhalten in Abhängigkeit von den Parametern verändern.

---

**Projektleiter:** Dr. Wolfram Eid

**Förderer:** Sonstige; 18.03.2013 - 18.03.2018

**Erarbeitung des Fachlehrplans Mathematik an Gymnasien (wissenschaftliche Begleitung)**

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

---

**Projektleiter:** Dr. Kai-Uwe Schmidt

**Kooperationen:** Daniel J. Katz (Simon Fraser University, Kanada); Jonathan Jedwab (Simon Fraser University, Kanada)

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2012 - 31.12.2014

**Aperiodic autocorrelations of finite sequences and polynomials on the unit circle**

The extent to which a finite sequence differs from a shifted version of itself is measured by its aperiodic autocorrelations. There is sustained interest in finite sequences with restricted entries whose aperiodic autocorrelations are collectively small. The two central research questions can be summarised as: How small can the aperiodic autocorrelations of a sequence collectively be and how can we efficiently find the best sequences? Many of the problems involved are related or equivalent to several old unsolved problems concerning the behaviour of polynomials on the unit circle.

**Projektleiter:** Dr. Kai-Uwe Schmidt

**Kooperationen:** Florian Caullery (Aix Marseille University); Yue Zhou (National University of Defense Technology, Changsha, China)

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2013 - 31.12.2014

### **Exceptional polynomials over finite fields**

An exceptional polynomial over a finite field is a polynomial that induces a function on infinitely many extension fields with a certain property. This property can be, for example, bijectivity or planarity. The overall goal of this project is to classify such exceptional polynomials. The methods typically involve techniques from algebraic geometry.

## **6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

- Prof. Dr. A. Pott: "Festkolloquium zu Ehren von Herrn Prof. Dr. Wolfgang Willems", Magdeburg, 04.04.2013
- Prof. Dr. A. Pott: "Finite Fields and their Applications", Magdeburg, 22. - 26.07.2013
- Prof. Dr. M. Henk: "Sachsen-Anhaltinischer Geometrietag & Friends", Magdeburg, 05. - 06.12.2013

## **7. Veröffentlichungen**

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Aliev, Iskander; Henk, Martin; Linke, Eva**

Integer points in knapsack polytopes and  $s$ -covering radius

In: The electronic journal of combinatorics. - [Madralin]: EMIS ELibEMS; Vol. 20.2013, 2, Art. P42;

[Imp.fact.: 0,532]

**Borello, Martino; Willems, Wolfgang**

Automorphisms of order  $2p$  in binary self-dual extremal codes of length a multiple of 24

In: IEEE transactions on information theory. - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 59.2013, 6, S. 3378-3383;

[Imp.fact.: 2,621]

**Bouyuklieva, Stefka; Cruz, Javier de la; Willems, Wolfgang**

On the automorphism group of a binary self-dual  $[120,60,24]$  code

In: Applicable algebra in engineering, communication and computing. - Berlin: Springer, insges. 14 S., 2013;

[Imp.fact.: 0,756]

**Çe melio lu, Ayça; Meidl, Wilfried; Pott, Alexander**

On the dual of (non)-weakly regular bent functions and self-dual bent functions

In: Advances in mathematics of communications. - Springfield, M: AIMS, Bd. 7.2013, 4, S. 425-440;

**Çe melio lu, Ayça; Meidl, Wilfried; Pott, Alexander**

Generalized MaioranaMcFarland class and normality of  $p$ -ary bent functions

In: Finite fields and their applications. - Orlando, Fla. [u.a.]: Elsevier, Bd. 24.2013, S. 105-117;

[Imp.fact.: 0,679]

**Eid, Wolfram**

Realität und Modellbildung in prüfungsnahen Aufgaben

In: Der Mathematikunterricht. - Seelze-Velber: Friedrich, Bd. 59.2013, 1, S. 52-58;

**Engström, Alexander; Kahle, Thomas; Sullivant, Seth**

Multigraded commutative algebra of graph decompositions

In: Journal of algebraic combinatorics. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, insges. 38 S., 2013;

[Imp.fact.: 0,634]



**Gómez, E. Saorín**

The role of the kernel in Bonnesen-style inradius inequalities

In: Monatshefte für Mathematik. - Wien [u.a.]: Springer, Bd. 171.2013, 1, S. 65-75;

[Imp.fact.: 0,698]

**Jedwab, Jonathan; Katz, Daniel J.; Schmidt, Kai-Uwe**

Advances in the merit factor problem for binary sequences

In: Journal of combinatorial theory. - Amsterdam [u.a.]: ElsevierJournal of combinatorial theory / A, Bd. 120.2013, 4, S. 882-906;

[Imp.fact.: 0,772]

**Jedwab, Jonathan; Katz, Daniel J.; Schmidt, Kai-Uwe**

Littlewood polynomials with small  $L_4$  norm

In: Advances in mathematics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 241.2013, S. 127-136;

[Imp.fact.: 1,177]

**Kyureghyan, Gohar; Müller, Peter; Wang, Qi**

On the size of Kakeya sets in finite vector spaces

In: The electronic journal of combinatorics. - [Madrain]: EMIS ELibEMS, Bd. 20.2013, 3;

[Imp.fact.: 0,532]

**Leneke, Brigitte**

Graphen als Modelle für Wege und Rundreisen im Mathematikunterricht

In: Der Mathematikunterricht. - Seelze-Velber: Friedrich, Bd. 59.2013, 1, S. 36-41;

**Martinez-Pérez, Conchita; Willems, Wolfgang**

On the dimensions of PIM's

In: Journal of group theory. - Berlin: de Gruyter, Bd. 16.2013, 3, S. 397-417;

[Imp.fact.: 0,432]

**Pott, Alexander; Zhou, Yue**

CCZ and EA equivalence between mappings over finite Abelian groups

In: Designs, codes and cryptography. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 66.2013, 1, S. 99-109;

[Imp.fact.: 0,875]

**Schmidt, Kai-Uwe**

On a problem due to Littlewood concerning polynomials with unimodular coefficients

In: The journal of Fourier analysis and applications. - Cambridge, Mass: Birkhäuser Boston, Bd. 19.2013, 3, S. 457-466;

[Imp.fact.: 1,079]

**Su, Wei; Pott, Alexander; Tang, Xiaohu**

Characterization of negabent functions and construction of bent-negabent functions with maximum algebraic degree

In: IEEE transactions on information theory. - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 59.2013, 6, S. 3387 - 3395;

[Imp.fact.: 2,621]

**Su, Wei; Tang, Xiaohu; Pott, Alexander**

A note on a conjecture for balanced elementary symmetric boolean functions

In: IEEE transactions on information theory. - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 59.2013, 1, S. 665-671;

[Imp.fact.: 2,621]

**Zhou, Yue; Pott, Alexander**

A new family of semifields with 2 parameters

In: Advances in mathematics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 234.2013, S. 43-60;

[Imp.fact.: 1,177]

## **Buchbeiträge**

### **Eid, Wolfram**

Die Herausbildung der Modellbildungskompetenz durch Analogisieren

In: Modellieren in den MINT-Fächern/ Herbert Henning (Hrsg.). - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, S. 65-98, 2013 - (Schriften zum Modellieren und zum Anwenden von Mathematik; 3);

### **Kyureghyan, Gohar**

Special mappings of finite fields

In: Finite fields and their applications. - Berlin: De Gruyter, S. 117-144, 2013;

### **Leneke, Brigitte**

Aufgabenvariation als Unterrichtsmethode für einen vernetzenden Unterricht

In: Mathe vernetzt; Bd 3. - [Hallbergmoos]: Aulis Verl. in der Stark Verl.-Ges., S. 39-48, 2013;

### **Leneke, Brigitte**

Mathematische Modelle durch Aufgabenvariation finden, diskutieren und interpretieren

In: Modellieren in den MINT-Fächern/ Herbert Henning (Hrsg.). - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, S. 115-133, 2013 - (Schriften zum Modellieren und zum Anwenden von Mathematik; 3);

## **Lehrbücher**

### **Eid, Wolfram; Biallas, Ingrid; Hilmer, Sybille; Liesenberg, Günter; Messner, Ardito; Szebrat, Heike**

Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin/10. Schuljahr - Arbeitsheft. - Berlin: Duden Schulbuch, 2013; 56 S. - (Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin), ISBN 383551220X;

### **Eid, Wolfram; Biallas, Ingrid; Hilmer, Sybille; Liesenberg, Günter; Messner, Ardito; Szebrat, Heike**

Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin/10. Schuljahr - Lehrmaterial. - Berlin: Duden Schulbuch, 2013; 108 S. - (Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin), ISBN 978-3-8355-1219-1;

### **Eid, Wolfram; Biallas, Ingrid; Hilmer, Sybille; Liesenberg, Günter; Messner, Ardito; Szebrat, Heike**

Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin/10. Schuljahr - Schülerbuch. - Berlin: DUDEN PAETEC, 2013; 240 S - (Mathematik Na klar! - Sekundarschule Berlin), ISBN 3835512188;

## **Herausgeberschaften**

### **Leneke, Brigitte**

Mathe vernetzt-Materialband - Kopiervorlagen und Materialien zu Band 1-3. - Hallbergmoos: Aulis, 2013, 1. Aufl.; 224 S.: Ill. - (Mathe vernetzt), ISBN 978-3-7614-2895-5;

### **Willems, Wolfgang**

Advances in mathematics of communications. - Springfield, Mo., AIMS, ISSN: 1930-5346, 24101990, 2013;

## **Artikel in Kongressbänden**

### **Cruz, Javier de la; Willems, Wolfgang**

On network codes and partial spreads

In: Optimal Codes and Related Topics. - Albena, S. 77-78, 2013

Kongress: International Workshop on Optimal Codes and Related Topics; 7 (Albena, Bulgaria): 2013.09.06-12;

### **Eid, Wolfram**

Objektorientiertes Modellieren am Beispiel mathematischer Begriffsbildung

In: 18. Dresdner Kolloquium zur Mathematik und ihrer Didaktik. - Dresden: Techn. Univ., S. 49-60, 2013

Kongress: Dresdner Kolloquium zur Mathematik und ihrer Didaktik; 18 (Dresden): 2013.01.29;

**Thiel, Carsten; Wendt, Claudia**

Zentrales Mathe-Vorkursmodell MATHEOVGU

In: Tagungsband zum 1. HDMINT Symposium 2013. - Nürnberg: Techn. Hochsch., S. 273-282

Kongress: HDMINT Symposium; 1 (Nürnberg): 2013.11.07-08;

***Dissertationen***

**Zhou, Yue; Pott, Alexander [Gutachter]**

Difference sets from projective planes. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; IV, 149 S.: graph. Darst.;

# INSTITUT FÜR ANALYSIS UND NUMERIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18649 / 18586 / 18700, Fax +49 (0)391 67 18073  
ian@uni-magdeburg.de

## 1. Leitung

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

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. em. Dr. Herbert Goering  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
apl Prof. Dr. Matthias Kunik  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummeler  
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck  
Prof. Dr. Miles Simon  
Prof. Dr. Lutz Tobiska  
Prof. Dr. Gerald Warnecke

## 3. Forschungsprofil

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

- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Finite Elemente Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungssysteme, insbesondere in der numerischen Strömungssimulation
- Eigenschaften der Lösung singular gestörter Probleme
- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- 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
- Numerische Behandlung mathematischer Modelle zur Strömungssimulation in porösen Medien

## **AG Analysis (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: Deckelnick, Grunau, Rummeler, Simon)**

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

Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

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

Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen (Deckelnick)

- Entwicklung & Analyse numerischer Näherungsverfahren
- Bezüge zu Parameteridentifikationsproblemen

Nichtlineare Evolutionsgleichungen

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

Hydrodynamik (Rummeler)

- Eigenfunktionen des Stokes-Operators
- Laminar-turbulentes Umschlagsverhalten, Bifurkationen
- Regularität von Zerlegungsfeldern

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

- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Diskretisierungsverfahren (FEM, FVM, FDM, kinetische Verfahren) für partielle Differentialgleichungssysteme, Entwicklung numerischer Verfahren
- Theoretische und numerische Untersuchung von Systemen von Erhaltungsgleichungen, insbesondere in der Gasdynamik, Mehrphasengemische, laserinduzierte Gasblasen
- Riemann-Probleme für Systeme hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, resonante Wellen, Phasenübergänge
- Analytische und Numerische Methoden für Populationsbilanzgleichungen in der Verfahrenstechnik und der Bioverfahrenstechnik, Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen

## **4. Forschungsprojekte**

**Projektleiter:** Prof. Dr. Lutz Tobiska

**Projektbearbeiter:** A. Hahn

**Förderer:** DFG; 01.11.2011 - 30.11.2015

### **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.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Lutz Tobiska

**Projektbearbeiter:** Kovalev, Klim

**Förderer:** DFG; 01.06.2011 - 31.05.2013

**Diffusion of magnetic particles in magnetic fluid seals**

Modeling the influence of diffusion of magnetic particles on the stability of dynamic magnetic fluid seal. Analysis and simulation for noncoercive elliptic convective-diffusive problem, using mixed finite element finite volume approach.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Lutz Tobiska

**Förderer:** DFG; 01.03.2012 - 28.02.2015

**GRK 1554 Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien- und Partikelsystemen "Discretization of coupled pdes for surfactant 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.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Klaus Deckelnick

**Projektbearbeiter:** Dr. Anna Dall'Acqua, Dr. M. Bergner, Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau, Prof. Dr. Friedhelm Schieweck

**Förderer:** DFG; 01.10.2008 - 31.03.2013

**Randwertprobleme für Willmoreflächen - Analysis, Numerik und numerische Analysis**

Die Willmoregleichung, d.h. die Euler-Lagrange-Gleichung zum Willmorefunktional, zählt zu den wichtigen und anspruchsvollen Herausforderungen der nichtlinearen Analysis: Sie ist quasilinear und von vierter Ordnung; viele aus der Theorie von Gleichungen und Systemen zweiter Ordnung her wohlbekannt Methoden versagen zu einem großen Teil. Dennoch konnten in letzter Zeit einige bemerkenswerte Fortschritte u.a. von L. Simon, E. Kuwert, R. Schätzle, T. Riviere u.a. erzielt werden. Bislang wurde das Willmorefunktional meist nur auf unberandeten kompakten Mannigfaltigkeiten studiert, da hier großer Gewinn aus globalen differentialgeometrischen Eigenschaften gezogen werden konnte. Hinsichtlich Randwertproblemen liegen erst ganz wenige Resultate vor: Die ohnehin schwierige Gewinnung von Kompaktheit / Abschätzungen wird hier nochmals komplizierter. Wir wollen mit numerischen Studien und analytischen Untersuchungen von Randwertproblemen in symmetrischen Prototypsituationen beginnen und damit eine Richtung aufzeigen, unter welchen Bedingungen zu erwarten sein wird, mit a-priori-beschränkten Minimalfolgen arbeiten und a-priori-beschränkte klassische Lösungen erhalten zu können. Es soll auch das allgemeinere und nicht mehr konform invariante Helfrich-Funktional studiert werden und mit der Analysis echt zweidimensionaler Randwertprobleme begonnen werden. Darüber hinaus sollen numerische Algorithmen und Konvergenzsätze in allgemeineren Situation entwickelt werden, z.B. für Graphen über zweidimensionalen Gebieten. Diesbezügliche Ergebnisse könnten Entwicklungen hin zu parametrisch beschriebenen Flächen vorbereiten. Im vorliegenden Projekt werden Analysis, numerische Analysis und Numerik gleichberechtigt und eng miteinander verzahnt bearbeitet. Die Analysis profitiert von den numerischen Studien, während die Numerik ganz wesentlich auf die analytischen Vorarbeiten aufbaut. Die numerische Analysis schließt sich setzt sowohl auf den numerischen als auch den analytischen Vorarbeiten auf und wirkt umgekehrt hierauf zurück.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Mhamad Al-Mhamad

**Förderer:** Sonstige; 01.04.2010 - 31.03.2013

**Discontinuous Galerkin Method for Solving the Shallow Water Equations**

The shallow water equations (SWE) are derived from the incompressible Navier-Stokes equations using the hydrostatic assumption and the Boussinesq approximation. The SWE are a system of coupled nonlinear partial differential equations defined on complex physical domains arising, for example, from irregular land boundaries. The discontinuous Galerkin methods (DG methods) is a form of methods for solving partial differential equations. The combine features of the continuous framework and have been successfully applied to problems arising from a wider range of applications. In this project, we formulate the discontinuous Galerkin methods (DG methods) for solving the shallow water equations (SWE) and study them using methods of numerical analysis

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Jared Okiro

**Förderer:** DAAD; 01.10.2010 - 31.03.2014

**Discontinuous Galerkin Methods for Reaction-Diffusion Systems: A Case of Intracellular and Intercellular Calcium Dynamics**

Das Kalzium ist ein wichtiger Botenstoff. Kalziumwellen übermitteln Signale in lebenden Zellen und nehmen an der Kommunikation zwischen Zellen teil. Die Dynamik der Konzentration von Kalziumionen ist durch einen Übergang von lokalen stochastischen Ausstößen aus Puffern zu globalen Wellen und Oszillationen gekennzeichnet. Die Modellierung der Diffusion, der Bindung und des Membrantransports von Kalziumionen führt auf ein System von Reaktions-Diffusions-Gleichungen. Diskontinuierliche Galerkin-Methoden verbinden Eigenschaften der Finite-Element-Methoden und der Finite-Volumen-Methoden. Diese robusten und genauen Methoden finden eine immer stärkere Verbreitung.

Dieses Projekt soll effiziente, zuverlässige, adaptive numerische Lösungen zu Reaktions-Diffusions-Systeme für obige Anwendungen entwickeln.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Yaser Al-Kurdi

**Kooperationen:** FVST

**Förderer:** Sonstige; 01.04.2008 - 31.03.2013

**Fluidized Beds**

The traditional importance of heat and mass transfer in physics and engineering have led to many physical interesting and mathematically challenging problems in relation to nonlinear parabolic and hyperbolic equations. From the process engineering point of view, the fabrication and subsequent treatment of disperse products are very important. This is due to the fact that 60% of all products of the chemical industry are particles. The work is on the modeling of heat and mass transfer in gas-solid-fluidized beds with spray injection which are widely used for the formation of particles from liquid solutions or suspensions as well as for the coating of particles with solid layers for the production of functional surfaces to enhance their handling properties, e.g. instant properties, controlled release or protection for chemical reactions. Such a fluidized bed spray granulation (FBSG) system involves high heat and mass transfer and mixing properties, as well as the coupling of wetting, drying, particle enlargement, homogenization and separation processes. In FBSG, the liquid is sprayed with a nozzle as droplets on solid particles. The droplets are deposited on the particles and distributed through spreading. The solvent evaporates in the hot, unsaturated fluidization gas, thereby the solid grows in layers on the particle surface. This process is called granulation or layering (coating). The process conditions in the injection zone have a strong influence on the local particle volume concentrations, particle velocities, deposition of the liquid droplets and solidification of the solid content of the liquid and subsequent product quality. Fluidized beds are widely used to achieve either chemical reactions or physical processing that require interfacial contact between gas and particles. Heat transfer is important in many of these applications, either to obtain energy transfer between the solid and gas phases or to obtain energy transfer between the two-phase mixture and a heating/cooling medium. The latter case is particularly important for fluidized bed reactors which require heat addition or extraction in order to achieve thermal control with heats of reaction. The project aims to compute balance laws for fluidized beds with discontinuous Galerkin methods.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Ee Han

**Kooperationen:** Prof. Dr. Evangelos Tsotsas - FVST

**Förderer:** DFG; 01.06.2009 - 31.03.2013

### GRK 1554 Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen "Exact Riemann solutions to selected resonant hyperbolic systems"

A variety of phenomena in nature and engineering can be described by the resonant hyperbolic systems, such as the tsunami waves in the ocean, the arterial and venous systems of hemodynamics, the jet engine of aircraft and rocket propulsion systems. The Riemann problem serves as building blocks for the existence and uniqueness of the general Cauchy problem of hyperbolic systems. Hence in this project, we aim to completely solve the Riemann problem for selected resonant hyperbolic systems: the gas dynamic equations in a duct of variable cross-sectional areas and the shallow water equations with a jump in the bottom topography. In the context of the Riemann solutions to the consideration resonant hyperbolic systems, the challenges both for theoretical and numerical studies are here. The first one is to reveal the structure of all resonant waves due to the fact that waves of different families are not well separated and coincide with each other. The second one is to uniformly compute the Riemann problem for any Riemann initial data. The third one is to determine the existence and uniqueness of the weak solutions for the general problem. We solved these problems in . The results are summarized in the following.

- The velocity function was introduced to determine the wave curves of the stationary wave. The existence of the stationary waves has been studied for the first time. Specifically, for the gas dynamic equations in a duct of variable cross-sectional areas, on one hand if the duct is expanding monotonic, the stationary wave always exists; on the other hand if the the duct is converging monotonic, the stationary wave exists if and only if the variation of the duct is small enough. To be precise, we defined two critical duct areas to justify that certain stationary waves exist or not. For the shallow water equations, we validated that the water can always spread across a lowered bottom step; But the water can go across an elevated bottom step if and only if a critical step size is larger than the actual jump height of the bottom step. The critical step size is determined by the height and the Froude number of the inflow state. The existence for these two systems provides the methodology for other resonant hyperbolic systems, as well as for the general resonant hyperbolic systems.
- Two basic types of the resonant waves were carefully studied. The first type is due to the coincidence of transonic rarefactions and stationary waves. While the second type is due to the coincidence of stationary waves with 0 speed shocks. The existence and monotonicity of two corresponding composite wave curves were carefully established.
- For simplicity, two combination wave curves in the state space were named L-M and R-M wave curves. They can be classified into different basic cases. The wave configurations and the details of the L-M and R-M wave curves have been completely examined and studied.
- The intersection points of the L--M and R--M curves correspond to the intermediate states of the Riemann solutions. The L-M curve is decreasing and the R-M curve is increasing for most cases. Hence the Riemann solution exists uniquely. However, bifurcations appear in certain cases of L-M and R-M curves. Due to the bifurcations, the L-M and R-M curves are folding in the state space. Therefore, there are more than one intersection points for L--M and R--M curves. In such kind of the case the Riemann solution is nonunique.
- To single out the physically relevant solution among all the possible Riemann solutions, we compared the nonunique Riemann solutions of the gas dynamic equations in ducts with the averaged numerical solutions to compressible axisymmetrical Euler equations computed by the GRP scheme in a cylindrical tube based on unstructured triangle meshes. Here GRP is the abbreviation of the generalized Riemann problem. Andrianov and Warnecke in To single out the physically relevant solution among all the possible Riemann solutions, we compared the nonunique Riemann solutions of the gas dynamic equations in ducts with the averaged numerical solutions to compressible axisymmetrical Euler equations computed by the GRP scheme in a cylindrical tube based on unstructured triangle meshes. Here GRP is the abbreviation of the generalized Riemann problem. Andrianov and Warnecke in [1] suggested using the entropy rate admissibility criterion to rule out the unphysical solutions. However, several examples have been found for which the solution picked out does not have the maximum increase in entropy. Moreover, numerous numerical experiments show that the physically relevant



solution is always located on a certain branch of the L--M curves. The bifurcation introduces two additional solutions, but the physical relevant solution is still on the original branch. In addition, a reduced  $3 \times 3$  mathematical model for the blood flows in medium and large size arteries belongs to the considered resonant hyperbolic systems. The governing system for the blood flows is coupled with tube laws including geometrical and mechanical properties of the blood vessels. The high non-linearity of the tube law is a great challenge for solving the Riemann problem. The present aim of this project is to construct Riemann solutions for subcritical and supercritical Riemann initial data in a uniform manner.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Carlos Cueto Camejo

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.08.2009 - 30.07.2013

**International Max Planck Research School for Analysis, Design and Optimization in Chemical and Biochemical Process Engineering Magdeburg " The Singular Coagulation and Coagulation-Fragmentation Equations"**

Certain problems in the physical sciences are governed by the coagulation and the coagulation-fragmentation equations. These equations are a type of integro-differential equations which are also known as aggregation and aggregation-breakage equations respectively. The coagulation (aggregation) term describes the kinetics of particle growth where particles can coagulate (aggregate) to form larger particles via binary interaction. On the other side, the fragmentation (breakage) term describes how particles break into two or more fragments. The term aggregation covers two processes, the coagulation and agglomeration process. The coagulation process is when particles aggregate forming a new particle where it is not possible to define them in the new particle. The agglomeration process is when particles aggregate and it is possible to define them in the new particle. The coagulation and agglomeration processes are often found in liquid and solid substance respectively. Mathematically the two processes are described by the same equation, therefore we will refer to it as coagulation. Breakage and fragmentation are also synonyms. In many applications, the size of a particle is considered as the only relevant particle property. If we describe the size of a particle by its mass, we have that during the coagulation process the total number of particles decreases while by the fragmentation process the total number of particles increases. In the coagulation process as well as in the fragmentation process the total mass remains constant. Examples of these processes can be found e.g. in astrophysics, in chemical and process engineering, polymer science, and aerosol science.

The aim of this work was to present some results related to the existences and uniqueness of solutions to the coagulation and the coagulation equation with multifragmentation.

We presented a proof of an existence theorem of solutions to the Smoluchowski coagulation equation for a very general class of kernels. This class of kernels includes singular kernels. The important Smoluchowski coagulation kernel for Brownian motion, the equi-partition of kinetic energy (EKE) kernel, and the granulation kernel are covered by our analysis. Our result is obtained in a suitable weighted Banach space of  $L^1$  functions. We define a sequence of truncated problems from our original problem in order to eliminate the singularities of the kernels. Using the contraction mapping principle, we proved the existence and uniqueness of solutions to them. Using weak compactness theory, we prove that this sequence of solutions converges to a certain function. Then it was shown that the limiting function solves the original problem. The uniqueness result was obtained by taking the difference of two solutions and showing that this difference is equal to zero by applying Gronwall's inequality.

Using the same technique we proved the existence and uniqueness of solutions to the singular coagulation equation with multifragmentation in a suitable weighted Banach space of  $L^1$  functions extending the previous result. The Smoluchowski coagulation kernel for Brownian motion, the equi-partition of kinetic energy (EKE) kernel, and the granulation kernel are examples of singular coagulation kernels which are covered in our analysis. It is important to point out that there is no previous existence result mentioned kernels of solution to the coagulation-fragmentation equation with singular kernel.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Shumaila Javeed

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.04.2010 - 31.07.2013

**International Max Planck Research School for Analysis, Design and Optimization in Chemical and Biochemical Process Engineering Magdeburg "Efficient and accurate numerical simulations of non-isothermal nonlinear reactive chromatographic models"**

In this work models capable to describe non-reactive and reactive liquid chromatography were investigated numerically and theoretically. These models have a wide range of industrial applications e.g. to produce pharmaceuticals, food ingredients, and fine chemicals. Two established models of liquid chromatography, the equilibrium dispersive model and the lumped kinetic model, were analyzed using Dirichlet and Robin boundary conditions to solve the column balances. The models consist of systems of convection-diffusion-reaction partial differential equations with dominating convective terms coupled via differential or algebraic equations. The Laplace transformation is used to solve them analytically for the special case of single component linear adsorption. Statistical moments of step responses were calculated and compared with numerical predictions generated by using the methods studied in this thesis for both sets of boundary conditions. For nonlinear adsorption isotherms, only numerical techniques provide solutions. However, the strong nonlinearities of realistic thermodynamic functions and the stiffness of reaction terms pose major difficulties for the

numerical schemes. For this reason, computational efficiency and accuracy of numerical methods are of large relevance and a focus of this work. Another goal is to analyze the influence of temperature gradients on reactive liquid chromatography, which are typically neglected in theoretical studies. By parametric calculations the influence of temperature gradients on conversion and separation processes during reactive liquid chromatography were analyzed systematically. Additionally, the complex coupling of concentration and thermal fronts was illustrated and key parameters that influence the reactor performance were identified. Two numerical schemes, namely the finite volume scheme of Koren and the discontinuous Galerkin finite element method, were applied to numerically approximate the models considered.

These schemes give a high order accuracy on coarse grids, resolve sharp fronts, and avoid numerical diffusion and dispersion. Several case studies to analyze non-reactive and reactive liquid chromatographic processes are carried out. The results of the suggested numerical methods were validated qualitatively and quantitatively against some finite volume schemes from the literature. The results achieved verify that the proposed methods are robust and well suited for dynamic simulations of chromatographic processes.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Michael Rother

**Förderer:** Sonstige; 01.04.2011 - 31.12.2014

**Numerics of population balance equations in biology**

In my field of research I deal with the evolution of distributed quantities in epidemiology. The underlying mathematical model is complex and consists of ordinary, partial differentials and integral terms. I want to develop a convergent numerical scheme solving a weakly coupled system of those partial integro differential equations approximately. Beginning with a testcase of 2 independent variables / characteristics of such an evolution process it will be the aim to deal with a high dimensional model later on.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Jared Okiro

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

**Förderer:** DFG; 01.10.2013 - 30.09.2016

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

Arrhythmia und Fibrillation sind führende Ursachen für Herztod. Sie können durch Alternas und arrhythmogene Prozesse auf Zellebene verursacht werden.  $Ca^{2+}$ -Dynamik ist involviert bei einigen von ihnen. Das Projekt wird zelluläre arrhythmogene Prozesse untersuchen, die zum Teil bekannt aber in ihrer Wechselwirkung wenig verstanden sind, durch die Simulation von excitation contraction coupling (ECC) in ventrikulären Kardiomyozyten.

Membrandepolarisation wird in tausenden diadischen Spalten in ein Kalziumsignal übertragen. Der große Bereich von Raum- und Zeitskalen des Problems verlangt eine Multiskalentechnik, die die Konzentration in den Spalten durch quasistatische Greensche Funktionen beschreibt, und die Reaktions-Diffusions-Prozesse im Volumen mit finite-Element-Methoden (FEM) simuliert. Die Dynamiken der Ionenkanäle in den Spalten werden wir stochastisch simulieren. Das Membranpotentialmodell wird zelltyp- und speziesspezifisch sein. Wir werden problemspezifisches hybrid stochastisch- deterministisches Zeitschritt-Management entwickeln. Der Bereich von Raum- und Zeitskalen im

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

---

**Projektleiter:** apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck

**Projektbearbeiter:** Prof. Turek, Dr. Ouazzi, Dipl.-Math. Köster, Dr. Skrzypacz

**Förderer:** DFG; 01.01.2010 - 31.12.2013

#### **Nichtkonforme Finite Elemente höherer Ordnung**

Im Rahmen dieses Projektes, das gemeinsam in Magdeburg und Dortmund bearbeitet werden soll, sollen Finite Element Techniken und Mehrgitterideen für nichtkonforme Elemente höherer Ordnung weiterentwickelt, analysiert und in der Open Source Software FEATFLOW realisiert werden.

Ziel ist dabei, die von den Antragstellern, die seit mehr als 15 Jahren auf dem Gebiet der nichtkonformen FEM sowie der Anwendung auf CFD-Probleme zusammenarbeiten, in früheren Arbeiten hergeleiteten Techniken zur Diskretisierung, Stabilisierung, Adaptivität und zur schnellen Lösung mittels Mehrgittertechniken sowohl für skalare Probleme als auch für die inkompressiblen Navier-Stokes Gleichungen auf den Fall höherer Ordnung zu übertragen. Durch die Realisierung in FEATFLOW wird gleichzeitig gewährleistet, dass eine ausgereifte numerische Testumgebung vorhanden ist und dass anhand realistischer CFD-Probleme in 2D und 3D die Qualität und numerische Effizienz dieser neuen Elementtypen bewertet werden kann.

---

**Projektleiter:** PD Dr. Matthias Kunik

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Mahmoud Abdelrahman

**Förderer:** Sonstige; 01.01.2011 - 09.10.2013

#### **Analytical and Numerical Investigation of the Ultra-Relativistic Euler Equations**

In dieser Arbeit studierten wir die ultrarelativistischen Euler-Gleichungen für ein ideales Gas, ein System nichtlinearer hyperbolischer Erhaltungsgleichungen. Diese sind Gleichungen für den Druck, den räumlichen Anteil, der Vierergeschwindigkeit und der Teilchenzahldichte. Nach dem Studium einzelner Stoßwellen und Verdünnungsfächer lösten wir das Riemannsche Anfangswertproblem explizit. Wir zeigten die Eindeutigkeit der Lösungen.

Wir entwickelten für die Beschreibung von Stoßwellen-Interaktionen eine eigene Parametrisierung, die für verschiedene Familien von Stößen auf eine explizite Druckformel nach der Stoßinteraktion führt.

Wir verwendeten diese Formel, um ein interessantes Beispiel für "non backward uniqueness" der ultrarelativistischen Eulergleichungen anzugeben. Ein vorgestelltes numerisches Kegelschema basiert auf Riemann-Lösungen für dieses System, es ist stabil, erfüllt die CFL-Bedingung und erhält Positivität von Druck und Teilchenzahldichte.

Wir führten eine neue Funktion ein, die die Stärke der elementaren Wellen beschreibt, und leiteten hierzu scharfe Ungleichungen ab. Die Interpretation der Stärke Riemannscher Anfangsdaten ist ebenfalls gegeben. Diese Funktion hat die wichtige Eigenschaft, dass die Stärke auch für beliebige Wellen-Interaktionen unseres Systems monoton fallend mit der Zeit ist. Dieses Studium der Welleninteraktion gestattet auch die Bestimmung des Types der transmittierten Wellen. Es kann dazu verwendet werden, eine natürliche Totalvariation der Lösungen zu jeder Zeit zu definieren.

Wir haben für andere hyperbolische Systeme ein vergleichbares Resultat noch nicht gesehen. In den meisten Arbeiten über hyperbolische Erhaltungsgleichungen ist stattdessen ein eher klassischer Zugang üblich, der Änderungen der Riemann-Invarianten als ein Maß für die Stärke der Wellen verwendet. Weiterhin präsentierten wir eine neue Front-Tracking Methode für die ultrarelativistischen Eulergleichungen in einer Raumdimension. Der wichtigste Baustein hierfür ist ein eigener Riemann-Löser. Der Front-Tracking Riemann-Löser approximiert einen kontinuierlichen Verdünnungsfächer durch eine endliche Anzahl von Verdünnungstößen (non entropy shocks). Während andere Front-Tracking Methoden auch nicht physikalische Lösungen gestatten, die die Rankine-Hugoniot Gleichungen verletzen, ist dies bei unserem Front-Tracking Riemann-Löser nicht der Fall. Wir erhalten somit exakte schwache Lösungen, deren Entropieverletzung kontrollierbar bleibt.

Wir vergleichen die exakte Riemann-Lösung mit den Lösungen des Kegelschemas und unserer Front-Tracking Methode für die ultrarelativistischen Eulergleichungen in einer Raumdimension. Die CFL-Bedingung ist hierbei sehr einfach, und unabhängig von den Anfangsdaten gegeben durch  $\Delta t = \Delta x/2$ .

Sie kommt aus der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit unter Lorentz-Transformationen. Die numerischen Beispiele zeigen sehr gute Übereinstimmung und eine scharfe Auflösung. Schliesslich studierten wir die Welleninteraktionen

auch mit verallgemeinerten Stößen, die die Rankine-Hugoniot Gleichungen erfüllen, aber nicht unbedingt die Entropiegleichung.

---

**Projektleiter:** PD Dr. Matthias Kunik  
**Projektbearbeiter:** M.Sc. Inaam Alshami  
**Förderer:** Sonstige; 01.01.2011 - 31.12.2014

#### **Generalizing Riemann Hypothesis to L-functions**

The Riemann Zeta function plays an important role in analytic number theory and has applications in physics, applied statistics and probability theory. While many of the properties of this function have been investigated, there remain important fundamental conjectures, a most notably the Riemann hypothesis:  $\zeta(s)=0$  implies  $\text{Re}(s)=1/2$  for positive  $\text{Re}(s)$ . In my thesis a functional analytical characterization of the Riemann hypothesis will be generalized to the so called L-functions.

---

**Projektleiter:** Dr. Maren Hantke  
**Förderer:** DFG; 01.11.2012 - 31.10.2015

#### **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.

## **5. Veröffentlichungen**

### ***Begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

#### **Abdelrahman, Mahmoud; Kunik, Matthias**

The interaction of waves for the ultra-relativistic Euler equations

In: Journal of mathematical analysis and applications. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, insges. 24 S., 2013;  
[Imp.fact.: 1,050]

#### **Dall'Acqua, Anna; Deckelnick, Klaus; Wheeler, Glen**

Unstable Willmore surfaces of revolution subject to natural boundary conditions

In: Calculus of variations and partial differential equations. - Berlin: Springer, Bd. 48.2013, 3/4, S. 293-313;  
[Imp.fact.: 1,236]

#### **Dreyer, Wolfgang; Hantke, Maren; Warnecke, Gerald**

Bubbles in liquids with phase transition. Part 2: On balance laws for mixture theories of disperse vapor bubbles in liquid with phase change

In: Continuum mechanics and thermodynamics. - Berlin: Springer, insges. 29 S., 2013;  
[Imp.fact.: 1,091]

#### **Han, Ee; Hantke, Maren; Warnecke, Gerald**

Criteria for nonuniqueness of Riemann solutions to compressible duct flows

In: ZAMM. - Berlin: Wiley-VCH, 2013;  
[Imp.fact.: 0,863]

#### **Hantke, Maren; Dreyer, Wolfgang; Warnecke, Gerald**

Exact solutions to the Riemann problem for compressible isothermal Euler equations for two-phase flows with and without phase transition

In: Quarterly of applied mathematics. - Providence, RI: Brown Univ, Bd. 71.2013, S. 509-540;  
[Imp.fact.: 0,728]

#### **Hussain, S.; Schieweck, Friedhelm; Turek, S.**

An efficient and stable finite element solver of higher order in space and time for nonstationary incompressible flow  
In: International journal for numerical methods in fluids. - Chichester: Wiley, Bd. 73.2013, 11, S. 927-952;  
[Imp.fact.: 1,352]

**Javeed, Shumalia; Qamar, Shamsul; Ashraf, Waqas; Warnecke, Gerald; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Analysis and numerical investigation of two dynamic models for liquid chromatography  
In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 90.2013, S. 17-31;  
[Imp.fact.: 2,601]

**John, Volker; Thein, Ferdinan**

On the efficiency and robustness of the core routine of the quadrature method of moments (QMOM)  
In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 75.2013, S. 327-333;  
[Imp.fact.: 2,386]

**Kumar, Rajesh; Kumar, Jitendra; Warnecke, Gerald**

Moment preserving finite volume schemes for solving population balance equations incorporating aggregation, breakage, growth and source terms  
In: Mathematical models and methods in applied sciences (M 3 AS). - Singapore [u.a.]: World Scientific, Bd. 23.2013, 7;  
[Imp.fact.: 1,635]

**Kuzmin, Dmitri; Schieweck, Friedhelm**

A parameter-free smoothness indicator for high-resolution finite element schemes  
In: Central European journal of mathematics. - Berlin: Springer, Bd. 11.2013, 8, S. 1478-1488;

**McCoy, James; Wheeler, Glen**

A classification theorem for Helfrich surfaces  
In: Mathematische Annalen. - Berlin: Springer, Bd. 357.2013, 4, S. 1485-1508;  
[Imp.fact.: 1,378]

**Nagaiah, Ch.; Suresh Kumar, N.; Bück, Andreas; Warnecke, Gerald**

Parallel and high resolution numerical solution of concentration and temperature distributions in fluidized beds  
In: Computers & chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 52.2013, S. 122-133;  
[Imp.fact.: 2,320]

**Okiro, Jared; Manyonge, A. W.; Ongati, N. O.; Shichikha, J. M.; Kimaiyo, J. K.**

On the solution of confined aquifer flow equations - finite difference approximations  
In: Applied mathematical sciences. - Ruse: Hikari Ltd., Bd. 7.2013, 58, S. 2885-2896;

**Schulze, Felix; Simon, Miles**

Expanding solitons with non-negative curvature operator coming out of cones  
In: Mathematische Zeitschrift. - Berlin: Springer, Bd. 275.2013, 1/2, S. 625-639;  
[Imp.fact.: 0,879]

**Simon, Miles**

Local smoothing results for the Ricci flow in dimensions two and three  
In: Geometry & topology. - Berkeley, Calif: Mathematical Sciences Publishers, Bd. 17.2013, S. 2263-2287;

**Zien, Ali; Hantke, Maren; Warnecke, Gerald**

On the modeling and simulation of a laser-induced cavitation bubble  
In: International journal for numerical methods in fluids. - Chichester: Wiley, Bd. 73.2013, 2, S. 172-203;

### ***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Abdelrahman, Mahmoud A. E.; Kunik, Matthias**

A new front tracking scheme for the ultra-relativistic Euler equations

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 27 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,18);

**Abdelrahman, Mahmoud A. E.; Kunik, Matthias**

The interaction of waves for the ultra-relativistic Euler equations /Mahmoud A. E. Abdelrahman; Matthias Kunik  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 27 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,7);

**Bannasch, Sebastian; Rose, Gerd; Warnecke, Gerald**

Iterative solution of system matrices from computer tomography using discrete time flow methods  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 12 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,11);

**Deckelnick, Klaus; Elliott, Charles M.; Ranner, Thomas**

Unfitted finite element methods using bulk meshes for surface partial differential equations  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 26 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,29);

**Deckelnick, Klaus; Katz, Jakob; Schieweck, Friedhelm**

A C1-finite element method for the Willmore flow of two-dimensional graphs  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 23 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,4);

**Hinze, Michael; Deckelnick, Klaus**

A-priori error bounds for finite element approximation of elliptic optimal control problems with gradient constraints  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 15 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,14);

**Lenor, Stephan; Grunau, Hans-Christoph**

Uniform estimates and convexity in capillary surfaces  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 13 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,19);

**Sweers, Guido; Grunau, Hans-Christoph**

A clamped plate with a uniform weight may change sign  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 6 S.: Ill. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,10);

**Sweers, Guido; Grunau, Hans-Christoph**

In any dimension a "clamped plate" with a uniform weight may change sign\*  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 8 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,17);

**Buchbeiträge**

**Grunau, Hans-Christoph; Robert, Frédéric**

Uniform estimates for polyharmonic Green functions in domains with small holes  
In: Recent trends in nonlinear partial differential equations II. - Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, S. 263-272, 2013;  
Kongress: Workshop on nonlinear partial differential equations; (Perugia, Italy): 2012;

**Dissertationen**

**Abdelrahman, Mahmoud Abdelaziz Elbiomy; Kunik, Matthias [Gutachter]**

Analytical and numerical investigation of the ultra-relativistic Euler equations. - Magdeburg, Univ., Fak. für

Mathematik, Diss., 2013; VI, 176 S.: graph. Darst.;

**Breiten, Tobias; Benner, Peter [Gutachter]**

Interpolatory methods for model reduction of large-scale dynamical systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; XX, 179 S.: graph. Darst.;

**Cueto Camejo, Carlos; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

The singular coagulation and coagulation-fragmentation equations. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; VI, 115 S.: graph. Darst.;

**Han, Ee; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

Exact Riemann solutions to two selected resonant hyperbolic systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; VI, 162 S.: graph. Darst.;

**Javeed, Shumaila; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

Analysis and numerical investigation of dynamic models for liquid chromatography. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; XV, 138 S.: graph. Darst.;

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE OPTIMIERUNG

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18756, 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. Hochschullehrer

Jun. Prof. 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. em. Dr. rer. nat. habil. Karl Manteuffel

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
- Symmetrien in der ganzzahligen Optimierung
- Erweiterte Formulierungen für Optimierungsprobleme
- Polyedrische Kombinatorik
- Darstellung semi-algebraischer Mengen
- Gitterpunktfreie konvexe Mengen
- Rekonstruktion von Daten aus Diffraktionsmessungen
- Untersuchung zur Komplexität von Scheduling-Problemen
- Untersuchung von Scheduling-Problemen mit Intervallbearbeitungszeiten

## 4. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr. Volker Kaibel

**Projektbearbeiter:** Stefan Weltge



**Kooperationen:** Universität di Padova

**Förderer:** DFG; 01.10.2012 - 30.09.2015

**Erweiterte Formulierungen in der Kombinatorischen Optimierung**

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

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Förderer:** EU - Forschungsrahmenprogramm; 15.01.2010 - 14.07.2013

**EMBOCON**

Moderne mathematische Verfahren sollen weiterentwickelt und über eine offene Softwareplattform an eine Vielzahl von praktisch relevanten Steuerprozessen gekoppelt werden. Besondere Herausforderung ist hierbei, dass eingebettete Hardware eingesetzt wird, beispielsweise Steuergeräte in LKWs oder Controller auf Windenergie-erntenden Flugdrachen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Kooperationen:** Universität Heidelberg

**Förderer:** Weitere Stiftungen; 01.09.2013 - 31.08.2015

**calcHEAT Vorhofflimmern**

Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Kommerzialisierung einer Diagnosesoftware im bedeutenden Wachstumsmarkt der kardiovaskulären Datenauswertung. Dieses Projekt wird von der Klaus-Tschira-Stiftung gefördert. Das globale Marktvolumen in diesem Bereich belief sich im Jahr 2010 auf etwa 1,6 Mrd. Euro. Klinischer Hintergrund des Projekts ist die mangelhafte Erkennung und damit verbundene medizinische Unterversorgung von Patienten mit Vorhofftachykardien. Erst durch den Einsatz intelligenter Computeralgorithmen wird es möglich sein, die Erkennungsrate zu verbessern und diese Patienten einer adäquaten Therapie zuzuführen. Alleinstellungsmerkmal ist eine als Patent angemeldete Verknüpfung medizinischen Wissens und effizienter mathematischer Nicht-Standardmethoden. Als Einsatzort des Algorithmus im Sinne einer Embedded Software eignen sich alle elektronischen Geräte, die elektrokardiographische Daten aufnehmen und verarbeiten. Parallel dazu ist die Entwicklung einer Stand Alone Software bzw. einer Web-Anwendung geplant. Als Vorarbeiten wurden eine umfangreiche Datensammlung angelegt und ein Softwareprototyp erstellt. Dieser wurde erfolgreich als "Proof-of-Concept" für Literaturbeispiele und ergänzend für erste klinische Fälle in Heidelberg eingesetzt. Das Projektteam rekrutiert sich aus hervorragend ausgebildeten und motivierten Absolventen der Kardiologie des Universitätsklinikums Heidelberg und des Instituts für Mathematische Optimierung in Magdeburg.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Förderer:** Industrie; 01.01.2013 - 31.12.2015

**Moderne Methoden des Dynamic Pricing**

In vielen Industriezweigen kommt heute zur Festlegung eines Verkaufspreises Revenue Management zum Einsatz. Revenue Management wurde Ende der 80er Jahre in der Airline-Industrie erstmalig angewendet. Dabei ging es darum, zu vorher festgelegten Preisstrukturen die optimalen Absatzmengen zu bestimmen. Mit einfachen Worten: Den richtigen Sitz zum richtigen Zeitpunkt an den richtigen Kunden zum richtigen Preis zu verkaufen. Basis dafür sind Methoden der Statistik zur Nachfrageprognose und die Methoden der Optimierung zur Preis-Mengen-Optimierung. In den letzten Jahren wurden die Methoden sukzessive erweitert. Eine Variante wird als Dynamic Pricing bezeichnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass jeweils immer nur zu einem Preis im Markt verkauft werden kann. Aufgabe ist es nun, bei gegebenen Preispunkten die optimalen Zeitpunkte zu bestimmen, an denen diese Preispunkte aktiv sind. Ziel des Projektes ist es, moderne Methoden der Optimierung mit aktueller Statistik so zu verbinden, dass eine verlässliche und effiziente Planung ermöglicht wird.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Kooperationen:** BASF; Daimler; Universität Heidelberg

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.07.2013 - 30.06.2016

**Nichtlineare gemischt-ganzzahlige Optimierung und Optimale Steuerung stark gekoppelter Industrieprozesse**

Ziel des Vorhabens ist es, neue mathematische Verfahren der nichtlinearen, dynamischen, gemischt-ganzzahligen Optimierung und Optimalen Steuerung zu entwickeln und die anspruchsvollen prototypischen Aufgaben der Industriepartner zu lösen. Diese Aufgaben beinhalten optimale An- und Abfahrvorgänge für komplexe verfahrenstechnische Trennanlagen mit geschalteten Eingangsgrößen und dynamischen Verschaltungsänderungen (BASF), effiziente Betriebsweisen von Hybrid-LKW unter Berücksichtigung von Wärmekopplung und -rekuperation (Daimler) und den optimalen Betrieb von innovativen Wärmepumpen in Elektrofahrzeugen (TLK-Thermo). Das Vorhaben trägt damit wesentlich zu mindestens zwei Feldern der Hightech-Strategie der Bundesregierung bei: Klima und Energie sowie Mobilität der Zukunft, letzteres mit besonderer Betonung auf Elektromobilität und innovativen Hybridantrieben. Die Methoden werden in vier eng verzahnten Teilprojekten von Partnern der Universitäten Heidelberg, Magdeburg und Marburg unter Beteiligung von Nachwuchswissenschaftlern gemeinsam mit den Industriepartnern entwickelt und erprobt. Die Ergebnisse der Teilprojekte und die Integration der darin entwickelten Verfahren werden den Industriepartnern zur weiteren Nutzung übergeben. Darüber hinaus haben sie große Bedeutung für andere stark gekoppelte Prozesse, etwa bei der Optimierung komplexer Energienetze. Für die Angewandte Mathematik werden neue Forschungsfelder im Bereich Optimierung und Numerik erschlossen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Sebastian Sager

**Kooperationen:** Volkswagen - Umwelt und Strategie

**Förderer:** Industrie; 01.09.2013 - 31.08.2016

**Optimization of car to traffic light communication**

Eine optimierte Kommunikation, Schaltung von Ampelanlagen und Betriebsweise von Automobilen soll zu einem insgesamt verbesserten Verkehrsfluss mit weniger Emissionen führen. Ziel der Kooperation mit VW ist es, mathematische Modelle zu erstellen und zur Optimierung in Echtzeit zu nutzen.

---

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Dr. Gennadiy Averkov

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 09.12.2010 - 01.01.2014

**Geometrische Rekonstruktionsprobleme für die Autokorrelation**

Als Ziel der Promotion setzen wir Forschung auf dem Gebiet **Geometrische Rekonstruktionsprobleme für die Autokorrelation**. Dies ist ein wichtiges Thema mit Anwendungen in der Mathematischen Physik (unter anderem Theorie der Quasikristalle), Bildverarbeitung, Stochastischen und Konvexeometrie. Beugungsbilder eines Quasikristalls liefern die Information über die Autokorrelation des sogenannten Fensters, einer Menge, welche die Struktur des Quasikristalls (fast) eindeutig bestimmt. Sobald man das Fenster aus seiner Autokorrelation wiederherstellen kann, verfügt man über die Information bezüglich der relativen Lage von Atomen des Quasikristalls. In der Bildverarbeitung liefert die Autokorrelation relevante qualitative Information über ein Bild. In der Stochastischen und Konvexeometrie tauchen die Autokorrelation (der charakterischen Funktion einer Menge) und entsprechende Rekonstruktionsaussagen oft als Hilfsmethoden auf. Allerdings sind viele wichtige Aspekte der Rekonstruktion aus der Autokorrelation noch nicht ausreichend verstanden. Im Rahmen des Promotionsvorhabens möchten wir neue Resultate zu diesem Thema erzielen.

## 5. Veröffentlichungen

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Averkov, Gennadiy**

Constructive Proofs of some Positivstellensätze for Compact Semialgebraic Subsets of  $\mathbb{R}^d$

In: Journal of optimization theory and applications. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media, Bd. 158.2013, 2, S. 410-418;

[Imp.fact.: 1,423]

**Averkov, Gennadiy**

On maximal  $S$ -free sets and the helly number for the family of  $S$ -convex sets

In: SIAM journal on discrete mathematics. - Philadelphia, Pa: Soc, Bd. 27.2013, 3, S. 1610-1624;

[Imp.fact.: 0,662]

**Averkov, Gennadiy; Conforti, Michelle; Del Pia, Alberto; Di Summa, Marco; Faenza, Yuri**

On the convergence of the affine hull of the Chvátal-Gomory closures

In: SIAM journal on discrete mathematics. - Philadelphia, Pa: Soc, Bd. 27.2013, 3, S. 1492-1502;

[Imp.fact.: 0,662]

**Averkov, Gennadiy**

A proof of Lovász's theorem on maximal lattice-free sets

In: Beiträge zur Algebra und Geometrie. - Berlin: Springer, Bd. 54.2013, 1, S. 105-109;

**Carballo, Lester; Vakhania, Nodari; Werner, Frank**

Reducing efficiently the search tree for multiprocessor job-shop scheduling problems

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 51.2013, 23/24, S. 7105-7119;

[Imp.fact.: 1,460]

**Engelhart, Michael; Funke, Joachim; Sager, Sebastian**

A decomposition approach for a new test-scenario in complex problem solving

In: Journal of computational science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 4.2013, 4, S. 245-254;

**Fiorini, Samuel; Kaibel, Volker; Pashkovich, Kanstantsin; Theis, Dirk Oliver**

Combinatorial bounds on nonnegative rank and extended formulations

In: Discrete mathematics. - Amsterdam: Elsevier Science, Bd. 313.2013, 1, S. 67-83;

[Imp.fact.: 0,578]

**Gafarov, Evgeny R.; Lazarev, Alexander A.; Werner, Frank**

Single machine total tardiness maximization problems - complexity and algorithms

In: Annals of operations research. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 207.2013, 1, S. 121-136;

[Imp.fact.: 1,029]

**Gholami, Omid; Sotskov, Yuri; Werner, Frank**

Fast edge-orientation heuristics for job-shop scheduling problems with applications to train scheduling

In: International journal of operational research/Nepal. - Kathmandu: ORSN, Bd. 2.2013, 1, S. 19-32;

**Gouveia, João; Grappe, Roland; Kaibel, Volker; Pashkovich, Kanstantsin; Robinson, Richard Z.; Thomas, Rekha R.**

Which nonnegative matrices are slack matrices?

In: Linear algebra and its applications. - New York, NY: American Elsevier Publ, Bd. 439.2013, 10, S. 2921-2933;

[Imp.fact.: 0,968]

**Hante, F. M.; Sager, Sebastian**

Relaxation methods for mixed-integer optimal control of partial differential equations

In: Computational optimization and applications. - New York, NY [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 55.2013, 1, S. 197-225;

[Imp.fact.: 1,278]

**Joseph-Duran, Bernat; Jung, Michael; Ocampo-Martinez, Carlos; Sager, Sebastian; Cembrano, Gabriela**

Minimization of sewage network overflow

In: Water resources management. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, insges. 23 S., 2013;

[Imp.fact.: 2,259]

**Kirches, Christian; Potschka, Andreas; Bock, Hans Georg; Sager, Sebastian**

A parametric active set method for quadratic programs with vanishing constraints

In: Pacific journal of optimization. - Yokohama: Yokohama Publishers, Bd. 9.2013, 2, S. 275-299;

**Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Erratum to: Minimizing total tardiness on parallel machines with preemptions

In: Journal of scheduling. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media, Bd. 16.2013, 4, S. 439-441;  
[Imp.fact.: 0,941]

**Sager, Sebastian**

Sampling decisions in optimum experimental design in the light of pontryagin's maximum principle  
In: SIAM journal on control and optimization. - Philadelphia, Pa: Soc, Bd. 51.2013, 4, S. 3181-3207;  
[Imp.fact.: 1,379]

**Sager, Sebastian; Mombaur, Katja; Funke, Joachim**

Scientific computing for the cognitive sciences  
In: Journal of computational science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 4.2013, 4, S. 242-244;

**Sotskov, Yuri N.; Lai, Tsung-Chyan; Werner, Frank**

Measures of problem uncertainty for scheduling with interval processing times  
In: OR spectrum. - Berlin: Springer, Bd. 35.2013, 3, S. 659-689;  
[Imp.fact.: 1,410]

**Vakhania, Nodari; Werner, Frank**

Minimizing maximum lateness of jobs with naturally bounded job data on a single machine in polynomial time  
In: Theoretical computer science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 501.2013, S. 72-81;  
[Imp.fact.: 0,489]

**Walter, Matthias; Truemper, Klaus**

Implementation of a unimodularity test  
In: Mathematical programming computation. - Berlin: Springer, Bd. 5.2013, 1, S. 57-73;

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Angulo, Gustavo; Ahmed, Shabbir; Dey, Santanu S.; Kaibel, Volker**

Forbidden vertices  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 15 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,23);

**Carballo, Lester; Vakhania, Nodari; Werner, Frank**

A comparative computational study of the effect of the preliminary reduction for the classical and multiprocessor job-shop scheduling problems  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 23 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,5);

**Gafarov, Evgeny R.; Dolgui, Alexandre; Lazarev, Alexander A.; Werner, Frank**

Solving an investment optimization problem by an improved graphical approach  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 20 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,2);

**Gouveia, João; Kaibel, Volker; Pashkovich, Kanstantsin; Robinson, Richard Z.; Thomas, Rekha R.**

Which nonnegative matrices are slack matrices?  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 14 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,6);

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

A hybrid harmony search/simulated annealing algorithm for minimizing mean flow time on two identical parallel machines with a single server  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 17 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,22);

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Block models for scheduling jobs on two parallel machines with a single server

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 9 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,1);

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Minimizing mean flow time for the two-machine scheduling problem with a single server

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 14 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,12);

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Minimizing total weighted completion time approximately for the parallel machine problem with a single server

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 8 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,13);

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Two heuristics for minimizing the makespan for the two-machine scheduling problem with a single server

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 20 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,8);

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

A dynamic model and an algorithm for flexible flow shop scheduling with continuous flows and discrete assignments

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 26 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,16);

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

An attainable set-based approach to schedule robustness analysis in continuous time

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 19 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,15);

**Kaibel, Volker; Walter, Matthias**

Simple extensions of polytopes

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 21 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,24);

**Kaibel, Volker; Weltge, Stefan**

A short proof that the extension complexity of the correlation polytope grows exponentially

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; [10] S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,25);

**Kaibel, Volker; Weltge, Stefan**

Lower bounds on the sizes of integer programs without additional variables

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; [17] S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,26);

**Khadka, Shree Ram; Werner, Frank**

An exact solution procedure for the total product rate variation problem

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 25 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,27);

**Khadka, Shree Ram; Werner, Frank**

Upper and lower bounds for the total product rate variation problem

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 9 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,28);

**Metelsky, Yury; Shchamialiova, Kseniya; Werner, Frank**

A finite characterization of intersection graphs of hypergraphs with a rank of at Most 3 and a multiplicity of at Most 2 in the class of threshold graphs

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 13 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,3);

**Sotskov, Yuri N.; Werner, Frank**

Using a stability method for scheduling and sequencing with interval data

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 61 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,9);

**Buchbeiträge**

**Gafarov, Evgeny R.; Dolgui, Alexandre; Lazarev, Alexander; Werner, Frank**

A graphical approach for solving single machine scheduling problems approximately

In: 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, 2013. - IFAC, S. 1340-1345;

Kongress: IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control; 7 (Saint Petersburg): 2013.06.19-21;

**Jung, Michael N.; Kirches, Christian; Sager, Sebastian**

On perspective functions and vanishing constraints in mixed-integer nonlinear optimal control

In: Jünger, Michael.: Facets of Combinatorial Optimization. - Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 387-417, 2013;

**Sager, Sebastian; Frasch, Janick; Gray, Andrew; Zanon, Mario; Ferreau, Hans Joachim; Borrelli, Francesco; Diehl, Moritz**

An auto-generated nonlinear MPC algorithm for real-time obstacle avoidance of ground vehicles

In: Proceedings of the 12th European Control Conference (ECC). - Zürich, insges. 6 S., 2013

Kongress: ECC; 12 (Zürich): 2013.07.17-19;

**Sager, Sebastian; Huschto, Tony**

Stochastic optimal control in the perspective of the Wiener chaos

In: Proceedings of the 12th European Control Conference (ECC). - Zürich, S. 3059-3064, 2013

Kongress: ECC; 12 (Zürich): 2013.07.17-19;

**Sager, Sebastian; Kirches, Christian; Bock, Hans Georg; Schlöder, Johannes P.**

Mixed-integer NMPC for predictive cruise control of heavy-duty trucks

In: Proceedings of the 12th European Control Conference (ECC). - Zürich, S. 4118-4123, 2013

Kongress: ECC; 12 (Zürich): 2013.07.17-19;

**Sotskov, Yuri; Gholami, Omid; Werner, Frank**

Solving a job-shop scheduling problem by an adaptive algorithm based on learning

In: 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, 2013. - IFAC, S. 1352-1357;

Kongress: IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control; 7 (Saint Petersburg): 2013.06.19-21;

**Sotskov, Yuri N.; Lai, Tsung-Chyan; Werner, Frank**

The stability box for minimizing total weighted flow time under uncertain data

In: Simulation and modeling methodologies, technologies and applications. - Berlin [u.a.]: Springer, S. 39-55, 2013 - (Advances in Intelligent Systems and Computing; 197);

Kongress: SIMULTECH; 1 (Noordwijkerhout, The Netherlands): 2011.07.29-31;

**Werner, Frank**

A survey of genetic algorithms for shop scheduling problems

In: Heuristics. - New York, NY: Nova Publ., S. 161-122, 2013;

**Artikel in Kongressbänden**

**Gafarov, Evgeny; Dolgui, Alexandre; Lazarev, Alexander; Werner, Frank**

A graphical algorithm for solving an investment optimization problem

In: MISTA 2013. - MISTA, S. 290-299

Kongress: MISTA Conference; 6 (Gent, Belgium): 2013.08.27-29;

**Gafarov, Evgeny; Dolgui, Alexandre; Lazarev, Alexander; Werner, Frank**

Solving an investment problem by an improved graphical approach

In: 22th International Conference on Production Research. - Iguassu Falls; 2013, Paper ID 121, insgesamt 6 S.

Kongress: ICPR; 22 (Iguassu Falls, Brazil): 2013.07.28-08.01;

**Gafarov, Evgeny R.; Dolgui, Alexandre; Lazarev, Alexander A.; Werner, Frank**

A graphical approach for solving single machine problems approximately

In: IFAC MIM '2013. - St. Peterburg, S. 1356-1361

Kongress: MIM 2013; (Saint Petersburg): 2013.06.19-21;

**Hasani, Keramat; Kravchenko, Svetlana A.; Werner, Frank**

Makespan minimization for a two-machine scheduling problem with a single server

In: IFAC MIM '2013. - St. Peterburg, S. 1380-1385

Kongress: MIM 2013; (Saint Petersburg): 2013.06.19-21;

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

Solving a job-shop problem by an adaptive algorithm based on learning

In: IFAC MIM '2013. - St. Peterburg, S. 1368-1373

Kongress: MIM 2013; (Saint Petersburg): 2013.06.19-21;

**Abstracts**

**Gafarov, Evgeny R.; Lazarev, Alexander A.; Werner, Frank**

A note on the paper Single machine scheduling problems with financial resource constraints: some complexity results and properties by E.R. Gafarov et al.

In: Mathematical social sciences. - Amsterdam: Elsevier Science, Bd. 65.2013, 3, S. 232;

[Imp.fact.: 0,452]

# 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. rer.nat.habil. Gerd Christoph  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Norbert Gaffke (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Rainer Schwabe  
Jun.-Prof. Dr. rer.nat. Marco Burkschat (bis 30.04.2013)  
apl. Prof. Dr. rer.nat.habil. Waltraud Kahle

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. rer.nat.habil. Gerd Christoph  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Norbert Gaffke  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Rainer Schwabe  
Jun.-Prof. Dr. rer.nat. Marco Burkschat (bis 30.04.2013)  
apl. Prof. Dr. rer.nat.habil. Berthold Heiligers (extern)  
apl. Prof. Dr. rer.nat.habil. Waltraud Kahle  
Emeritus: Prof. Dr. rer.nat.habil. Otfried Beyer

## 3. Forschungsprofil

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

- Asymptotische Methoden in der Stochastik
- Untersuchungen zu Ruinwahrscheinlichkeiten bei Risiko-Prozessen
- Modellierung und Statistik von Schädigungsprozessen
- Statistische Analyse allgemeiner Ausfall-Reparatur-Prozesse
- Optimale Instandhaltung in allgemeinen Reparaturprozessen

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

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

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

- 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

Mathematische Stochastik: Jun.-Prof. Dr. Marco Burkschat

- Modelle geordneter Daten (z.B. Ordnungsstatistiken, Rekorde)
- Zuverlässigkeitstheorie
- Progressive Zensierung

#### 4. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr. Norbert Gaffke

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Norbert Gaffke

**Förderer:** Haushalt; 01.10.2008 - 30.09.2013

##### **Exakte Konfidenzschranken für den Erwartungswert**

Im nicht-parametrischen Modell mit  $n$  unabhängigen, identisch verteilten und *nicht-negativen* Zufallsvariablen ist der Erwartungswert  $\mu$  ein wichtiger Parameter. Obere und untere Konfidenzschranken für  $\mu$  sind in Anwendungen von großem Interesse, etwa in der Finanzprüfung (Statistical Auditing). Eine in diesem Bereich oft verwendete Konfidenzschranke ist die *Stringer Bound* (Stringer (1963), s. auch Bickel (1992)). Zusammenhänge mit der unteren Konfidenzschranke von Gaffke & Zöllner (2003) und Gaffke (2005) existieren und sollen im Einzelnen herausgearbeitet werden. Die zentrale (aber sehr schwierige) Frage nach dem *exakten* Konfidenzniveau der Schranken soll bearbeitet werden. Daneben werden eine Reihe weiterer Konfidenzschranken untersucht, z.B. die in Swinamer et. al. (2004) zusammengestellten Schranken. **Literatur** Bickel, P.J. (1992): Inference and Auditing: The Stringer Bound. International Statistical Review 60, 197-209. Gaffke, N. (2005): Three test statistics for a nonparametric one-sided hypothesis on the mean of a nonnegative variable. Mathematical Methods of Statistics 14, 451-467. Gaffke, N.; Zöllner, A. (2003): A Resampling Approach for Under-estimating a Finite Population Total from a Censored Sample. Communication in Statistics, Theory and Methods 32, 2305-2320. Stringer, K.W. (1963): Practical aspects of statistical sampling in auditing. Proceedings of Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Norbert Gaffke

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Andreas Zöllner

**Kooperationen:** Institut für Neurobiologie Magdeburg

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2011 - 31.12.2013

##### **Schätzung der Intensität von Punktprozessen**

Messdaten der Neuronenaktivität auf Grund einer Reizung (z.B. akustische Reizung) lassen sich als einen stochastischen Punktprozess ansehen: Zu gewissen Zeitpunkten (die zufällig erscheinen) sind Potential-Spikes zu beobachten. Interessant ist die Intensitätsfunktion des Prozesses, die auf Grund der Daten geschätzt werden soll. Hierzu verwenden wir Kernschätzer, wie sie im (anderen) statistischen Problemkreis der Dichteschätzung Verwendung finden. Das zentrale Problem liegt in der Wahl der Bandbreite bei der Glättung, da in den neurobiologischen Anwendungen relativ komplizierte Intensitätsfunktionen auftreten (mehrere Extrema, Bereiche hohe Krümmung). Daher sollen adaptive Bandbreiten eingesetzt werden. Die praktischen wie auch theoretischen Eigenschaften von Kernschätzern mit adaptiven Bandbreiten werden untersucht.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerd Christoph

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Gerd Christoph

**Kooperationen:** Prof. V. Ulyanov, Lomonosov-Universität Moskau, Rußland

**Förderer:** Haushalt; 17.01.2011 - 31.12.2014

### **Exakte Fehlerberechnung bei Approximationen in Statistischen Anwendungen**

In Approximationen für den Korrelationskoeffizienten und weiteren statistischen Kerngrößen werden numerisch exakte Konstanten bestimmt, die in Anwendungen Verbesserungen z.B. für Konfidenzintervalle erlauben.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Gerd Christoph

**Projektbearbeiter:** Frau Diplom-Math. Nadezda Malevich

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2010 - 31.12.2014

### **Konvergenzaussagen für zufällige Summen unabhängiger Zufallsgrößen mit schweren Flügeln**

Untersucht wird das exakte Konvergenzverhalten von Summen mit einer zufälligen Anzahl unabhängiger Zufallsgrößen, wenn die Zufallsgrößen Pareto-ähnliche Verteilungen besitzen, insbesondere wenn Erwartungswert und/oder Streuung nicht existieren.

Anwendungen finden sich in der Finanz- und Risikotheorie.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Fritjof Freise

**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV

**Förderer:** Haushalt; 01.04.2008 - 31.03.2013

### **Adaptive Verfahren in der Planung und Auswertung statistischer Experimente**

Durch eine geeignete Wahl der Versuchsbedingungen kann in vielen statistischen Experimenten eine wesentliche Verbesserung der Analyseergebnisse bzw. eine deutliche Verringerung der Kosten für die Durchführung des Experiments erzielt werden. Liegen nichtlineare Wirkungszusammenhänge zwischen den Versuchsbedingungen und der die Zielvariable beschreibenden Wirkungsfunktion vor, ergibt sich dabei das Problem, dass die optimalen Versuchspläne, d.h. die optimale Wahl der Versuchseinstellungen, in der Regel von den unbekanntem und zu schätzenden Parametern abhängen. Während dies bei einstufig geplanten Experimenten ein schier unlösbares Problem darstellt, bieten adaptive und sequenzielle Verfahren, die "on-line" die Information zuvor gemachter Beobachtungen ausnutzen, einen vielversprechenden Ansatz, um auch in solchen Situationen mit möglichst wenigen Messungen zu möglichst genauen Schätzungen zu gelangen. Derartige Verfahren sollen im Rahmen des vorliegenden Projektes entwickelt und auf ihre Eigenschaften unter realen Versuchsbedingungen untersucht werden, wobei der Schwerpunkt auf Anwendungen in sogenannten Dosis-Wirkungs-Modellen liegt, bei denen eine binäre Zielvariable, die den Erfolg oder Misserfolg einer Behandlung beschreibt und daher nur zwei Ausprägungen annehmen kann, in Abhängigkeit von der Größe ("Dosis") einer oder mehrerer erklärenden Variablen untersucht wird. Neben Experimenten in der Psychophysik stellen adaptive Intelligenztests, wie sie im Projekt "Optimales Design für online generierte adaptive Intelligenztestverfahren" untersucht und weiterentwickelt werden, ein wichtiges Anwendungsgebiet dar.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Fritjof Freise

**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV

**Förderer:** Haushalt; 01.04.2013 - 31.03.2014

### **Adaptives Design**

Durch eine geeignete Wahl der Versuchsbedingungen kann in vielen statistischen Experimenten eine wesentliche Verbesserung der Analyseergebnisse bzw. eine deutliche Verringerung der Kosten für die Durchführung des Experiments erzielt werden. Liegen nichtlineare Wirkungszusammenhänge zwischen den Versuchsbedingungen und der die Zielvariable beschreibenden Wirkungsfunktion vor, ergibt sich dabei das Problem, dass die optimalen Versuchspläne, d.h. die optimale Wahl der Versuchseinstellungen, in der Regel von den unbekanntem und zu schätzenden Parametern abhängen. Während dies bei einstufig geplanten Experimenten ein schier unlösbares Problem darstellt, bieten adaptive und sequenzielle Verfahren, die "on-line" die Information zuvor gemachter Beobachtungen ausnutzen, einen vielversprechenden Ansatz, um auch in solchen Situationen mit möglichst wenigen Messungen zu möglichst genauen Schätzungen zu gelangen. Derartige Verfahren sollen im Rahmen des vorliegenden Projektes entwickelt und auf ihre Eigenschaften unter realen Versuchsbedingungen untersucht werden, wobei der Schwerpunkt auf Anwendungen in sogenannten Dosis-Wirkungs-Modellen liegt, bei denen eine binäre Zielvariable, die den Erfolg oder Misserfolg einer Behandlung beschreibt und daher nur zwei Ausprägungen annehmen kann, in Abhängigkeit von der Größe ("Dosis") einer oder mehrerer erklärenden Variablen untersucht wird. Neben Experimenten in der Psychophysik stellen adaptive Intelligenztests, wie sie im Projekt "Optimales Design für online generierte adaptive

Intelligenztestverfahren" untersucht und weiterentwickelt werden, ein wichtiges Anwendungsgebiet dar.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Wirtsch.-Math. Maryna Prus, Dipl.-Math. Tobias Mielke, Dr. Ulrike Graßhoff

**Kooperationen:** Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel; Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin; Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln; Prof. Dr. Edgar Brunner, Universität Göttingen, Universitätsmedizin; Prof. Dr. Kornelia Smalla, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig; Prof. Dr. Meinhard Kieser, Universität Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik; Prof. Dr. Siegfried Kropf, Medizinische Fakultät, Institut für Biometrie und Medizinische Informatik

**Förderer:** Bund; 01.07.2010 - 31.12.2013

**MÄQNU: Multivariate Äquivalenztests und Tests auf Nichtunterlegenheit für hochdimensionale Endpunkte**

Das Verbundprojekt untersucht statistische Tests auf Äquivalenz oder Nichtunterlegenheit. Während bislang meist nur Tests für einzelne Endpunkte durchgeführt und bei Bedarf konservativ über verschiedene Endpunkte gekoppelt werden, berücksichtigen wir die multivariate Verteilung und erhalten so effektivere Methoden, die auch die Analyse hochdimensionaler Endpunkte ermöglichen. Die Verfahren werden zusammen mit Industriepartnern zum Vergleich von Arzneimitteln und zur Untersuchung des Einflusses von Kulturpflanzen auf die mikrobielle Bodenflora angewendet. Im vorliegenden Teilprojekt wird analytisch das asymptotische Verhalten der in den anderen Teilbereichen vorgeschlagenen Testverfahren untersucht bzw. das Verhalten für kleine bis moderate Stichprobenumfänge durch Simulationen validiert. Neben mathematischen Entwicklungen zu den Grundlagen der Verfahren sind Untersuchungen zur Versuchsplanung durchzuführen und ein entsprechendes benutzerfreundliches Programm zu entwickeln.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Jesus Alonso Cabrera

**Förderer:** Sonstige; 01.10.2012 - 15.02.2014

**Optimales Design bei zufälligen und festen Blockeffekten II**

Auf Grund ökonomischer und ethischer Gründe besteht ein bedeutender Bedarf für optimale bzw. zumindest effiziente Designs in statistischen Experimenten. Dies bedeutet, dass experimentelle Einstellungen derart gewählt werden sollten, dass unter Verwendung möglichst weniger Ressourcen maximale Information erzielt werden kann. In der Literatur gibt es im Wesentlichen zwei konkurrierende Ansätze: Der eine basiert auf kombinatorischen Überlegungen, die am besten für statistische Modelle der Varianzanalyse geeignet sind, bei denen die experimentellen Einstellungen nur wenige Faktor-Kombinationen annehmen können. Der andere basiert auf analytischen Methoden und verwendet Methoden der konvexen Optimierung in einer quantitativ-stetigen Umgebung. Das Ziel des vorliegenden Projektes ist es, diese beiden Konzepte zusammenzubringen in dem Sinne, dass wir (stetige) analytische Methoden auf Modelle der Varianzanalyse mit typischerweise diskreter Struktur wie Block-Effekten übertragen wollen. Darüber hinaus wollen wir die analytischen Methoden, die für Modelle mit reinen festen Effekten entwickelt wurden, auf die praktisch relevanteren übertragen, bei denen individuelle Effekte der sogenannten Blöcke durch Randomisierung entstehen, was in der Literatur oft vernachlässigt wird.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Martin Radloff

**Kooperationen:** Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin; Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin; Dr. Tobias Mielke, Aptiv Solutions, Köln

**Förderer:** Haushalt; 01.10.2013 - 30.09.2016

**Optimales Design für Dynamische Systeme**

Viele Wirkungszusammenhänge können auch in technischen Anwendungen nur mit statistischen, d.h. zufälligen Abweichungen beobachtet werden. Diese Wirkungszusammenhänge sind oft nicht explizit darstellbar, sondern nur durch eine oder mehrere Differentialgleichungen gegeben, bei denen einige Modellparameter unbekannt sind. Anhand von beobachteten Daten sollen diese Modellparameter mittels geeigneter Schätzverfahren bestimmt werden. Die Qualität dieser Schätzung hängt im Wesentlichen auch vom Design, d.h. von der Wahl der Versuchseinstellungen und der Messzeitpunkte ab. Ziel dieses Projektes ist es, Strategien zur Bestimmung optimaler oder zumindest effizienter

Designs zu entwickeln und diese zu validieren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Moudar Soumaya

**Förderer:** Sonstige; 01.03.2008 - 28.02.2013

**Optimales Design für multivariate lineare statistische Modelle**

In der statistischen Datenanalyse gewinnen multivariate lineare Modelle mit einer Vielzahl von Zielvariablen zunehmend an Bedeutung, da auf Grund der Entwicklung von Computer-Soft- und -Hardware mittlerweile gute Approximationen für die Auswertung derartiger, strukturierter Daten berechenbar sind. Ziel dieses Projektes ist es, optimale und effiziente Designs für statistische Experimenten bei verschiedenen zu Grunde liegenden multivariaten linearen Modellen zu bestimmen und zu validieren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Moudar Soumaya

**Förderer:** Sonstige; 01.03.2013 - 30.11.2013

**Optimales Design für multivariate statistische Modelle mit scheinbar unzusammenhängenden Wirkungsfunktionen**

In der statistischen Datenanalyse gewinnen multivariate lineare Modelle mit einer Vielzahl von Zielvariablen zunehmend an Bedeutung, da auf Grund der Entwicklung von Computer-Soft- und -Hardware mittlerweile gute Approximationen für die Auswertung derartiger, strukturierter Daten berechenbar sind. Ziel dieses Projektes ist es, optimale und effiziente Designs für statistische Experimenten bei verschiedenen zu Grunde liegenden multivariaten linearen Modellen zu bestimmen und zu validieren. Insbesondere stehen hier Modelle vom Typ der "Seemingly Unrelated Regression" (SUR), d.h. Modelle mit scheinbar unzusammenhängenden Wirkungen im Vordergrund.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dr. Ulrike Graßhoff

**Kooperationen:** Dr. Heiko Grossmann, Queen Mary, University of London, School of Mathematical Sciences; Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV

**Förderer:** DFG; 01.09.2011 - 30.11.2013

**Optimales Design für online generierte adaptive Intelligenztestverfahren (II)**

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.

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

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dipl. Math. Dennis Schmidt

**Kooperationen:** Prof. Dr. Waltraud Kahle, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik

**Förderer:** Sonstige; 01.04.2013 - 31.03.2016

#### **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.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Marius Schmidt

**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 - 30.09.2016

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

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

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Wirt.-Math. Maryna Prus

**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Frank Bretz, Novartis Pharma, Basel; Prof. Dr. Holger Dette, Ruhr-Universität Bochum; Prof. Dr. Joachim Kunert, Universität Dortmund; Prof. Dr. Ralf-Dieter Hilgers, Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2011 - 15.10.2014

#### **Optimales Design zur individuellen Anpassung in gemischten Modellen**

In der Arzneimittelentwicklung besteht vorrangiges Interesse an Charakteristika einer Zielpopulation, um ein möglichst allgemein wirkendes Präparat auf den Markt bringen zu können. Neuere Entwicklungen zielen jedoch auch auf einen individualisierten Ansatz. Hierzu ist es notwendig die Charakteristika einzelner Individuen basierend sowohl auf den individualspezifischen Beobachtungen als auch auf den Populationseigenschaften möglichst genau zu spezifizieren. Letzteres ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn aus ethischen oder technischen Gründen nur sehr wenig (invasive) Beobachtungen je Individuum gemacht werden können. Für diese Fragestellung sollen optimale Designs generiert werden, die eine effiziente Auswertung der Beobachtungen ermöglicht.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Rainer Schwabe

**Projektbearbeiter:** Hayan Hasan

**Förderer:** Sonstige; 01.02.2012 - 28.02.2014

#### **Theoretische Grundlagen der statistischen Datenanalyse mit "Partial Least Squares"**

"Partial Least Squares" ist eine modernes Verfahren zur Dimensionsreduktion in hochdimensionalen Datensätzen, wie sie z.B. in den Neurowissenschaften bei MRT-Daten zur Analyse von Hirnaktivitäten oder bei der Bildanalyse anfallen. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, geeignete theoretische Grundlagen und Modelle für die den Daten zu Grunde liegenden Strukturen zu entwickeln und zu validieren.

---

**Projektleiter:** apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

**Projektbearbeiter:** apl. Prof. Dr. W. Kahle

**Förderer:** Haushalt; 01.09.2010 - 31.08.2013

#### **Instandhaltung in Multi-State-Systemen**

Die Reparatur eines komplexen Systems verändert in der Regel dieses System so, daß es zwar nicht neu, jedoch jünger als vor der Reparatur ist. In Systemen mit vielen Zuständen bedeutet das, daß die Instandhaltung das System in einen "jüngeren" Zustand zurückversetzt. Es werden stochastische Modelle für unvollständige Reparaturen angewendet, um optimale Instandhaltungsstrategien für solche Systeme zu bestimmen. Dabei sollen unter Ansatz verschiedener möglicher Kostenfunktionen sowohl der optimale Zustand nach der Instandhaltung, als auch der optimale Zustand, zu dem eine Instandhaltung erfolgt, ermittelt werden.

---

**Projektleiter:** apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2011 - 30.12.2015

#### **Optimale Instandhaltung in Abnutzungsprozessen**

Wir betrachten einen Wiener Prozeß mit Drift als Abnutzungsmodell. Ein Ausfall tritt ein, wenn der Abnutzungsprozess erstmalig ein vorgegebenes Niveau  $h$  erreicht. Die zufällige Zeit bis zum Ausfall ist dann invers Gauss-verteilt.

Zur vorbeugenden Instandhaltung wird der Abnutzungsprozess regelmäßig kontrolliert. Wenn zu einem dieser Inspektionszeitpunkte die Abnutzung ein festgelegtes Maß  $a$  überschritten hat, wird das Bauteil vorbeugend durch ein neues ersetzt.

Dabei entstehen 3 Arten von Kosten:

- Inspektionskosten,
- Kosten einer vorbeugenden Instandhaltung,
- Ausfallkosten.

Inhalt des Projektes ist es, sowohl optimale Zeitintervalle zwischen den Inspektionen zu bestimmen, als auch eine optimalen Grenze  $a$  für die vorbeugenden Instandhaltung festzulegen.

## **5. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

- Jun.-Prof. Dr. Marco Burkschat: DAGStat, Leitung der Sektion (gemeinsam mit Prof. Dr. Jan Beyersmann) "Survival and Event History Analysis", 2013, Freiburg.
- Jun.-Prof. Dr. Marco Burkschat: Statistische Woche, Leitung der Sektion (gemeinsam mit Prof. Dr. Udo Kamps) "Analyse von Lebensdauerdaten", 2013, Berlin.
- Prof. Dr. Rainer Schwabe: "Seventh International Workshop on Simulation", Organisation der Sektion "Design in computer and simulation experiments", 2013, Rimini.

## **6. Veröffentlichungen**

### ***Begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Burkschat, Marco; Kamps, Udo; Kateri, Maria**

Estimating scale parameters under an order statistics prior

In: Statistics & risk modeling. - Berlin: De Gruyter, Bd. 30.2013, 3, S. 205-219;

**Burkschat, Marco; Navarro, J.**

Dynamic signatures of coherent systems based on sequential order statistics  
In: Journal of applied probability. - Sheffield [u.a.]: JSTOR, Bd. 50.2013, 1, S. 272-287;  
[Imp.fact.: 0553]

**Gaffke, Norbert; Graßhoff, Ulrike; Schwabe, Rainer**

Algorithms for approximate linear regression design with application to a first order model with heteroscedasticity  
In: Computational statistics & data analysis. - Amsterdam: Elsevier Science, Bd. 71.2013, S. 1113-1123;  
[Imp.fact.: 1,304]

**Graßhoff, Ulrike; Großmann, Heiko; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

Optimal design for discrete choice experiments  
In: Journal of statistical planning and inference. - Amsterdam: North-Holland Publ. Co, Bd. 143.2013, 1, S. 167-175;  
[Imp.fact.: 0,786]

**Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

An introduction to optimal design  
In: Zeitschrift für Psychologie. - Göttingen: Hogrefe, Bd. 221.2013, 3, S. 124-144;

**Niaparast, Mehrdad; Schwabe, Rainer**

Optimal design for quasi-likelihood estimation in Poisson regression with random coefficients  
In: Journal of statistical planning and inference. - Amsterdam: North-Holland Publ. Co, Bd. 143.2013, 2, S. 296-306;  
[Imp.fact.: 0,786]

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Prus, Maryna; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for the prediction of individual parameters in hierarchical models  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; [19] S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,21);

**Schmidt, Dennis; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for censored data  
In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2013; 20 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2013,20);

***Buchbeiträge***

**Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir V.; Fujikoshi, Yasunori**

Accurate approximation of correlation coefficients by short edgeworth-chebyshev expansion and its statistical applications  
In: Shiryaev, Albert N.: Prokhorov and Contemporary Probability Theory. - Berlin: Springer, S. 239-260, 2013;

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

Optimal design for count data with binary predictors in item response theory  
In: Uciniski, Dariusz.: mODa 10 - Advances in Model-Oriented Design and Analysis. - Heidelberg: Springer International Publishing, S. 117-124, 2013;  
Kongress: International Workshop in Model-Oriented Design and Analysis:: 10 (Łagów Lubuski, Poland): 2013.06.10-14;

**Kahle, Waltraud**

Optimal maintenance in degradation processes  
In: Statistical Models and methods for reliability and survival analysis. - Hoboken: Wiley, S. 323-334, 2013;

**Mielke, Tobias; Schwabe, Rainer**

Sample size calculation for diagnostic tests in generalized linear mixed models



In: Ucinski, Dariusz:: mODa 10 - Advances in Model-Oriented Design and Analysis. - Heidelberg: Springer International Publishing, S. 171-178, 2013;

Kongress: International Workshop in Model-Oriented Design and Analysis:: 10 (Łagów Lubuski, Poland): 2013.06.10-14;

**Prus, Maryna; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for the prediction of individual effects in random coefficient regression

In: Ucinski, Dariusz:: mODa 10 - Advances in Model-Oriented Design and Analysis. - Heidelberg: Springer International Publishing, S. 211-218, 2013;

Kongress: International Workshop in Model-Oriented Design and Analysis:: 10 (Łagów Lubuski, Poland): 2013.06.10-14;

**Wissenschaftliche Monografien**

**Kahle, Waltraud; Liebscher, Eckhard**

Zuverlässigkeitsanalyse und Qualitätssicherung

München: Oldenbourg, 2013; X, 315 S.: graph. Darst.; 240 mm x 170 mm, ISBN 3486720287;

**Herausgeberschaften**

**Kahle, Waltraud**

Statistical papers. - Berlin; Heidelberg [u.a.], Springer, ISSN: 0932-5026, 2276410, 2013;

**Schwabe, Rainer**

Journal of statistical theory and practice. - Greensboro, Grace Scientific Publ., ISSN: 1559-8608; 5.2011, 2013;

**Dissertationen**

**Soumaya, Moudar; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Optimal designs for multivariate linear models. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2013; 118 S.: graph. Darst.;