



# Forschungsbericht 2014

# FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK

Universitätsplatz 2, Gebäude 02, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 58663, 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

### **Habilitationen**

#### **Schmidt, Kai-Uwe; Pott, Alexander [Gutachter]**

Low autocorrelation sequences and flat polynomials

In: Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Habil.-Schr., 2014; VIII, 162 S.;

### **Dissertationen**

#### **Alonso Cabrera, Jesús Eduardo; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Optimal design in the presence of random or fixed block effects. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; VII, 83 S.: graph. Darst.; 30 cm;

#### **Hasan, Hayan; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Theoretische Grundlagen der partiellen kleinsten Quadrate. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; 98 S.: graph. Darst.;

#### **Rajasekaran, Sangeetha; Tobiska, Lutz [Gutachter]; Schmidt, Jürgen [Gutachter]**

Finite element simulation of an impinging liquid droplet on a hot solid substrate. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; Barleben: Docupoint-Verl.; VIII, 94 S.: graph. Darst.; 21 cm - (Micro-macro transactions; 11), ISBN 978-3-86912-110-9;

#### **Schlichting, Arthur; Simon, Miles [Gutachter]**

Smoothing singularities of Riemannian metrics while preserving lower curvature bounds. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014, 2013; 109 S.: graph. Darst.;

#### **Thiel, Carsten; Henk, Martin [Gutachter]**

Adelic convex geometry of numbers. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; 106 S.: graph. Darst.; 30 cm;

# 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. Gennadiy Averkov (ab 01.10.2014)  
Prof. Dr. Martin Henk (bis 30.09.2014)  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Jun. Prof. Dr. Thomas Kahle  
PD Dr. Gohar Kyureghyan  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Christian Richter (bis 31.03.2014)  
Prof. Dr. Wolfgang Willems (im Ruhestand)

## 3. Forschungsprofil

### Algebra

- Algebra und Zahlentheorie
- Algebraische Kombinatorik
- Endliche Körper
- Galois Ringe
- Angewandte Algebra

### Didaktik der Mathematik

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

### Diskrete Mathematik

- Differenzmengen
- Endliche Körper
- Äquivalenz von Funktion
- Permutationspolynome

- Projektive Ebenen

#### **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 (z. Z. vakant)**

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

#### **Mitarbeit in Editorial Boards**

- Prof. Dr. Martin Henk: Advances in Geometry
- Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Alexander Pott: International Journal of Information and Coding Theory
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. 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
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- CODES, INRIA, Frankreich
- Computational Mathematics Group, Universität Kassel, Kassel
- CWI, Amsterdam
- Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics, Linz
- Johns Hopkins University, USA
- 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),
- Università degli Studi di Firenze, Italien
- 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:** Fördergeber; 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 Extermalprobleme 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:** 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:** Prof. Dr. Alexander Pott, Razi Arshad  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.10.2014 - 30.09.2017

**Almost perfect nonlinear functions**

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

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Förderer:** Alexander von 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:** Jun.-Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeiter:** Windisch  
**Förderer:** Weitere Stiftungen; 01.09.2014 - 31.08.2017

**Markovketten auf Fasergraphen**

In diesem Promotionsprojekt untersuchen wir das Verhalten von Zufallsbewegungen auf Graphen, deren Knoten ganzzahlige Lösungen einer linearer Gleichung sind. Diese sogenannten Fasergraphen tauchen in zahlreichen Anwendungen der Optimierung und Statistik auf und ihre Struktur kann mit Hilfsmitteln aus der Kommutativen Algebra und Algebraischen Geometrie studiert werden. Während Zufallsbewegungen auf Graphen im Allgemeinen hinreichend gut untersucht wurden, ist im speziellen Falle von Fasergraphen beispielsweise noch völlig unverstanden, wie schnell diese Zufallsbewegungen gegen ihre stationäre Verteilung konvergieren. In diesem Projekt werden wir Schranken für die Konvergenzrate ausfindig machen, die im wesentlichen nur von Eigenschaften des zugrundeliegenden linearen Gleichungssystems abhängen.

---

**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:** Fördergeber; 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.

---

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

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2014 - 30.06.2017

**Folgen mit gutem Korrelationsverhalten, Differenzmengen und flache Polynome**

Seit etwa 1950 interessiert man sich für Folgen und Arrays mit betragsmäßig kleinen aperiodischen Autokorrelationen. Die ursprünglich zugrunde liegende Motivation stammt aus der Informations- und Kommunikationstechnik und der Physik der kondensierten Materie. Obwohl der Ursprung dieses Gebietes in einer praktischen Anwendung liegt, haben sich daraus höchst interessante Fragestellungen in der Kombinatorik, Analysis und Zahlentheorie ergeben, die teilweise seit Jahrzehnten ungelöst sind. Weiter existieren enge Zusammenhänge zu Fragestellungen, die Extremalprobleme von Polynomen betreffen und größtenteils auf Littlewood und Erdős zurückgehen. Aus jüngsten Fortschritten auf dem Gebiet haben sich neue Forschungsrichtungen ergeben, die in diesem Projekt verfolgt werden sollen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung neuer mathematischer Ansätze zur Analyse aperiodischer Autokorrelationen endlicher Folgen und zur Analyse von Polynomnormen sowie deren Anwendung zur Lösung grundlegender offener Probleme und zur Enthüllung vereinheitlichender Prinzipien. Die grundlegende Herangehensweise besteht aus der Kombination von Methoden der analytischen Zahlentheorie und der Kombinatorik.

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

- Prof. Dr. A. Pott: Festveranstaltung "50 Jahre Förderung von Nachwuchstalenten in der Mathematik", Magdeburg, 25.10.2014
- Dr. Kai-Uwe Schmidt: "Sequences and Their Applications", Melbourne (Australien), 24. - 28.11.2014

## 7. Veröffentlichungen

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Charpin, Pascale; Kyureghyan, Gohar; Suder, Valentin**

Sparse permutations with low differential uniformity

In: Finite fields and their applications. - Orlando, Fla. [u.a.]: Elsevier, Bd. 28.2014, S. 214-243;

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

Generic and special constructions of pure O-sequences

In: Bulletin of the London Mathematical Society. - Oxford: Oxford Univ. Press, Bd. 46.2014, 5, S. 924-942; 10.1112/blms/bdu047;

**Henning, Herbert; Spieler, Sabrina**

Die Erde bebzt

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 65.2012, 4, S. 138-142;

**Kahle, Thomas; Miller, Ezra**

Decompositions of commutative monoid congruences and binomial ideals

In: Algebra & number theory. - Berkeley, CA: Mathematical Sciences Publ, Bd. 8.2014, 6, S. 1297-1364;

[Imp.fact.: 0,581]

**Kahle, Thomas; Rauh, Johannes**

Toric fiber products versus Segre products

In: Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universität Hamburg. - Berlin [u.a.]: Springer, Bd. 84.2014, 2, S. 187-201;

**Kahle, Thomas; Rauh, Johannes; Sullivant, Seth**

Positive margins and primary decomposition

In: Journal of commutative algebra. - Tempe, Ariz: Consortium, Bd. 6.2014, 2, S. 173-208;

**Kyureghyan, Gohar; Suder, Valentin**

On inversion in  $Z_2^{2n-1}$

In: Finite fields and their applications. - Orlando, Fla. [u.a.]: Elsevier, Bd. 25.2014, S. 234-254;

**Malevich, Anton; Willems, Wolfgang**

On the classification of the extremal self-dual codes over small fields with 2-transitive automorphism groups

In: Designs, codes and cryptography. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 70.2014, 1/2, S. 69-70;

[Imp.fact.: 0,779]

**Pott, Alexander; Ding, Cunsheng; Wang, Qi**

Constructions of almost difference sets from finite fields

In: Designs, codes and cryptography. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 72.2014, 3, S. 581-592;

**Pott, Alexander; Özbudak, Ferruh**

Uniqueness of  $F_q$ -quadratic perfect nonlinear maps from  $F_{q^3}$  to  $F_q$

In: Finite fields and their applications. - Orlando, Fla. [u.a.]: Elsevier, Bd. 29.2014, S. 49-88;

**Schmidt, Kai-Uwe**

An extremal problem for polynomials

In: Comptes rendus mathematique. - Paris: Elsevier, Bd. 352.2014, 2, S. 95-97;

[Imp.fact.: 0,425]

**Schmidt, Kai-Uwe**

The peak sidelobe level of random binary sequences



In: Bulletin of the London Mathematical Society. - Oxford: Oxford Univ. Press, Bd. 46.2014, 3, S. 643-652;  
[Imp.fact.: 0,699]

**Schmidt, Kai-Uwe; Zhou, Yue**

Planar functions over fields of characteristic two

In: Journal of algebraic combinatorics. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 40.2014, 2, S. 503-526;  
[Imp.fact.: 0,721]

**Buchbeiträge**

**Henning, Herbert**

Ist Schönheit messbar? - der Goldene Schnitt

In: Mathe vernetzt; 3:. - [Hallbergmoos]: Aulis Verl. in der Stark Verl.-Ges., S. 114-116, 2014;

**Kahle, Thomas; Krone, Robert; Leykin, Anton**

Equivariant lattice generators and Markov bases

In: Proceedings of the 39th international symposium on International symposium on symbolic and algebraic computation. - New York, NY: ACM, S. 264-271, 2014;  
Kongress: ISSAC; 39 (Kobe, Japan): 2014.07.23-25;

**Pott, Alexander; Schmidt, Kai-Uwe; Zhou, Yue**

Semifields, relative difference sets, and bent functions

In: Algebraic curves and finite fields. - Berlin [u.a.]: de Gruyter, S. 161-178, 2014;

**Lehrbücher**

**Behling, Petra; Bock, Volker; Brill, Thomas; Hätsch, Karin; Eid, Wolfram; Messner, Ardito; Michaelis, Heike; Stock, Thomas**

Fachlehrplan Mathematik Gymnasium/Fachgymnasium Sachsen-Anhalt. - Magdeburg: Kultusministerium, 2014,  
[Online-Ausg.]; Online Ressource (PDF-Datei, 61 S.);

**Behling, Petra; Bock, Volker; Brill, Thomas; Hätsch, Karin; Eid, Wolfram; Messner, Ardito; Michaelis, Heike; Stock, Thomas**

Kompetenzmodell für den Mathematikunterricht in Sachsen-Anhalt. - Halle, S.: LISA, 2014; Online Ressource (PDF-Datei, 13 S.);

**Bigalke, Anton; Brill, Thomas; Eid, Wolfram; Köhler, Norbert; Kuschnerow, Horst; Ledworuski, Gabriele; Pruzina, Manfred**

Mathematik Sekundarstufe II - Sachsen-Anhalt - Einführungsphase; Schülerbuch. - Berlin: Cornelsen Verl., 2014, neue Ausg.; 288 S.: zahlr. Abb. - (Bigalke / Köhler: Mathematik Sekundarstufe II - Sachsen-Anhalt - Neue Ausgabe 2014), ISBN 3464561623;

**Herausgeberschaften**

**Schmidt, Kai-Uwe; Winterhof, Arne**

Sequences and Their Applications - SETA 2014 - 8th International Conference, Melbourne, VIC, Australia, November 24-28, 2014, proceedings. - Cham: Imprint: Springer, 2014; Online-Ressource (XI, 315 p. 25 illus): online resource - (Lecture Notes in Computer Science; 8865), ISBN 978-3-319-12325-7;

**Artikel in Kongressbänden**

**Eid, Wolfram**

The idea of using analogies

In: Proceedings of the 12th International Conference "The Future of Mathematics Education in a Connected World".

- Montenegro: The Mathematics Education for the Future Project, insges. 8 S., 2014[Beitrag auf CD-ROM];

**Henning, Herbert**

Reality and modelling - new problems for the mathematical education

In: Proceedings of the 12th International Conference "The Future of Mathematics Education in a Connected World".

- Montenegro: The Mathematics Education for the Future Project, 2014[Beitrag auf CD-ROM];

**Habilitationen**

**Schmidt, Kai-Uwe; Pott, Alexander [Gutachter]**

Low autocorrelation sequences and flat polynomials

In: Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Habil.-Schr., 2014; VIII, 162 S.;

**Dissertationen**

**Thiel, Carsten; Henk, Martin [Gutachter]**

Adelic convex geometry of numbers. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; 106 S.: graph. Darst.; 30 cm;

# 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, Rummler, 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 (Rummler)

- 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:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (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:** Kristin Held

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.03.2012 - 28.02.2015

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

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

---

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

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

**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.10.2010 - 31.03.2014

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

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:** Dipl.-Math. Robin Gröpler

**Förderer:** Weitere Stiftungen; 01.06.2013 - 31.05.2016

**Numerical simulation of population balance equations and lime shaft kilns**

The numerical simulation of a one-dimensional mathematical model is developed describing the lime calcination process in different types of shaft kilns. The model comprises a system of ordinary differential equations derived from mass and energy balances. A particle model for the chemical reaction is used and is connected to the energy balance equations for the gas and the solid inside the kiln taking into account the size distribution of solid particles.

This mixed initial value problem leads to a very unstable behavior of the existing numerical methods for boundary value problems. A stable numerical scheme for the solution of the equations is developed and analyzed. With this the influence of several parameters on the lime calcination process can be investigated. The results of this study can be transferred directly to the praxis for design, operation, regulation and optimization of normal shaft kilns.

---

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

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

**Förderer:** Fördergeber; 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:** Dr. Carlos Cueto Camejo

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

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (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:** Prof. Dr. Gerald Warnecke

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.05.2014 - 30.04.2017

**Two phase mixture conservation laws for flows with chemical reactions**

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

---

**Projektleiter:** PD Dr. Matthias Kunik

**Projektbearbeiter:** M.Sc. Inaam Alshami

**Förderer:** Fördergeber; 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:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (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 A. E.; Kunik, Matthias**

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

In: Journal of computational physics. - Orlando, Fla: Academic Press, Bd. 275.2014, S. 213-235;

[Imp.fact.: 3,184]

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

The ultra-relativistic Euler equations

In: Mathematical methods in the applied sciences. - Chichester, West Sussex: Wiley, 2014; <http://dx.doi.org/10.1002/mma.3141>;

**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, Bd. 409.2013, 2, S. 1140-1158, 2014;

[Imp.fact.: 1,050]

**Camejo, Carlos Cueto; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald**

Regular solutions to the coagulation equations with singular kernels

In: Mathematical methods in the applied sciences. - Chichester, West Sussex: Wiley, 2014; <http://dx.doi.org/10.1002/mma.3211>;

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

Unfitted finite element methods using bulk meshes for surface partial differential equations

In: SIAM journal on numerical analysis. - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 52.2014, 4, S. 2137-2162;

[Imp.fact.: 1,690]

**Ganesan, Sashikumar; Rajasekaran, Sangeetha; Tobiska, Lutz**

Numerical modeling of the non-isothermal liquid droplet impact on a hot solid substrate

In: International journal of heat and mass transfer. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 78.2014, S. 670-687;

[Imp.fact.: 2,868]

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

Uniform estimates and convexity in capillary surfaces

In: Nonlinear analysis. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Pergamon Press Nonlinear analysis / Theory, methods and applications, Bd. 97.2014, S. 83-93;

[Imp.fact.: 1,640]

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

A clamped plate with a uniform weight may change sign

In: Discrete and continuous dynamical systems. - Springfield, Mo: American Institute of Mathematical Sciences Discrete and continuous dynamical systems / S, Bd. 7.2014, 7, S. 761-766;

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

In any dimension a clamped plate with a uniform weight may change sign

In: Nonlinear analysis. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Pergamon Press Nonlinear analysis / Theory, methods and applications, Bd. 97.2014, S. 119-124;

[Imp.fact.: 1,640]

**Han, Ee; Warnecke, Gerald**

Exact Riemann solutions to shallow water equations

In: Quarterly of applied mathematics. - Providence, RI: Brown Univ, insges. 47 S., 2014;

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

Convergence analysis of a finite volume scheme for solving non-linear aggregation-breakage population balance

equations

In: Kinetic and related models. - Springfield, Mo: AIMS, Bd. 7.2014, 4, S. 713-737;

**Matthies, Gunnar; Tobiska, Lutz**

Local projection type stabilization applied to inf-sup stable discretizations of the Oseen problem

In: IMA journal of numerical analysis. - Oxford: Oxford Univ. Press, insges. 31 S., 2014;

[Imp.fact.: 1,326]

**Narni, Nageswara Rao; Peglow, Mirko; Warnecke, Gerald; Kumar, Jitendra; Heinrich, Stefan; Kuipers, J. A. M.**

Modeling of aggregation kernels for fluidized beds using discrete particle model simulations

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 13.2014, S. 134-144;

[Imp.fact.: 1,648]

**Ssemaganda, Vincent; Warnecke, Gerald**

A note on existence and uniqueness of solutions for a thermodynamically consistent Becker-Döring model

In: Methods and applications of analysis. - Somerville, Mass: International Press, Bd. 21.2014, 2, S. 177-200;

**Tobiska, Lutz**

A two-level higher order local projection stabilization on hexahedral meshes

In: Applied numerical mathematics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 86.2014, S. 74-80;

[Imp.fact.: 1,207]

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Ern, Alexandre; Schieweck, Friedhelm**

Discontinuous Galerkin method in time combined with an stabilized finite element method in space for linear first-order PDEs

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 33 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,2);

**Hantke, Maren; Thein, Ferdinand**

Why condensation by compression in pure water vapor cannot occur in an approach based on fuller equations

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 16 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,6);

**Kunik, Matthias**

A scaling property of farey fractions

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 35 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,7);

**Simon, Miles**

Ricci flow of regions with curvature bounded below in dimension three

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 15 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,8);

**Wheeler, Glen; Simon, Miles**

Some local estimates and a uniqueness result for the entire biharmonic heat equation

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 29 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,9);

***Buchbeiträge***

**Ganesan, Sashikumar; Rajasekaran, Sangeetha; Tobiska, Lutz**

An ALE-based finite element method for the simulation of an impinging droplet on a hot surface

In: Sundar, S.: Advances in PDE modeling and computation. - Ane Books, S. 35-53, 2014;



### **Hantke, Maren; Thein, Ferdinand**

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

In: Hyperbolic problems. - Springfield: AIMS, S. 651-658, 2014 - (AIMS on Applied mathematics; 8)

Kongress: International Conference on Hyperbolic Problems; 14 (Padova): 2012.06.25-29;

### **Lehrbücher**

#### **Kunik, Matthias; Skrzypacz, Piotr [author.]**

Höhere Analysis durch Anwendungen lernen - Für Studierende der Mathematik, Physik und Ingenieurwissenschaften.

- Wiesbaden: Imprint: Springer Spektrum, 2014; Online-Ressource (X, 397 S. 93 Abb): online resource, ISBN 978-3-658-02266-2;

### **Herausgeberschaften**

#### **Benner, Peter; Findeisen, Rolf; Flockerzi, Dietrich; Reichl, Udo; Sundmacher, Kai**

Large-Scale Networks in Engineering and Life Sciences. - Heidelberg [u.a.]: Springer, Imprint: Birkhäuser, 2014; Online-

Ressource (XIV, 388 p. 111 illus., 63 illus. in color): online resource - (Modeling and Simulation in Science, Engineering and Technology), ISBN 978-3-319-08437-4;

### **Abstracts**

#### **Bannasch, Sebastian; Frysch, Robert; Warnecke, Gerald; Rose, Georg**

Optimale Relaxation der algebraischen Rekonstruktionstechnik für CT

In: 1st Conference on Image-Guided Interventions. - Magdeburg: Univ., S. 25-26, 2014

Kongress: IGIC 2014.; 1 (Magdeburg); 2014.10.13-14;

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

An implicit optimization approach for the Kaczmarz method applied to algebraic reconstruction techniques for computed tomography

In: 4th IMA Confernece on Numerical Linear Algebra and Optimisation. - Birmingham: Univ., S. 10, 2014

Kongress: IMA Confernece on Numerical Linear Algebra and Optimisation; 4 (Birmingham): 2014.09.03-05;

### **Dissertationen**

#### **Hussain, Mubashir; Tsotsas, Evangelos [Gutachter]; Warnecke, Gerald [Gutachter]**

Micro-macro transactions from discrete modeling to population balances in spray fluidized bed agglomeration. - Zugl.:

Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2014; Barleben: Docupoint-Verl.; XVI, 154 S.; 21 cm

- (Micro-macro transactions; 13), ISBN 978-3-86912-112-3;

#### **Rajasekaran, Sangeetha; Tobiska, Lutz [Gutachter]; Schmidt, Jürgen [Gutachter]**

Finite element simulation of an impinging liquid droplet on a hot solid substrate. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für

Mathematik, Diss., 2014; Barleben: Docupoint-Verl.; VIII, 94 S.: graph. Darst.; 21 cm - (Micro-macro transactions; 11),

ISBN 978-3-86912-110-9;

#### **Schlichting, Arthur; Simon, Miles [Gutachter]**

Smoothing singularities of Riemannian metrics while preserving lower curvature bounds. - Magdeburg, Univ., Fak. für

Mathematik, Diss., 2014, 2013; 109 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. Sebastian Sager (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Volker Kaibel

## 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. Dr. rer. nat. habil. Sebastian Sager  
apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Frank Werner

## 3. Forschungsprofil

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

## 4. Forschungsprojekte

**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 Vorhoffibrillationen. 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:** Prof. Dr. Volker Kaibel

**Projektbearbeiter:** Stefan Weltge

**Kooperationen:** Universität di Padova

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

---

**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 Konvexgeometrie. 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 Konvexgeometrie 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.

---

**Projektleiter:** apl. Prof. Dr. Frank Werner

**Projektbearbeiter:** Dr. Larisa Burtseva (International project leader, UABC)

**Förderer:** Haushalt; 01.02.2014 - 31.01.2015

### **Anwendung von Packungsalgorithmen zur Simulation poröser Strukturen**

Die Eigenschaften einer nanostrukturierten durchlässigen Matrix gefüllt mit einer Substanz hängen von der Dichte der Atome in den Nanokanälen an und können als Packung kongruenter Bereiche in einem Zylinder modelliert werden. Drei Zugänge können für solche Packungen genutzt werden: 1) numerische Simulation; 2) Voronoi-Delaunay Netzwerke; 3) mathematische Optimierungsmethoden. Diese Methoden können zum Design verschiedener nanoporöser Strukturen genutzt werden. Das Ziel des Projektes ist die Untersuchung und Analyse dieser Zugänge zur Modellierung verschiedener nanoporöser Matrizen verbunden mit der Entwicklung hierarchisch geordneter Materialien spezifischer Struktur und Eigenschaften.

Das Projekt wird unter der Leitung von Dr. Larisa Burtseva vom Engineering Institute der Autonomous University of Baja California Mexicali, B.C., Mexico, in Kooperation mit der OVGU Magdeburg sowie der Polytechnical University of Baja California (UPBC), Mexicali, B. C. und dem Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNYN) of the Universidad Nacional Autónoma de Mexico (UNAM), Ensenada, B. C. durchgeführt.

Die Arbeitsgruppe umfasst Dr. Benjamin Valdez, Dr. Felix F. Gonzalez, M. C. Jorge Ibarra, Dr. Brenda Flores, Dr. Gabriel Lopez - UABC; Dr. Rainier Romero -UPBC; Dr. Vitalii Petranovskii CNYN UNAM.

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

Workshop "Algorithmic Optimization" in Schierke

3. - 5. Dezember 2014

## 6. Veröffentlichungen

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Briskorn, Dirk; Pesch, Erwin; Werner, Frank**

Guest editorial

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 52.2014, 13, S. 3755-3757;  
[Imp.fact.: 1,460]

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

A new graphical approach for solving single-machine scheduling problems approximately

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 52.2014, 13, S. 3762-3777;  
[Imp.fact.: 1,460]

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

Approximability results for the resource-constrained project scheduling problem with a single type of resources

In: Annals of operations research. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 213.2014, 1, S. 115-130;  
[Imp.fact.: 1,029]

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

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

In: Computers & operations research. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 41.2014, S. 94-97;  
[Imp.fact.: 1,909]

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

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

In: Information processing letters. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipl.2014.04.005>;

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

A hybridization of harmony search and simulated annealing to minimize mean flow time for the two-machine scheduling problem with a single server

In: International journal of operational research/Nepal. - Kathmandu: ORSN, Bd. 3.2014, 1, S. 9-26;

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

Minimising interference for scheduling two parallel machines with a single server

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 52.2014, 24, S. 7148-7158;  
[Imp.fact.: 1,323]

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

Simulated annealing and genetic algorithms for the two-machine scheduling problem with a single server

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 52.2014, 13, S. 3778-3792;  
[Imp.fact.: 1,460]

**Huschto, Tony; Sager, Sebastian**

Solving stochastic optimal control problems by a Wiener chaos approach

In: Vietnam journal of mathematics. - Singapore: Springer, Bd. 42.2014, 1, S. 83-113;

**Jung, Michael N.; Reinelt, Gerhard; Sager, Sebastian**

The Lagrangian relaxation for the combinatorial integral approximation problem

In: Optimization methods & software. - London [u.a.]: Taylor & Francis, insges. 27 S., 2014;  
[Imp.fact.: 1,271]

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

Lower and upper bounds for the total product rate variation problem

In: Neural, parallel & scientific computations. - Atlanta, Ga. : Dynamic Publ., Bd. 22.2014, 3, S. 389-398;

**Scholz, Eberhard P.; Kehrlé, Florian; Vossel, Stephan; Hess, Alexander; Zitron, Edgar; Katus, Hugo A.; Sager, Sebastian**

Discriminating atrial flutter from atrial fibrillation using a multilevel model of atrioventricular conduction

In: Heart rhythm. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 11.2014, 5, S. 877-884;

[Imp.fact.: 4,918]

**Sotskov, Yuri; Matsveichuk, Natalja; Kasiankou, Andrei; Werner, Frank**

Time management based on two-machine flowshop scheduling with uncertain processing times

In: International journal information technologies & knowledge. - Sofija: ITHEA, Bd. 8.2014, 3, S. 212-224;

**Vakhania, Nodari; Hernandez, Jose Alberto; Werner, Frank**

Scheduling unrelated machines with two types of jobs

In: International journal of production research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 52.2014, 13, S. 3793-3801;

[Imp.fact.: 1,460]

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

Minimizacija summarnogo vremeni obsluživanja dlja sistemy s dvumja priborami i odnim severom

In: Informatika. - Minsk, Bd. 41.2014, 1, S. 15-24;

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

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

Minimizing the makespan for the two-machine scheduling problem with a single server - two algorithms for very large instances

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 19 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,1);

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

Scheduling two parallel machines with a single server to minimize forced idle time

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 16 S.: graph. Darst. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,5);

**Sotskov, Yuri N.; Matsveichuk, Natalja M.; Werner, Frank; Kasiankou, Andrei A.**

Time management including two-machine flowshop scheduling with interval processing times

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 15 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,4);

**Sotskov, Yuri; Werner, Frank**

A minimal dominant set of critical paths for the project-network with interval activity durations

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 16 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,12/14);

### ***Buchbeiträge***

**Averkov, Gennadiy; Basu, Amitabh**

On the unique-lifting property

In: Integer programming and combinatorial optimization. - Cham [u.a.]: Springer, S. 76-87, 2014 - (Lecture notes in computer science; 8494);

Kongress: IPCO; 17 (Bonn): 2014.06.23-25;

**Kaibel, Volker; Walter, Matthias**

Simple extensions of polytopes

In: Integer programming and combinatorial optimization. - Cham [u.a.]: Springer, S. 309-320, 2014 - (Lecture notes in

computer science; 8494);  
Kongress: IPCO; 17 (Bonn): 2014.06.23-25;

**Kaibel, Volker; Weltge, Stefan**

Lower bounds on the sizes of integer programs without additional variables  
In: Integer programming and combinatorial optimization. - Cham [u.a.]: Springer, S. 321-332, 2014 - (Lecture notes in computer science; 8494);  
Kongress: IPCO; 17 (Bonn): 2014.06.23-25;

**Sotskov, Yuri; Werner, Frank**

A stability approach to sequencing and scheduling under uncertainty  
In: Sequencing and scheduling with inaccurate data. - Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc, S. 283-343, 2014;

**Zanon, Mario; Frasch, Janick; Vukov, Milan; Sager, Sebastian; Diehl, Moritz**

Model predictive control of autonomous vehicles  
In: Waschl, Harald.: Optimization and Optimal Control in Automotive Systems. - Cham: Springer International Publishing, S. 41-57, 2014 - (Lecture Notes in Control and Information Sciences; 455);

***Herausgeberschaften***

**Briskorn, Dirk; Pesch, Erwin; Werner, Frank**

Special issue: New developments in scheduling and manufacturing. - Abingdon: Taylor & Francis, 2014 - (International journal of production research: 52.2014,13);

**Sotskov, Yuri [editor of compilation.]; Werner, Frank [editor of compilation.]**

Sequencing and scheduling with inaccurate data. - Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc, 2014; 432 S., ISBN 978-1-62948-677-2;

***Artikel in Kongressbänden***

**Frasch, Janick; Vukov, M.; Ferreau, H. J.; Diehl, M.**

A new quadratic programming strategy for efficient sparsity exploitation in SQP-based nonlinear MPC and MHE  
In: Preprints of IFAC 2014. - International Federation of Automatic Control, S. 2945-2950  
Kongress: IFAC World Congress; 19 (Cape Town, South Africa): 2014.08.24-29;

# 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 (bis 31.03.2014)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Norbert Gaffke (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Rainer Schwabe  
apl. Prof. Dr. rer.nat.habil. Waltraud Kahle

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. rer.nat.habil. Gerd Christoph (seit 01.04.2014 im Ruhestand)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Norbert Gaffke  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Rainer Schwabe  
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

#### 4. Forschungsprojekte

**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; 01.04.2013 - 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 erklärender 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  
**Förderer:** ; 01.04.2014 - 31.03.2015

## **Adaptives Design II**

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:** Jesús Alonso Cabrera

**Förderer:** Fördergeber; 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:** Dipl. Math. Dennis Schmidt

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

Stochastik

**Förderer:** Fördergeber; 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 - 31.03.2015

**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:** Fördergeber; 01.02.2012 - 06.06.2014

**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

**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**

- Prof. Dr. Rainer Schwabe: 11th German Probability and Statistics Days 2014, Leitung der Sektion "Statistics in Life Sciences", 2014, Ulm.

**6. Veröffentlichungen**

***Begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**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. 71.2014, S. 1113-1123;

[Imp.fact.: 1,304]

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

A catalogue of designs for partial profiles in paired comparison experiments with three groups of factors

In: Statistics. - London [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 48.2014, 6, S. 1268-1281;

[Imp.fact.: 1,594]

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

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

The poisson model with three binary predictors - when are saturated design optimal?

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 8 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,10);

**Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer**

Optimal cutpoints for random observations

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 21 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,3);

**Soumaya, Moudar; Schwabe, Rainer**

On the impact of correlation on the optimality of product-type designs in SUR models

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2014; 8 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2014,11);

***Dissertationen***

**Alonso Cabrera, Jesús Eduardo; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Optimal design in the presence of random or fixed block effects. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; VII, 83 S.: graph. Darst.; 30 cm;

**Hasan, Hayan; Schwabe, Rainer [Gutachter]**

Theoretische Grundlagen der partiellen kleinsten Quadrate. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2014; 98 S.: graph. Darst.;