



# Forschungsbericht 2011

# 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. Wolfgang Willems (Dekan)  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Gerald Warnecke (Prodekan)  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Klaus Deckelnick (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, Codierungstheorie/ Kryptographie, Diskrete Mathematik, Diskrete Geometrie und Diskrete Optimierung. Im Zentrum der Aktivitäten stehen neben der Grundlagenforschung auch die Anwendungen von Methoden in der Praxis sowie Untersuchungen zur Mathematik-Didaktik. Sie reichen von der digitalen Datenübertragung bis hin zu vielfältigen Optimierungsproblemen bei ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen. Neben DFG-Verbundprojekten ist dieser Bereich auch am Forschungszentrum *Dynamische Systeme* der Otto-von-Guericke-Universität beteiligt. 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 und Modellierungen von Zufallserscheinungen werden in fast allen Wissenschaften benötigt und angewandt. Die wissenschaftliche Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet der Stochastik ist daher für die Universität von wesentlicher Bedeutung. In Vorbereitung befindet sich ein interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt *Angewandte Statistik*, der die auf diesem Gebiet an unserer Universität bestehenden interdisziplinären Kooperation zusammenfassen und verstärkt ausbauen soll. Eine Zusammenarbeit besteht mit Arbeitsgruppen der ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten (z.B. zum Problemfeld der Zuverlässigkeit von Systemen), mit

Wirtschaftswissenschaftlern zu Wirkungsmodellen bei unvollständigen Daten, mit Biologen und Neurowissenschaftlern der naturwissenschaftlichen Fakultät und des IfN zur Experimenteplanung und Datenanalyse sowie mit der Biometrie an der Medizinischen Fakultät. Über die Universität hinaus bestehen interdisziplinäre DFG- und BMBF-Projekte.

#### **4. Veröffentlichungen**

##### ***Dissertationen***

###### **Ahmed, Naveed**

Stabilized finite element methods applied to transient convection-diffusion-reaction and population balance equations.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; VI, 128 S.: graph. Darst.; 2011

# 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  
Dr. Gohar Kyureghyan (01.10.2011-30.06.2012 Dr. Wolfram Eid)

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. Martin Henk  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Prof. Dr. Gohar Kyureghyan (Vertretungsprof. 01.10.2010-30.09.2011)  
Prof. Dr. Wilfried Meidl (Vertretungsprof. 01.10.2011-31.03.2012)  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Wolfgang Willems

## 3. Forschungsprofil

Didaktik der Mathematik

- Untersuchungen zur Mathematischen Modellbildung in realen Anwendungssituationen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der SII
- Theoretische und empirische Untersuchungen zum Einsatz digitaler Lernwerkzeuge im Stochastikunterricht
- Digitale Medien und Handlungskompetenzen des Lehrers bei Planung, Durchführung und Auswertung des Mathematikunterrichts
- Entwicklung von Unterrichtskonzepten für die Behandlung graphentheoretischer Elemente im Mathematikunterricht mit Schwerpunkt Aufbereitung der Materialien für die Fortbildung von Mathematiklehrern und -lehrerinnen
- Untersuchungen zur mathematischen Modellierung im Mathematikunterricht am Beispiel der Behandlung von Anwendungsproblemen aus der Graphentheorie
- Aufgabenvariationen im Mathematikunterricht und Vernetzungsmöglichkeiten
- Niveaubeschreibungen der Kompetenzentwicklung im mathematischen Unterricht

Diskrete Mathematik

- "almost perfect nonlinear" und "almost bent" Funktionen
- Bent Funktionen
- Quadratische Potenzfunktionen
- Sequenzen und ihre Korrelationseigenschaften
- Differenzmengen
- Boolesche Abbildungen
- Äquivalenz von Funktionen

- Permutationspolynome
- Projektive Ebenen und semifields

#### Konvexe und diskrete Geometrie

- Geometrie der Zahlen
- Extremalprobleme in der Konvexgeometrie
- Nullstellen geometrischer Polynome
- Packungen konvexer Körper
- Gemischte Volumina konvexer Körper
- Ganzzahlige Optimierung

#### Reine Mathematik

- Codierungstheorie (Extremale Codes, Automorphismen, Network Coding)
- Darstellungstheorie (Brauer Charaktere, Projektiv unzerlegbare Moduln, Höhere Frobenius-Schur-Indikatoren)

#### Mitarbeit in Editorial Boards

- Prof. Dr. Martin Henk: Advances in Geometry
- Prof. Dr. Martin Henk: Contributions to Discrete Mathematics
- Prof. Dr. Gohar Kyureghyan: International Journal of Information and Coding Theory
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography

#### 4. Kooperationen

- Cardiff University
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris
- CODES, INRIA, Frankreich
- Computational Mathematics Group, Universität Kassel, Kassel
- CWI, Amsterdam
- METU Ankara
- Michigan Technology, Houghton
- National University of Singapore
- Research Institute for Symbolic Computation, Linz
- Sabanci University Istanbul
- The Centre for Interdisciplinary Research in Computational Algebra (University of St Andrews, Scotland),
- Universidad de Barranquilla, Kolumbien
- Universidad de Murcia
- Universität Siegen
- Universidad de Zaragoza
- University of Crete
- University of Ghent
- University of Hongkong
- ZIB Berlin

#### 5. Forschungsprojekte

- Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Carsten Thiel; Prof. Dr. Martin Henk  
**Förderer:** Haushalt; 01.05.2010 - 30.04.2013

### **Adelische Geometrie der Zahlen**

Es werden klassische Ungleichungen und Fragestellungen aus dem Bereich der Geometrie der Zahlen in beliebigen Zahlenkörpern untersucht, z.B., Gitterpunktungleichungen und sukzessive Minima, Packungsprobleme, Blichfeldt-Typ Ungleichungen, usw.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk

**Projektbearbeiter:** Dr. Eugenia Saorin Gomez; Prof. Dr. Martin Henk

**Kooperationen:** Cardiff University; Prof. Dr. Maria A. Hernandez Cifre (Universidad de Murcia)

**Förderer:** Sonstige; 01.01.2010 - 31.12.2012

### **Convex and Differential Geometry: variational and optimization problems**

Federführend bei diesem Projekt ist die Universität Murcia, Spain, Departamento de Matematicas, vertreten durch Prof. Luis Jose Alias Linares. Gesamtes Fördervolumen ca. 126.000 Euro. Im Rahmen dieses Projektes werden Externalprobleme der Konvex- und Differentialgeometrie in Kooperation mit der spanischen Seite untersucht. Im Vordergrund stehen hier die Minkowskischen Quermaßintegrale glatter Körper und Flächen. Referenz: MTM2009-10418 Spanish Ministry of Science and Innovation.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk

**Projektbearbeiter:** Matthias Henze, Martin Henk

**Förderer:** DFG; 01.05.2008 - 30.06.2012

### **Geometrie der Zahlen und Ehrhart Polynome**

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Verbindungen zwischen der klassischen Geometrie der Zahlen und der neueren Theorie der Ehrhart-Polynome zu untersuchen, herzustellen und weiter auszubauen. Die zentrale mathematische Struktur in beiden Gebieten ist die Menge der Gitterpunkte (ganzzahligen Punkte) in einem konvexen Bereich.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk

**Projektbearbeiter:** Martin Henk und Eva Linke

**Förderer:** DFG; 01.05.2011 - 30.04.2013

### **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 Minkowskisukzessiven Minima, und Eigenschaften der multivariaten Koeffizienten (polynome) von rationalen Ehrhart Quasipolynomen von Minkowski-Summen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Henk

**Projektbearbeiter:** Eugenia Saorin Gomez, Martin Henk, Matthias Henze, Carsten Thiel

**Förderer:** DAAD; 01.01.2011 - 31.12.2012

### **Roots of Steiner Polynomials**

The Steiner polynomial expresses the volume of the outer parallel body of a convex body at distance  $\lambda$ , say, as a polynomial in  $\lambda$ . Here we are interested in the roots of this classical polynomial, i.e., their (possible) geometric interpretation, their sizes and distributions, etc.

---

**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. Martin Henk

**Projektbearbeiter:** Martin Henk

**Förderer:** Sonstige; 01.01.2011 - 31.12.2012

**Variationsprobleme in der Differential - und Konvexgeometrie**

Federführend bei diesem Projekt (60TSD/Jahr) ist die Universität Murcia, Spain, Departamento de Matematicas, vertreten durch Prof. Luis Jose Alias Linares und Prof. Maria Hernandez Cifre. Im Rahmen dieses Projektes werden Nullstellen der Gemischten Volumina Polynome in Kooperation mit der spanischen Seite untersucht. Referenz: Fundacion Seneca, CARM, Ref. 04540/GERM/06

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Wolfgang Willems

**Projektbearbeiter:** Anton Malevich

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.09.2008 - 15.12.2011

**Existenz und Konstruktion extremaler Codes**

Extremale Codes kann es nur bis zu einer Länge von 3964 geben. Bekannt sind nur Codes bis zur Länge 156. Es klafft also eine große Lücke zwischen der theoretisch bewiesenen Schranke und dem, was wir konstruieren können. Aufgabe des Projektes ist es, weitere Klarheit zu schaffen; insbesondere extremale Codes mit zusätzlichen Eigenschaften, etwa QR, zu klassifizieren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Wolfgang Willems

**Projektbearbeiter:** Javier de la Cruz

**Förderer:** DAAD; 01.04.2009 - 31.03.2012

**Automorphismen von extremalen Codes der Längen 96 und 120**

Extremale Codes haben optimale Eigenschaften hinsichtlich der Fehlerkorrektur bei der Datenübertragung. Bis heute sind jedoch nur ganz wenige solcher Codes bekannt. Mögliche Automorphismengruppen könnten beim Aufsuchen neuer Codes entscheidend helfen. Im Zentrum der Untersuchungen stehen die Automorphismengruppen der extremalen Codes der Länge 72 und 96.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Herbert Henning

**Förderer:** Sonstige; 01.10.2010 - 30.09.2012

**Mathematische Modellbildung in realen Anwendungssituationen**

Untersuchungen zur Mathematischen Modellbildung in realen Anwendungssituationen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht (Physik, Biologie, Informatik) der SII (Buch "Realität und Modell - Mathematik in Anwendungssituationen", Band 1/3, Schriften zum Modellieren und Anwenden, WTM-Verlag Münster, mit Beiträgen studentischer Forschungsarbeit)

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Herbert Henning

**Förderer:** Sonstige; 01.10.2010 - 30.09.2012

**Theoretische und empirische Untersuchungen zum Einsatz digitaler Lernwerkzeuge im Stochastikunterricht**

Theoretische und empirische Untersuchungen zum Einsatz digitaler Lernwerkzeuge im Stochastikunterricht (Verlaufs- und Effektanalyse zu einem Schulversuch im Werner-von-Siemens-Gymnasium). Digitale Medien und Handlungskompetenzen des Lehrers bei Planung, Durchführung und Auswertung des Mathematikunterrichts (Kooperation mit dem Kompetenzzentrum Klassenzimmer der Zukunft, Fakultät für Informatik).

---

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

**Förderer:** Humboldt-Stiftung; 01.06.2010 - 30.05.2012

**Almost perfect and perfect functions: An algebraic-geometric approach**

In diesem Forschungsprojekt geht es um die Konstruktion und Klassifikation von "(almost) perfect nonlinear mappings". Dabei sollen insbesondere Methoden aus der algebraischen Geometrie Anwendung finden.

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Förderer:** Sonstige; 01.10.2011 - 30.09.2012

**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.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**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  
**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  
**Projektbearbeiter:** John Dillon, Yves Edel, Alexander Pott  
**Kooperationen:** John Dillon; Yves Edel  
**Förderer:** Haushalt; 01.01.2010 - 31.12.2011

**New constructions of planar and almost perfect nonlinear functions**

Relative difference sets and similar structures (planar functions, almost perfect nonlinear functions) can be modified using a certain switching construction ("project-and-lift"). This idea is due to John Dillon, Yves Edel and Alexander Pott. In this project, we will investigate the strength but also the limitations of the switching idea.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**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:** Prof. Dr. Alexander Pott  
**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Alexander Pott, Yue Zhou  
**Förderer:** Sonstige; 01.10.2009 - 30.09.2011

**Verallgemeinerte bent Funktionen**

Die Menge der verallgemeinerten bent-Funktionen  $GF(q^n) \rightarrow GF(q^m)$ ,  $m < n$  bildet eine Halbordnung. Ziel des Projektes ist es, diese partiell geordnete Menge explizit zu bestimmen (zumindest für kleine Körper  $q$  und  $n$ , d. h. kleine Zahlen).

---

**Projektleiter:** Dr. Brigitte Leneke  
**Förderer:** Sonstige; 01.10.2010 - 30.09.2012

**Entwicklung von Unterrichtskonzepten für die Behandlung graphentheoretischer Elemente im Mathematikunterricht**

Bei der Entwicklung von Unterrichtskonzepten für die Behandlung graphentheoretischer Elemente im Mathematikunterricht liegt der Schwerpunkt in der Aufbereitung der Materialien für die Fortbildung von Mathematiklehrerinnen und -lehrern. Desweiteren erfolgen Untersuchungen zur mathematischen Modellierung im Mathematikunterricht am Beispiel der Behandlung von Anwendungsproblemen aus der Graphentheorie. Die Methode der Aufgabenvariation im Mathematikunterricht wird in weiteren Detailfragen analysiert, insbesondere geht es um Vernetzungsmöglichkeiten (innermathematisch und außermathematisch) im Unterricht.



Veröffentlichung:

Leneke, B. "Knoten, Wege, Graphen und Gerüste - Modelle der Graphentheorie im Mathematikunterricht", in: Henning, H., Freise, F. (Hrsg.): Realität und Modell, Mathematik in Anwendungssituationen, WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, Münster, 2011, S. 170 - 183

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

- Prof. Dr. M. Henk: DMV Minisymposium "Diskrete Geometrie und diskrete Topologie", Köln, 20. - 22.09.2011
- Prof. Dr. A. Pott: "Kolloquium on Combinatorics", Magdeburg, 11. - 12.11.2011

## 7. Veröffentlichungen

### *Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften*

**Aliev, Iskander; Henk, Martin; Hinrichs, Aicke**

Expected frobenius numbers

In: Journal of combinatorial theory. - Orlando [u.a.]: Elsevier, Bd. 118.2011, 2, S. 525-531; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,683]

**Averkov, Gennadiy; Henk, Martin**

Representing simple d-dimensional polytopes by d polynomials

In: Mathematical programming. - Berlin: Springer, Bd. 126.2011, 2, S. 203-230; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,970]

**Bey, Christian; Henk, Martin; Henze, Matthias; Linke, Eva**

Notes on lattice points of zonotopes and lattice-face polytopes

In: Discrete mathematics. - Amsterdam: North-Holland Publ. Co., ISSN 0012-365x, Bd. 311.2011, 8/9, S. 634-644;

[Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0536]

**Bouyuklieva, Stefka; Malevich, Anton; Willems, Wolfgang**

On the performance of binary extremal self-dual codes

In: Advances in mathematics of communications. - Springfield, Mo. : AIMS, Bd. 5.2011, 2, S. 267-274; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,847]

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

On extremal self-dual codes of length 96

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on information theory. - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 57.2011, 10, S. 6820-6823; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 2,728]

**Henk, Martin**

Coverings and compressed lattices

In: Symmetry: culture and science. - Budapest: Internat. Symmetry Foundation, Bd. 22.2011, 3/4, S. 307-316; 2011

**Henk, Martin; Henze, Matthias; Wills, Jörg M.**

Blichfeldt-type inequalities and central symmetry

In: Advances in geometry. - Berlin [u.a.]: de Gruyter, Bd. 11.2011, 4, S. 731-744; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,400]

**Henk, Martin; Hernández Cifre, María A.**

On the location of roots of Steiner polynomials

In: Sociedade Brasileira de Matemática: Bulletin of the Brazilian Mathematical Society. - New York, NY [u.a.]: Springer, Bd. 42.2011, 1, S. 153-170; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,589]

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

Involutions, cohomology and metabolic spaces

In: Journal of algebra. - San Diego, Calif. : Elsevier, Bd. 327.2011, 1, S. 366-385; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,632]

**OàBrien, E. A. ; Willems, Wolfgang**

On the automorphism group of a binary self-dual doubly even [72, 36, 16] code

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on information theory. - Piscataway, NJ: IEEE, Bd. 57.2011, 7, S. 4445-4451; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 2,725]

**Poinsot, Laurent; Pott, Alexander**

Non-Boolean almost perfect nonlinear functions on non-Abelian groups

In: International journal of foundations of computer science. - Singapore [u.a.]: World Scient., Bd. 22.2011, 6, S. 1351-1367; [Link unter URL](#); 2011

**Pott, Alexander; Tan, Yin; Feng, Tao; Ling, San**

Association schemes arising from bent functions

In: Designs, codes and cryptography. - Boston, Mass. [u.a.]: Kluwer, Bd. 59.2011, 1/3, S. 319-331; [Link unter URL](#)

[Special Issue: Coding and Cryptography]; 2011

**Pott, Alexander; Zhou, Yue**

A character theoretic approach to planar functions

In: Cryptography and communications. - New York, NY: Springer, Bd. 3.2011, 4, S. 293-300; [Abstract unter URL](#)

[Special Issue: Jacques Wolfmann]; 2011

**Originalartikel in begutachteten nationalen Zeitschriften**

**Henning, Herbert; John, Benjamin**

So wirft Dirk Nowitzki

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 64.2011, 1, S. 15-19; 2011

**Henning, Herbert; Spieler, Sabrina**

Zerstörerische Kräfte von Tsunami und Wirbelsturm - ein Thema für den Unterricht in den MINT-Fächern (Teil 1)

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 64.2011, 6, S. 324-327; 2011

**Henning, Herbert; Spieler, Sabrina**

Zerstörerische Kräfte von Tsunami und Wirbelsturm - ein Thema für den Unterricht in den MINT-Fächern (Teil 2)

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 64.2011, 7, S. 388-391; 2011

**Henning, Herbert; Wagner, Torsten**

Mathematik im Schnee

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 64.2011, 1, S. 11-15; 2011

**Henning, Herbert; Wölfer, Andrej**

Interaktive Simulationen mit MATHEMATICA

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. - Neuss: Seeberger, Bd. 64.2011, 5, S. 273-277; 2011

**Herausgeberschaften**

**Henk, Martin**

Advances in geometry. - Berlin [u.a.], de Gruyter, ISSN: 1615-715X, 2011; 2011

**Henning, Herbert; Freise, Fritjof**

Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht Bd. 17: Historisches für den Unterricht nutzbar gemacht. - Schriftenreihe der ISTRON-Gruppe; Hildesheim [u.a.]: Franzbecker; XV, 158 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-88120-517-7, 2011; 2011

**Henning, Herbert; Freise, Fritjof**

Realität und Modell - Mathematik in Anwendungssituationen. - Schriften zum Modellieren und zum Anwenden von Mathematik; 1; Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien; 225 S., ISBN 978-3-942197-14-4, 2011; 2011

**Lehrbücher**

**; Beier, Erika; Biallas, Ingrid; Eid, Wolfram; Hesse, Birgit; Manzei, Dieter; Pruzina, Manfred**

Niveaubestimmende Aufgaben zum Lehrplan Sekundarschule - Erprobungsfassung; Mathematik. - [Abstract unter URL](#); Halle, S.: LISA; 85 S., 2011; 2011

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

Lehrmaterial Mathematik Na klar! 9 Sachsen-Anhalt Sekundarschule. - , 1., Auflage; Berlin: DUDEN PAETEC; Losebl.-Ausg., ISBN 978-3-8355-1151-4, 2011; 2011

**Beier, Erika; Biallas, Ingrid; Eid, Wolfram; Hesse, Birgit; Manzei, Dieter; Matthes, Hans-Jörg; Pruzina, Manfred; Zoske, Kerry**

Lehrplan Sekundarschule Mathematik. - , Erprobungsfassung 01.06.2011; [Abstract unter URL](#); 2011

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

Arbeitsheft Mathematik Na klar! 8 Sachsen-Anhalt Sekundarschule. - , 1., Auflage; Berlin: DUDEN PAETEC; 56 S., ISBN 978-3-8355-1149-1, 2011; 2011

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

Arbeitsheft Mathematik Na klar! 9 Sachsen-Anhalt Sekundarschule. - , 1. Aufl.; Berlin: DUDEN PAETEC; 56 S., ISBN 978-3-8355-1152-1, 2011; 2011

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

Lehrmaterial Mathematik Na klar! 8 Sachsen-Anhalt Sekundarschule. - , 1., Auflage; Berlin: DUDEN PAETEC; Losebl.-Ausg., ISBN 978-3-8355-1148-4, 2011; 2011

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

Mathematik - na klar! 9. Schuljahr [Schülerbd.]. - , 1. Aufl., 1. Dr.; Berlin: Duden Paetec; 223 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-8355-1150-7, 2011; 2011

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

Mathematik - na klar! 8. Schuljahr [Schülerbd.]. - , 1. Aufl., 1. Dr.; Berlin: Duden Paetec; 208 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-8355-1147-7, 2011; 2011

**Buchbeiträge**

**Eid, Wolfram**

Zeicheninstrumente - historisch betrachtet

In: Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht; Bd. 17: Historisches für den Unterricht nutzbar gemacht. - Hildesheim [u.a.]: Franzbecker, ISBN 978-3-88120-517-7, S. 93-100, 2011; 2011

**Groh, Nadine; Henning, Herbert**

Spiralen in Kunst, Architektur und Natur - ein mathematisches Phänomen für den Mathematikunterricht

In: Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht; Bd. 17: Historisches für den Unterricht nutzbar

gemacht. - Hildesheim [u.a.]: Franzbecker, ISBN 978-3-88120-517-7, S. 66-74, 2011; 2011

**Henning, Herbert**

Mathematik in historischen Quellen entdecken

In: Mathematik-Ideen-Geschichte. - Hildesheim [u.a.]: Franzbecker, ISBN 978-3-88120-819-2, S. 257-269, 2011; 2011

**Henning, Herbert; John, Benjamin**

Correlations between reality and modelling - "Dirk Nowitzki playing for Dallas in the NBA (U.S.A.)"

In: Real-world problems for secondary school mathematics students. - Rotterdam: SensePublishers, ISBN 978-94-6091541-3, S. 137-153, 2011; 2011

**Henning, Herbert; John, Benjamin; Osterland, Maik**

"So wirft Dirk Nowitzki!" - Rekonstruktion der Wurfparabel beim Basketball

In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2011; Bd. 1.: - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, S. 371-374; 2011

**Henning, Herbert; Keune, Mike**

Niveaustufen von Modellbildungskompetenzen

In: Realität und Modell. - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, ISBN 978-3-942197-14-4, S. 17-28, 2011; 2011

**Henning, Herbert; Kubitza, Thomas**

"Realität im Klassenzimmer" - Modellbildung überall

In: Realität und Modell. - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, ISBN 978-3-942197-14-4, S. 2-16, 2011; 2011

**Leneke, Brigitte**

Knoten, Wege, Graphen und Gerüste - Modelle der Graphentheorie im Mathematikunterricht

In: Realität und Modell. - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, ISBN 978-3-942197-14-4, S. 170-183;

Schriften zum Modellieren und zum Anwenden von Mathematik; 1, 2011; 2011

**Leneke, Brigitte**

Von anderen "Grafen" - Knoten, Wege, Rundreisen und Gerüste im Mathematikunterricht

In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2011; Bd. 2.: - Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien, S. 535-538; 2011

**Artikel in Kongressbänden**

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

The automorphism groups of binary extremal self-dual codes of length 24m

In: WCC 2011. - INRIA, S. 229-232

Kongress: WCC 2011; 7 (Paris, France): 2011.04.11-15; 2011

**Pott, Alexander; Zhou, Yue**

CCZ and EA equivalence between mappings over finite abelian groups

In: WCC 2011. - INRIA, S. 121-130; 2011

**Dissertationen**

**Linke, Eva**

Ehrhart polynomials, successive minima, and an Ehrhart theory for rational dilates of a rational polytope. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; 104 S.: graph. Darst.; 2011

# 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. Hans-Christoph Grunau  
Prof. Dr. Lutz Tobiska (Geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. em. Dr. Herbert Goering  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
Priv.-Doz. Dr. Anna Dall'Acqua  
Priv.-Doz. Dr. Matthias Kunik  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler  
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck  
Prof. Dr. Miles Simon (ab SoSe 2011)  
Prof. Dr. Lutz Tobiska  
Prof. Dr. Guofang Wang (Gastprof. WiSe 2010/11)  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
Priv.-Doz. Dr. Jörg Wolf (Vertretungsprofessor 1.1.11 - 31.03.11)

## 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, Dall'Aqua)

- Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung:
  - (Fast-)Positivitätseigenschaften Greenscher Funktionen
- Nichtlineare elliptische Differentialgleichungen von kritischem & superkritischem Wachstum, Bezüge zur Differentialgeometrie
- Randwertprobleme für Willmoreflächen
- Eigenwertprobleme
- Hydrodynamik (Navier-Stokes-Gleichungen)
- Eigenfunktionen des Stokes Operators (explizite Darstellungen, Vollständigkeit)
- Laminar-turbulentes Umschlagsverhalten inkompressibler Strömungen in speziellen Gebieten (direkte numerische Simulation, Bifukationsmethoden)
- Nichtlineare Evolutionsgleichungen:
  - Bezüge zur reellen und komplexen Differentialgeometrie, nichtlineare Dynamik
  - Existenz/Regularität von Lösungen mit nicht glatten Anfangswerten
- Ricci-Fluss
  - Verhalten von Singularitäten
  - Existenz im Fall nicht glatter Anfangswerte, Regularität davon
- Stabilität von Lösungen zu parabolischen Gleichungen
- Geometrische Evolutionsgleichungen: Existenz, Eindeutigkeit und Eigenschaften von Lösungen; Konvergenzanalyse numerischer Näherungsverfahren
- Konvergenzanalyse numerischer Näherungsverfahren für Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differenzialgleichungen

#### 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.-Ing. habil. Miles Simon

**Projektbearbeiter:** Herrn Dipl. Arthur Schlichting

**Förderer:** DFG; 01.04.2009 - 31.03.2012

### **Ricci fluss von singulären metrischen Räumen**

Der Ricci-Fluss ist eine parabolische Gleichung 2. Ordnung auf einer Mannigfaltigkeit. In dem Fall, dass die Mannigfaltigkeit einfach zusammenhängend ist und Dimension drei hat, wurde dieser Fluss von R.Hamilton, G.Perelman und anderen dazu benutzt, die Richtigkeit der Poincaré-Vermutung zu beweisen.

Mithilfe des Ricci-Flusses hofft man, noch viele andere offene geometrische Fragen beantworten zu können.

Dieses Projekt hat folgende Ziele:

1. Einen Ricci-Fluss für nicht glatte Anfangsdaten zu definieren.
2. Abschätzungen herzuleiten, die nur von einfachen geometrischen Größen anhängig sind. Zu diesen geometrischen Größen gehören: Volumen, Durchmesser, untere Krümmungsschranken, Distanz.
3. Besseres Verständnis für Räume mit unteren Krümmungsschranken zu bekommen
4. Besseres Verständnis für die Singularitäten des Ricci-Flusses zu bekommen

Gegenstand des Teilprojekts von Herrn Arthur Schlichting sind Punkte 1 und 3, wobei die bisherigen Ergebnisse auch neue Informationen zu 2 und 4 liefern.

In Teil I der Arbeit beschäftigt sich Herr Schlichting mit dem Glätten geklebter Mannigfaltigkeiten. Genauer: Wir betrachten zwei Riemannsche Mannigfaltigkeiten mit Rand, wobei

- a) die Riemannschen Mannigfaltigkeiten isometrisch am Rand sind,
- b) die Summe der zweiten Fundamentalformen am Rand nichtnegativ ist
- c) die Eigenwerte des Krümmungsoperators nach unten durch  $K$  beschränkt sind.

Durch Identifikation der Ränder ('Kleben') erhält man eine Riemannsche Mannigfaltigkeit mit stetiger Metrik (vgl. A.Petrunicin, N.N. Kosovskii). Herr Schlichting hat gezeigt, dass auf der geklebten Mannigfaltigkeit glatte Metriken konstruiert werden können, so dass die Eigenwerte des Krümmungsoperators nach unten durch  $K-s$  beschränkt sind, wobei  $s$  beliebig klein ist. Die geglätteten Mannigfaltigkeiten konvergieren dann in der  $C^0$ -Norm gegen die ursprüngliche geklebte Mannigfaltigkeit.

In Teil II der Arbeit geht es speziell um den Fall  $K=0$ . In diesem Fall hat er gezeigt, dass ein Riccifluss der geklebten Mannigfaltigkeit existiert, der die Mannigfaltigkeit glättet, so dass die Krümmungsschranke  $K=0$  erhalten wird.

---

**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 der 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

**Projektbearbeiter:** S. Rajasekaran

**Kooperationen:** Prof. Dr. A. Bertram; Prof. Dr. Schmidt

**Förderer:** DFG; 01.05.2009 - 31.12.2011

#### **FEM für die Navier-Stokes-Gleichungen in zeitabhängigen Gebieten**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung mathematischer Algorithmen zur Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen um feste Hindernisse. Die nicht isothermen Strömungen werden hierbei als inkompressibel angenommen. Die entwickelten Methoden sollen zum Studium des Mikroverhaltens von Tropfen bei der Sprühkühlung verwendet

werden. Das Projekt ist Bestandteil des DFG Graduiertenkollegs "Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien- und Partikelsystemen."

---

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

**Kooperationen:** Michael Hinze, Hamburg

**Förderer:** DFG; 01.10.2009 - 30.09.2012

**Galerkin-Verfahren fuer Kontrollprobleme mit partiellen Differentialgleichungen**

Das Projekt befasst sich mit der Entwicklung und Analyse von Diskretisierungen von Optimalsteuerungsproblemen, in denen die Zustandsgleichungen durch parabolische partielle Differentialgleichungen gegeben sind.

---

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

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

**Kooperationen:** PD Dr. Steffen Fröhlich (FU Berlin)

**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 wohlbekannten 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. Hans-Christoph Grunau

**Projektbearbeiter:** Dr. Anna Dall'Acqua; Prof. Dr. Klaus Deckelnick; apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck

**Kooperationen:** PD Dr. Steffen Fröhlich (FU Berlin)

**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 wohlbekannten 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:** Rajesh Kumar

**Kooperationen:** Dr. Jitendra Kumar - IAN; Dr.-Ing. Mirko Peglow-FVST; Prof. Dr. Evangelos Tsotsas - FVST

**Förderer:** DFG; 01.08.2007 - 31.03.2011

**GRK-Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen "Numerical methods for population balance equations with high property space dimension"**

The topic of this project is the numerical analysis and computation of population balance equations (PBEs). Aggregation and breakage PBEs can be rewritten in mass conservative form whereas growth is number conserving. Therefore, one of our aims is to achieve the coupling of all the particulate processes in such a way that both number and mass are preserved. We investigated mathematically and verified numerically schemes which are both number and mass preserving for the coupled processes. The second aim is to study the existence of approximated solution using the finite volume scheme for binary aggregation and general breakage problem. Further, we explored the stability and the convergence analysis of the method for non-linear aggregation and linear breakage problem. This is an extension of the results given by J.P. Bourgade and F. Filbet. Moreover, we also study the two-dimensional problems by using sectional methods such as the cell average and the fixed pivot techniques. The doctoral thesis was submitted in November 2010.

---

**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 method (DG methods) is a form of methods for solving partial differential equations. They 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 - 30.09.2013

**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 - 31.05.2012

#### **GRK 1554 Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen "Analytical and numerical analysis of two phase flow"**

Two phase flow, as a particular example of multiphase flow which occur commonly in nature, is an interesting and challenging field in mathematical and fluid mechanics. Since the two phase flows are characterized by interfaces, the central problem in the theory of two phase flow is the treatment of interfaces. Historically, the most straight forward model approach two phase flow is the interface model, which treats flow boundaries as a free boundary in the flow. Probably in most cases, it is not necessary and hard to get a detailed knowledge of the position of the interfaces. Therefore homogenized or averaged mixture models are a better alternative to the interface model described above. In particular for dispersed flows with a large number of droplets, bubbles or particles. In our project, we are mainly concerned with the second kind of model, which includes two continuity, two momentum, and two energy equations for both phases. The averaging of the single phase equation results in additional interaction term, which described the interaction between two systems. The generical model is a system of nonconservative hyperbolic equations. Several features make the study attractive

1. The nonconservative derivative makes the mathematical structure much more complicated than the conservative laws. How to deal with this nonconservative part is still a problem in analysis and numerical investigations.
2. The eigenvalues of the generic systems are not ordered, if two eigenvalues meet each other, the resonance phenomenon will happen. This is an open problem.
3. The well known Euler equation in a duct variable cross-section has been studied by many persons as a resonance system. Here we would like to get insight for the complete solution of the Riemann problem for the Euler equation in a duct variable cross-section, then construct a Godunov-type scheme based on afore mentioned mathematical analysis. In the end we hope to gain deeper understanding for the generical model by considering the Euler equation in a duct variable cross-section as a submodel of the generic model.

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

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

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.08.2009 - 30.07.2012

**International Max Planck Research School for Analysis, Design and Optimization in Chemical and Biochemical Process Engineering Magdeburg "Biological population balance equations with non-local behavior and related Hamilton-Jacobi equations"**

We study models for adaptive dynamics of populations in biology that carry specific traits. In recent years models have been derived that we wish to study analytically and numerically. These are population balance equations with nonlocal terms. Asymptotic consideration lead to related Hamilton-Jacobi equations.

---

**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"**

This work is focused on the modeling and simulation of isothermal and nonisothermal nonlinear reactive chromatographic models. The models contain systems of convection-diffusion-reaction partial differential equations with dominating convective terms. The corresponding system has to be solved numerically, because analytical solutions are only possible in simple (ideal) situations. Therefore, computational efficiency and accuracy of a numerical method are of large relevance. However, accurate numerical solutions are difficult to obtain due to the strong nonlinearity introduced by the required thermodynamic algebraic functions (isotherms). Several test problems of isothermal and non-isothermal reactive chromatographic processes are investigated in respect of efficiency and accuracy and resolution of sharp discontinuities. The results of the proposed methods e.g., discontinuous Galerkin method and finite volume Koren scheme are validated against other fluxlimiting finite volume schemes available in the literature. The main purpose of this project is to study the thermal effects that significantly influence the conversion and separation in reactive liquid chromatography. Some instructive results were already obtained in parametric studies of non-isothermal reactive chromatography. The current ongoing study is an effort to provide more profound insights to the aspects of non-isothermal reactive chromatography and to improve the performance of the process, so that it can be scale up for industrial applications.

---

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

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

**Förderer:** Sonstige; 01.11.2011 - 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:** Dipl.-Math. Robin Gröpler

**Kooperationen:** Prof. Dr. E. Specht (FVST)

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.07.2010 - 30.06.2011

**Untersuchung des Einflusses der Korngrößenverteilung und der Betriebsbedingungen auf die Qualität und den Energieverbrauch beim Brennen von Kalk in Schachtofen**

Zur Herstellung von Kalk ( $\text{CaO}$ ) wird der Rohstoff Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ) unter Hitze zersetzt, wobei Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) abgespalten wird. Dieser Kalzinierungsprozess findet bei sehr hohen Temperaturen in einem Schachtofen statt. Der Kalkstein wird von oben in den Ofen eingefüllt und am unteren Ende wird der Kalk abgezogen. Heiße Gase fließen im Gegenstrom von unten nach oben und werden durch die Verbrennung von seitlich zugeführtem Brennstoff erhitzt.

Damit wird der Ofen in die folgenden drei Zonen unterteilt: die Vorwärmzone, die Brennzone und die Kühlzone.

Mathematisch kann die chemische Reaktion durch eine Differentialgleichung für den Umsatzgrad beschrieben werden, die numerisch gelöst werden muss. Weiterhin gelten Energiebilanzgleichungen für die Solid- und Gastemperaturen, die den Wärme- und Massentransport beschreiben. Dies sind gekoppelte gewöhnliche Differentialgleichungen in einer räumlichen Variablen mit Anfangsbedingungen von verschiedenen Seiten des Ofens, wodurch ein System von Randwertproblemen gegeben ist.

In einem ersten Schritt wird eine monodisperse Verteilung der Kalksteine angenommen, um das allgemeine Verhalten des Prozesses zu beobachten und einen stabilen numerischen Code bereitzustellen. Hierbei wird auch der Einfluss des Wärmeverlustes durch die Wände und die axiale Wärmeleitung berücksichtigt. Diese Informationen fließen dann in die Simulation des Prozesses mit einer Korngrößenverteilung ein. Durch eine Vielzahl an Parametervariationen soll der Energieverbrauch optimiert werden.

---

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

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

**Kooperationen:** PD Dr. Steffen Fröhlich

**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 wohlbekanntesten 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 sowohl auf den numerischen als auch den analytischen Vorarbeiten auf und wirkt umgekehrt hierauf zurück.

**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:** PD Dr. Matthias Kunik  
**Projektbearbeiter:** M.Sc. Mahmoud Abdelrahman  
**Förderer:** Sonstige; 01.01.2011 - 31.12.2014

#### **On the ultra relativistic Euler equations**

Relativity plays an important role in areas of astrophysics, high energy particle beams, high energy nuclear collisions, and free-electron laser technology. The equations that describe the relativistic gas dynamics are highly nonlinear. A very characteristic feature of these equations is that the energy and momentum balance law decouples from the continuity equation and thus form a hyperbolic subsystem for the pressure and velocity four-vector, the so called **(p, u)**-subsystem. In one space dimension this subsystem admits an extensive study. We also present a system of hyperbolic conservation laws which is equivalent to the ultra relativistic Euler equations. This equivalent system describes a phonon-Bose gas in terms of the energy density  $e$  and the heat flux  $Q$ . In this project, we study the ultra relativistic Euler equations analytically and numerically. In more details, we study the initial value problem for the ultra relativistic Euler equations of one-dimensional, prove that a global solution exists for initial values with small variation, and use this result to investigate the asymptotic behaviour of the solution for large times, by using front tracking scheme. We use the light cone scheme to solve the ultra relativistic Euler equations numerically. Also we compare these results with front tracking scheme.

---

**Projektleiter:** Dr. Glen Wheeler  
**Projektbearbeiter:** Dr. Wheeler, Glen  
**Förderer:** Humboldt-Stiftung; 01.11.2010 - 31.10.2012

#### **Singular behaviour for higher order geometric flows**

Geometrische Flüsse sind grundlegende Objekte der Studie in der Variationsrechnung und der globalen Differentialgeometrie. Sie assoziieren mit einer gegebenen Mannigfaltigkeit eine glatte Familie von Verformungen, die so entwickelt sind, um die Mannigfaltigkeit zu einen idealen Zustand zu bringen. Dieser Prozess ist kompliziert und funktioniert nicht immer: Wenn diese passiert es eine Singularität genannt wird. In meiner Forschung habe ich (in Anlehnung an Ideen der Kuwert & Schätzle) versucht, Singularität besser zu verstehen. Insbesondere durch Abschätzungen (in Form von geometrischen Größen, dass nur von der ersten Mannigfaltigkeit abhängt), dass wie schnell sie formen können und klassifizieren ihre feine Struktur in bestimmten Situationen. Diese Art der Analyse, wenn erfolgreich, typischerweise Erträge globalen Informationen und erfolgreich gewesen ist mit dem Flächendiffusionsfluss, der Willmorfluss und der Helfrichfluss.

## **5. Veröffentlichungen**

### ***Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften***

#### **Ahmed, Naveed; Matthies, Gunar; Tobiska, Lutz**

Finite elements methods of an operator splitting applied to population balance equations

In: Journal of computational and applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 236.2011, 6, S. 1604-1621; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,030]

#### **Braack, Malte; Schieweck, Friedhelm**

Equal-order finite elements with local projection stabilization for the DarcyBrinkman equations

In: Computer methods in applied mechanics and engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 200.2011, 9/12, S. 1126-

1136; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 2,085]

**Dall'Acqua, Anna; Fröhlich, Steffen; Grunau, Hans-Christoph; Schieweck, Friedhelm**  
Symmetric Willmore surfaces of revolution satisfying arbitrary Dirichlet boundary data  
In: Advances in calculus of variations. - Berlin: de Gruyter, Bd. 4.2011, 1, S. 1-81; 2011

**Deckelnick, Klaus; Elliott, Charles M. ; Styles, Vanessa**  
Numerical analysis of an inverse problem for the eikonal equation  
In: Numerische Mathematik. - Berlin: Springer, Bd. 119.2011, 2, S. 245-269; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,388]

**Deckelnick, Klaus; Hinze, Michael**  
Variational discretization of parabolic control problems in the presence of pointwise state constraints  
In: Journal of computational mathematics. - Beijing: Chinese Acad. of Mathematics and System Sciences, Bd. 29.2011, 1, S. 1-15; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,760]

**Eichel, Hagen; Tobiska, Lutz; Xie, Hehu**  
Supercloseness and superconvergence of stabilized low-order finite element discretizations of the stokes problem  
In: Mathematics of computation. - Providence, RI: Soc., Bd. 80.2011, 274, S. 697-722; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 1,598]

**Ganesan, Sashikumaar; Tobiska, Lutz**  
An operator-splitting finite element method for the efficient parallel solution of multidimensional population balance systems  
In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 69.2011, 1, S. 59-68; [Link unter URL](#); 2011

**Giri, Ankik Kumar; Warnecke, Gerald**  
Uniqueness for the coagulation-fragmentation equation with strong fragmentation  
In: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik. - Basel [u.a.]: Birkhäuser, Bd. 62.2011, 6, S. 1047-1063;  
[Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,092]

**Gorenflo, Norbert; Kunik, Matthias**  
A new and self-contained presentation of the theory of boundary operators for slit diffraction and their logarithmic approximations  
In: Mathematische Nachrichten. - [S.I.]: Wiley-VCH, [Abstract unter URL](#), 2011; 2011  
[Imp.fact.: 0,653]

**Grunau, Hans-Christoph; Robert, Frédéric; Sweers, Guido**  
Optimal estimates from below for biharmonic Green functions  
In: American Mathematical Society: Proceedings of the American Mathematical Society. - Providence, RI: Soc., Bd. 139.2011, 6, S. 2151-2161; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,640]

**Hussain, S. ; Schieweck, Friedhelm; Turek, S.**  
Higher order Galerkin time discretizations and fast multigrid solvers for the heat equation  
In: Journal of numerical mathematics. - Berlin: de Gruyter, Bd. 19.2011, 1, S. 41-61; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,586]

**Javeed, Shumaila; Qamar, Shamsul; Seidel-Morgenstern, Andreas; Warnecke, Gerald**  
A discontinuous Galerkin method to solve chromatographic models  
In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1218.2011, 40, S. 7137-7146; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 4,194]

**Knobloch, Petr; Tobiska, Lutz**

On the stability of finite-element discretizations of convection-diffusion-reaction equations

In: IMA journal of numerical analysis. - Oxford: Oxford Univ. Press, Bd. 31.2011, 1, S. 147-164; [Link unter URL](#); 2009  
[Imp.fact.: 1,824]

**McCoy, James; Wheeler, Glen; Williams, Graham**

Lifespan theorem for constrained surface diffusion flows

In: Mathematische Zeitschrift. - Berlin: Springer, Bd. 269.2011, 1/2, S. 147-178; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 0,819]

**Polevikov, Viktor; Tobiska, Lutz**

ADI approach to the particle diffusion problem in magnetic fluids

In: Mathematical modelling and analysis. - Vilnius: Technika, Bd. 16.2011, 1, S. 62-71; [Link unter URL](#); 2011

**Simon, Miles**

Ricci flow of non-collapsed three manifolds whose Ricci curvature is bounded from below

In: Journal für die reine und angewandte Mathematik. - Berlin: de Gruyter, [Abstract unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,200]

**Ssemaganda, Vincent; Holstein, Katharina; Warnecke, Gerald**

Uniqueness of steady-state solutions for thermodynamically consistent Becker-Döring models

In: Journal of mathematical physics. - Melville, NY: American Institute of Physics, Bd. 52.2011, 8, insges. 28 S.;  
[Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,291]

**Wheeler, Glen**

Lifespan Theorem for simple constrained surface diffusion flows

In: Journal of mathematical analysis and applications. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, ISSN 0022-247x, Bd. 375.2011, 2, S. 685-698; [Link unter URL](#); 2011  
[Imp.fact.: 1,174]

**Dissertationen**

**Ahmed, Naveed**

Stabilized finite element methods applied to transient convection-diffusion-reaction and population balance equations.  
- Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; VI, 128 S.: graph. Darst.; 2011

**Kumar, Rajesh**

Numerical analysis of finite volume schemes for population balance equations. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; [Link unter URL](#); VIII, 134 S.: graph. Darst.; 30 cm; 2011

**Ssemaganda, Vincent**

The dynamics of the Becker-Döring model of nucleation. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; VI, 126 S.: graph. Darst.; 2011

# 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. Dr. h.c. Eberhard Girlich (bis 31.03.2011)

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h.c. Eberhard Girlich (bis 31.03.2011)  
Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Friedrich Juhnke  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Volker Kaibel  
Jun. Prof. Dr. Gennadiy Averkov  
apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Frank Werner  
Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Karl Manteuffel

## 3. Forschungsprofil

- Polyedrische Kombinatorik
- Analysemethoden für biomedizinische Netzwerke
- Untersuchungen zur Struktur und Stabilität diskreter Optimierungsprobleme
- Untersuchung zur Komplexität von Scheduling-Problemen sowie Entwicklung von approximativen und exakten Lösungsverfahren
- Färbungsprobleme auf gemischten Graphen
- Optimierungstheoretische Behandlung geometrischer Überdeckungs- und Einbettungsprobleme mit Hilfe semi-infiniten Optimierungstechniken
- Symmetrien in der ganzzahligen Optimierung
- Geometrie und Kombinatorik von 0/1-Polytopen
- Erweiterte Formulierungen für Optimierungsprobleme
- Darstellung semi-algebraischer Mengen
- Gitterpunktfreie konvexe Mengen
- Rekonstruktion von Daten aus Diffractionsmessungen

## 4. Forschungsprojekte

**Projektleiter:** Prof. Dr. Volker Kaibel  
**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. Volker Kaibel, Dr. Dirk O. Theis, Kanstantsin Pashkovich  
**Förderer:** Sonstige; 01.01.2010 - 31.12.2011



### **Erweiterte Formulierungen in der Kombinatorischen Optimierung**

Für viele kombinatorische Optimierungsprobleme sind die Beschreibungen der in natürlicher Weise zugeordneten Polytope notwendigerweise sehr kompliziert und groß. In machen Fällen kann man jedoch diese komplizierten Polytope als lineare Projektionen einfach zu beschreibender höher dimensionaler Polyeder darstellen und mit diesen Darstellungen in der gleichen Weise Theorie und Praxis der Linearen Optimierung für das vorliegende kombinatorische Optimierungsproblem nutzbar machen. In diesem Projekt leiten wir zum einen Methoden zum Aufstellen solcher erweiterter Formulierungen her und untersuchen zum andern, welche grundsätzlichen Grenzen dieser Methodik gesetzt sind.

---

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

**Projektbearbeiter:** Matthias Peinhardt

**Kooperationen:** Universität Braunschweig; Universität Brüssel; Universität Tor Vergata

**Förderer:** DFG; 01.05.2009 - 30.04.2012

### **Polyedrische Kombinatorik der Symmetriebrechung in der Ganzzahligen Linearen Optimierung**

Im Rahmen dieses Projektes werden grundlegende Fragen zu Symmetrien in der Ganzzahligen Linearen Optimierung untersucht. Insbesondere geht es dabei um die Beschreibung und Analyse von Polytopen, die Symmetrien beschreiben. Optimierungsprobleme, deren Lösungen Symmetrien aufweisen, führen in der Praxis häufig zu Problemen, da sie schlechte Schranken und ein schlechtes Enumerationsverhalten aufweisen. Ein besseres Verständnis der Polytope, die diesem Phänomen zu Grunde liegen, soll daher zu einer besseren Lesbarkeit dieser Probleme führen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Weismantel

**Projektbearbeiter:** PD Dr. Annegret Wagler, Dr. Utz-Uwe Haus, Markus Durzinsky, Katrin Niermann, Dr. Luis M. Torres

**Förderer:** Bund; 01.01.2007 - 31.12.2011

### **FORSYS: Systemanalyse von Signal- und Regulations-Netzwerken: von einfachen Prinzipien zu komplexen zellulären Interaktionen**

Das Forschungszentrum ist der Erarbeitung neuer systembiologischer Ansätze, Methoden und Werkzeuge zur Analyse und Rekonstruktion molekularer Netzwerke der zellulären Regulation und Signalverarbeitung gewidmet. Um verschiedene biologische Fragestellungen hoher wissenschaftlicher und praktischer Relevanz zu bearbeiten, bedarf es der Anwendung verschiedener Methoden der Diskreten Algorithmischen Mathematik, um die untersuchten Systeme geeignet modellieren zu können und für die zugrundeliegenden diskreten Optimierungsprobleme innovative Algorithmen zu entwickeln. Den Schwerpunkt der Forschung bilden:

- implizite Darstellungen von Gitterpunkten eines Polytops
  - Modellierung verschiedener Aspekte der inneren Struktur regulatorischer Netzwerke
  - algorithmische Beschreibungen des dynamischen Verhaltens deterministischer und nichtdeterministischer Systeme
  - Analyse qualitativer Signalnetzwerke
- 

**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Weismantel

**Projektbearbeiter:** Dr. Elke Eisenschmidt, Dr. Utz-Uwe Haus

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2009 - 31.12.2011

### **Regulation und Dynamik synaptischer Proteinnetzwerke**

Biologische Zell-zu-Zell-Kommunikation hängt von molekularen Interaktionen ab, die in hohem Maße interdependent sind. Die Beschreibung und Analyse dieser Interaktionen bilden die zentrale Aufgabe der modernen Molekularbiologie. Da die vorhandenen biologischen Daten nicht immer ausreichend abgesichert sind, bedarf es mathematischer Modelle, beispielsweise zur Analyse der präsynaptischen Transmitterfreisetzung, welche dieser heterogenen und partiell unvollständigen Datensituation gerecht werden.

Dies stellt eine Herausforderung sowohl für die mathematische Modellentwicklung, als auch für die, zu deren Analyse zu entwickelnden, mathematischen Verfahren dar. Mit dem Forschungsvorhaben soll insbesondere herausgefunden werden, inwieweit mathematische diskrete Modelle und deren beweisbare Analyse bei unsicherer Datenlage biologisch relevant sind, d.h. ob sie helfen können, Widersprüche in den gegebenen Daten aufzudecken und/oder Experimente zu identifizieren, welche weiteren Aufschluss über die Regulations- und Interaktionsmechanik geben.

---

**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.

## **5. Veröffentlichungen**

### ***Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften***

**Averkov, Gennadiy; Bey, Christian**

Description of polygonal regions by polynomials of bounded degree

In: Monatshefte für Mathematik. - Wien [u.a.]: Springer, Bd. 162.2011, 1, S. 19-27; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,528]

**Averkov, Gennadiy; Henk, Martin**

Representing simple d-dimensional polytopes by d polynomials

In: Mathematical programming. - Berlin: Springer, Bd. 126.2011, 2, S. 203-230; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,970]

**Beyer, Tilo; Busse, Mandy; Hristov, Kroum; Gurbiel, Slavyana; Smida, Michal; Haus, Utz-Uwe; Ballerstein, Kathrin; Pfeuffer, Frank; Weismantel, Robert; Schraven, Burkhard; Lindquist, Jonathan A.**

Integrating signals from the T-cell receptor and the interleukin-2 receptor

In: Public Library of Science: PLoS Computational Biology. - San Francisco, Calif. : Public Library of Science, Bd. 7.2011, 8, insges. 15 S.; [Abstract unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 5,515]

**Durzinsky, Markus; Marwan, Wolfgang; Ostrowski, Max; Schaub, Torsten; Wagler, Annegret**

Automatic network reconstruction using ASP

In: Theory and practice of logic programming. - Cambridge: Cambridge Univ. Press, Bd. 11.2011, 4/5, S. 749-766;

[Link unter URL](#)

[Special issue: 27th International Conference on Logic Programming, 2011]; 2011

[Imp.fact.: 1,250]

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

Single machine scheduling problems with financial resource constraints: Some complexity results and properties

In: Mathematical social sciences. - Amsterdam: Elsevier Science; [Abstract unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,508]

**Kaibel, Volker**

Basic polyhedral theory

In: De.arxiv.org. - [S.I.]: Arxiv.org, insges. 14 S.; [Abstract unter URL](#), 2011; 2011

**Kaibel, Volker**

Extended formulations in combinatorial optimization

In: De.arxiv.org. - [S.I.]: Arxiv.org, insges. 14 S.; [Abstract unter URL](#), 2011; 2011

**Kaibel, Volker; Loos, Andreas**

Finding descriptions of polytopes via extended formulations and liftings

In: De.arxiv.org. - [S.I.]: Arxiv.org, insges. 20 S.; [Abstract unter URL](#), 2011; 2011

**Kaibel, Volker; Peinhardt, Matthias; Pfetsch, Marc E.**

Orbitopal fixing

In: Discrete optimization. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 8.2011, 4, S. 595-610; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,776]

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

Parallel machine problems with equal processing times - a survey

In: Journal of scheduling. - Norwell, Mass. : Springer Science + Business Media, Bd. 14.2011, 5, S. 435-444;

[Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,297]

**Marwan, Wolfgang; Wagler, Annegret; Weismantel, Robert**

Petri nets as a framework for the reconstruction and analysis of signal transduction pathways and regulatory networks

In: Natural computing. - Dordrecht [u.a.]: Kluwer Academic Press, Bd. 10.2011, 2, S. 639-654; [Link unter URL](#); 2010

**Matsveichuk, Natalia; Sotskov, Yuri; Werner, Frank**

The dominance digraph as a solution to the two-machine flow-shop problem with interval processing times

In: Optimization. - Reading [u.a.]: Taylor & Francis, Bd. 60.2011, 12, S. 1493-1517; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,509]

**Orlovich, Yury; Dolgui, Alexandre; Finke, Gerd; Gordon, Valery; Werner, Frank**

The complexity of dissociation set problems in graphs

In: Discrete applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, ISSN 0166-218x, Bd. 159.2011, 13, S. 1352-1366;

[Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,822]

### ***Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen***

**Kaibel, Volker; Pashkovich, Kanstantsin**

Constructing extended formulations from reflection relations

In: Integer programming and combinatorial optimization. - Heidelberg [u.a.]: Springer, ISBN 3-642-20806-1, S. 287-300; Lecture notes in computer science; 6655; [Link unter URL](#), 2011

Kongress: IPCO; 15 (New York, NY): 2011.06.15-17; 2011

**Wagler, Annegret**

Prediction of network structure

In: Modeling in systems biology. - London [u.a.]: Springer, ISBN 978-1-8499-6473-9, S. 307-336; Computational Biology;

16; [Link unter URL](#), 2011; 2011

### ***Buchbeiträge***

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

Scheduling problems with financial resource constraints

In: II. International Conference Optimization and Applications, (OPTIMA-2011). - Montenegro: Univ., ISBN 978-5-916010-51-0, S. 82-85

Kongress: OPTIMA 2011; 2 (Petrovac, Montenegro): 2011.2011.09.25-10.02; 2011

**Sotskov, Yuri; Egorova, Natalja; Lai, Tsung-Chyan; Werner, Frank**

The stability box in interval data for minimizing the sum of eighted completion time

In: SIMULTECH 2011. - SciTePress, ISBN 978-989-842578-2, S. 14-23

Kongress: SIMULTECH; 1 (Noordwijkerhout, The Netherland): 2011.07.29-31; 2011

### ***Artikel in Fachzeitschriften der Industrie, Gesellschaften, Verbände etc.***

**Kaibel, Volker**

Extended formulations in combinatorial optimization

In: Optima. - Philadelphia, Pa. [u.a.]: Soc., 85, S. 2-7, 2011; 2011

***Dissertationen***

**Loos, Andreas**

Describing orbitopes by linear inequalities and projection based tools. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; VI, 133 S.: graph. Darst.; 2011

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE STOCHASTIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18651, Fax +49 (0)391 67 11172  
imst@mathematik.uni-magdeburg.de

## 1. Leitung

Prof. Dr. rer.nat.habil. Gerd Christoph (geschäftsführender Leiter bis 31.03.11)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Norbert Gaffke (geschäftsführender Leiter ab 01.04.11)  
Prof. Dr. rer.nat.habil. Rainer Schwabe  
Jun.-Prof. Dr. rer.nat. Marco Burkschat  
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  
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); 15.09.2008 - 14.09.2013

### **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:** Dr. Norbert Benda, Novartis Pharma, Basel; 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:** Dipl.-Math. Tobias Mielke

**Kooperationen:** Dr. Hermann Kulmann, Bayer Schering Pharma, Berlin; Dr. Thomas Schmelter, Bayer Schering Pharma, Berlin

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2011 - 31.03.2012

### **Approximation statistischer Information in nichtlinearen Modellen mit zufälligen Effekten**

Die statistische Information spielt eine wichtige Rolle in der Bewertung der Qualität von statistischen Analyseverfahren. Während die Theorie für lineare Modelle mit und ohne zufällige Effekte und für nichtlineare Modelle ohne zufällige Effekte weit entwickelt ist, gibt es für nichtlineare Modelle mit zufälligen Effekten nur mehr oder minder gute Näherungen in der Literatur. Ziel des Projektes ist es, die bestehenden Näherungsverfahren auf ihre Praxistauglichkeit zu untersuchen und neue Approximationen zu entwickeln. Diese können dann zur effizienten Planung von Experimenten z.B. in der Pharmakokinetik eingesetzt werden.

---

**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 Schering Pharma,

Berlin; Dr. Thomas Schmelter, Bayer Schering Pharma, Berlin; 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 - 30.06.2013

**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:** DAAD; 01.10.2009 - 30.09.2012

**Optimales Design bei zufälligen und festen Blockeffekten**

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:** Moudar Soumaya

**Förderer:** Sonstige; 01.03.2008 - 31.08.2012

**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 Experimente bei verschiedenen zu Grunde liegenden multivariaten linearen Modellen zu bestimmen und zu validieren.

---

**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 - 31.08.2013

**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:** Hayan Hasan

**Förderer:** Sonstige; 01.02.2007 - 31.01.2012

**Statistische 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 Modelle für die den Daten zu Grunde liegenden Strukturen zu entwickeln und zu validieren.

---

**Projektleiter:** Jun. Prof. Dr. Marco Burkschat

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Math. Ekatherina Bezgina

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2010 - 31.12.2012

**Abhängigkeitseigenschaften von sequentiellen Ordnungsstatistiken**

Sequentielle Ordnungsstatistiken können zur Beschreibung der Ausfallzeitpunkte von Komponenten bestimmter technischer Systeme, in denen Ausfälle einzelner Komponenten einen Einfluss auf die Lebensdauern der übrigen Einheiten haben, verwendet werden. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die stochastische Abhängigkeitsstruktur von sequentiellen Ordnungsstatistiken näher zu untersuchen. Die Betrachtung von Komponenten, deren Lebensdauern durch abhängige Zufallsvariablen beschrieben werden, ist von besonderem Interesse.

---

**Projektleiter:** Jun. Prof. Dr. Marco Burkschat

**Kooperationen:** Prof. Dr. Udo Kamps, RWTH Aachen, Institut für Statistik

**Förderer:** DFG; 01.10.2009 - 30.09.2011

**Qualitative Analyse Stochastischer Petri-Netze: Erweiterung des Konzeptes der Alterungseigenschaften in der Zuverlässigkeitstheorie**

Motiviert durch Begriffe und Methoden aus der Zuverlässigkeitstheorie liegt der Fokus in diesem Projekt auf der Analyse von qualitativen Eigenschaften stochastischer Petri-Netze. In stochastischen Modellen der Zuverlässigkeitstheorie beschreiben Alterungseigenschaften den Einfluss der physikalischen Alterung auf Bauteile eines technischen Systems. So wie in diesem Bereich die Übertragung von Alterungseigenschaften von den einzelnen Komponenten auf das System untersucht wird, so steht im Projekt die Übertragung entsprechender Eigenschaften von einzelnen Vorgängen auf den gesamten Ablauf im stochastischen Petri-Netz im Mittelpunkt.

---

**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**

- Prof. Dr. Gerd Christoph (Sprecher der KMathF): 36. Plenarversammlung der Konferenz der Mathematischen Fachbereiche, 2011, Halle.
- apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle: "Statistische Woche", Organisation der Sektion "Statistik in Naturwissenschaft und Technik", 2011, Leipzig.
- Prof. Dr. Rainer Schwabe: Workshop "Optimal Design of Experiments - Theory and Application" Organisation der Sektion "Optimal Designs for Mixed Models", 2011, Wien.

## **6. Veröffentlichungen**

### **Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften**

**Adolf, Daniela; Baecke, Sebastian; Kahle, Waltraud; Bernarding, Johannes; Kropf, Siegfried**

Applying multivariate techniques to high-dimensional temporally correlated fMRI data

In: Journal of statistical planning and inference. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 141.2011, 12, S. 3760-3770; [Link unter URL](#);

2011

[Imp.fact.: 0,691]

**Boutejdar, Ahmed; Eltabit, Nuri M. ; Burte, Edmund P. ; Omar, Abbas; Parui, Susanta K.**

Design of novel 4-GHz bandpass filter using a combination of defected ground structure resonators and admittance J-inverter

In: Recent patents on electrical engineering. - Sharjah: Bentham Science, Bd. 4.2011, 1, S. 42-49; [Abstract unter URL](#);

2011

**Burkschat, Marco; Navarro, Jorge**

Aging properties of sequential order statistics

In: Probability in the engineering and informational sciences. - New York, NY: Cambridge Univ. Press, Bd. 25.2011, 4, S.

449-467; [Link unter URL](#); 2011

**Christoph, Gerd; Malevich, Nadja**

Second order behavior of the tails of compound sums of regularly varying random variables

In: Mathematics in engineering, science and aerospace. - Cambridge: Cambridge Scientific Publ., Bd. 2.2011, 3, S. 235-242; 2011

**Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir**

On accuracy approximations for standardized chi-squared distributions by edgeworth-chebyshev expansions

In: Informatika i e primenenija. - Moskva: Nauka, Bd. 5.2011, 5; 2011

**Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

'The usefulness of Bayesian optimal designs for discrete choice experiments' by Roselinde Kessels, Bradley Jones, Peter Goos and Martina Vandebroek

In: Applied stochastic models in business and industry. - Chichester: Wiley, Bd. 27.2011, 3, S. 189-192; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,829]

**Navarro, Jorge; Burkschat, Marco**

Coherent systems based on sequential order statistics

In: Naval research logistics. - New York, NY: Wiley, Bd. 58.2011, 2, S. 123-135; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,847]

**Schenk, Normen; Burkschat, Marco; Cramer, Erhard; Kamps, Udo**

Bayesian estimation and prediction with multiply Type-II censored samples of sequential order statistics from one- and two-parameter exponential distributions

In: Journal of statistical planning and inference. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 141.2011, 4, S. 1575-1587; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,725]

**Herausgeberschaften**

**Henning, Herbert; Freise, Fritjof**

Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht Bd. 17: Historisches für den Unterricht nutzbar gemacht.

- Schriftenreihe der ISTRON-Gruppe; Hildesheim [u.a.]: Franzbecker; XV, 158 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-88120-517-7, 2011; 2011

**Henning, Herbert; Freise, Fritjof**

Realität und Modell - Mathematik in Anwendungssituationen. - Schriften zum Modellieren und zum Anwenden von Mathematik; 1; Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte und Medien; 225 S., ISBN 978-3-942197-14-4, 2011; 2011

**Schwabe, Rainer**

Journal of statistical theory and practice. - Greensboro, Grace Scientific Publ., ISSN: 1559-8608; 5.2011; 2011

**Schwabe, Rainer**

Statistica Sinica. - Taipei [u.a.], ISSN: 1017-0405; 21.2011; 2011

**Buchbeiträge**

**Christoph, Gerd**

Dem Zufall auf der Spur - ein Blick in die Geschichte der Stochastik

In: Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht; Bd. 17: Historisches für den Unterricht nutzbar gemacht. - Hildesheim [u.a.]: Franzbecker, ISBN 978-3-88120-517-7, S. 56-65, 2011; 2011

**Kahle, Waltraud**

Damage, stress, degradation, shock

In: Wiley encyclopedia of operations research and management science; Vol. 2.: - Hoboken, NJ: Wiley, S. 1127-1133;

[Link unter URL](#), 2011; 2011

**Kahle, Waltraud**

Optimal incomplete maintenance for systems with discrete time-to-failure distribution

In: Rykov, V.V.: Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability. - Boston: Springer Science+Business Media, LLC, ISBN 978-0-8176-4971-5, S. 123-132; [Abstract unter URL](#), 2011

Kongress: MMR 2009; 6 (Moscow): 2009.06.22-26; 2010

**Mielke, Tobias**

Nonlinear mixed effects models - approximations of the Fisher information and design

In: Optimal design of experiments. - Wien: BOKU, ISBN 978-3-900962-96-8, S. 89-96; [Abstract unter URL](#), 2011

Kongress: International Conference; (Vienna, Austria): 2011.09.25-30; 2011

**Prus, Maryna; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for individual prediction in random coefficient regression models

In: Optimal design of experiments. - Wien: BOKU, ISBN 978-3-900962-96-8, S. 122-129; [Abstract unter URL](#), 2011

Kongress: International Conference; (Vienna, Austria): 2011.09.25-30; 2011

**Soumaya, Moudar; Schwabe, Rainer**

D-optimal design for a seemingly unrelated linear model

In: Optimal design of experiments. - Wien: BOKU, ISBN 978-3-900962-96-8, S. 170-174; [Abstract unter URL](#), 2011

Kongress: International Conference; (Vienna, Austria): 2011.09.25-30; 2011

**Dissertationen**

**Mohamed, Nuri Eltabit**

Statistical analysis in multivariate sampling. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2011; VIII, 105 S.: graph. Darst.; 2011