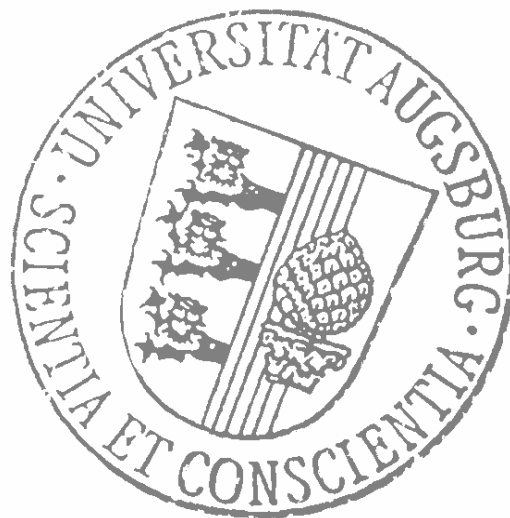


# UNIVERSITÄT AUGSBURG



## INSTITUT FÜR MATHEMATIK

Universitätsstraße 14  
D-86135 Augsburg

## Jahresbericht 2007

### Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik	5
Lehrstuhl für Differentialgeometrie	15
Lehrstuhl für Angewandte Analysis mit Schwerpunkt Numerische Mathematik	22
Lehrstuhl für Diskrete Mathematik, Optimierung und Operations Research	40
Lehrstuhl für Nichtlineare Analysis	53
Lehrstuhl für Analysis und Geometrie	59
Lehrstuhl für Stochastik und ihre Anwendungen	67
Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie	75
Lehrstuhl für Rechnerorientierte Statistik und Datenanalyse	80
Kolloquiums- und Gastvorträge	85
Betriebspraktikum	90



Institut für Mathematik  
der Universität Augsburg

Geschäftsführende Direktorin

Hausadresse:

Universitätsstrasse 14  
D-86159 Augsburg  
Telefon (0821) 598-2138  
Telefax (0821) 598-2458  
e-mail gd@math.uni-augsburg.de

---

Briefadresse: Universität Augsburg, D-86135 Augsburg

Augsburg, im Mai 2008

### Vorwort zum Jahresbericht 2007

Der vorliegende Jahresbericht soll in umfassender Weise die Aktivitäten des Instituts für Mathematik im Berichtszeitraum Januar bis Dezember 2007 dokumentieren. Dem Format der Vorjahre folgend berichten wir über die abgeschlossenen Staatsexamens- und Diplomarbeiten und Dissertationen unserer Absolventinnen und Absolventen sowie über Veröffentlichungen, Drittmittelwerbungen, Zeitschriftenmitarbeit und Vortragstätigkeiten an den Lehrstühlen.

Durch die erklärte inhaltliche Ausrichtung mit den drei Schwerpunkten in der Lehrerausbildung, der Wirtschaftsmathematik und der mathematischen Physik ist das Institut für Mathematik im Wissenschaftsbetrieb hervorragend positioniert. Dies dokumentiert auch das lebhaft internationale Besucherprogramm der einzelnen Lehrstühle und des gesamten Institutes: Seit Mitte des Jahres 2006 ist es gelungen, das Augsburger Mathematische Kolloquium als gemeinschaftliche Veranstaltung des Instituts zu reetablieren und mit hochkarätigen internationalen Referenten ein interessantes Programm zu gestalten. Im Jahr 2007 war der Lehrstuhl für Analysis und Geometrie Gastgeber einer internationalen Fachtagung an der Universität Augsburg. Seit 26. November 2007 arbeitet Frau Emma Carberry PhD als Gastprofessorin am selben Lehrstuhl und ist somit die erste Inhaberin einer auf Initiative der Lehrstuhlinhaberin neu eingerichteten Gastprofessur für Nachwuchswissenschaftlerinnen an der Universität Augsburg.

Das Institut für Mathematik feierte am 13. Juli 2007 sein 25-jähriges Bestehen mit einem Festakt. Aus diesem Anlass wurden Herr Professor Friedrich Hirzebruch und Herr Professor Josef Stoer für ihre wissenschaftlichen Leistungen sowie ihren Einsatz um die Gründung des Institutes mit der Verleihung des Ehrendoktors der Naturwissenschaftlichen Fakultät geehrt. Herr Professor Egbert Brieskorn und Herr Professor Florian Jarre sprachen als Laudatoren, und Herr Professor Karl-Heinz Hoffmann war der Festredner. Die Feierlichkeiten klangen würdig in einem gemütlichen Beisammensein mit Treffen des Mathematisch-Physikalischen Vereins aus.

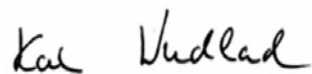
Die vakante Professorenstelle am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik, die bis zur Mitte des Jahres von Frau Professor Christine Bescherer (Flensburg) vertreten wurde, konnte im Jahr 2007 wieder besetzt werden: Am 1. September 2007 nahm Herr Professor Volker Ulm (vormals Pädagogische Hochschule Karlsruhe) seine Tätigkeit als Ordinarius in Augsburg mit großem Engagement auf.

Für die Studierenden am Institut für Mathematik brachte das Jahr 2007 einige Veränderungen: Seit dem Sommersemester 2007 verlangt die Universität Augsburg Studienbeiträge. Ein Teil der Gelder fließt direkt an die sieben Fakultäten der Universität zurück. Im Institut für Mathematik wurden diese Mittel zeitnah für Maßnahmen verwendet, die das Studienangebot verbessern: Neben Aufwendungen für neue Lehrbücher, die EDV Ausstattung, Vorlesungsbetreuung und zusätzliche Hilfskräfte zur Verkleinerung der Übungsgruppen wurde insbesondere ein „Offener Matheraum“ zur Betreuung Studierender in den niedrigen Semestern eingerichtet, für den drei neue C1-Stellen geschaffen wurden. Der Offene Matheraum wird seit Beginn des Sommersemesters 2007 betreut und erfreut sich größter Beliebtheit. Der hervorragenden Zusammenarbeit zwischen der Fachschaft Mathematik, dem amtierenden Studiendekan Professor Kunibert Siebert und den Mitgliedern der verantwortlichen Kommission ist es zu danken, dass die Verwendung der Studienbeiträge an unserem Institut so vorbildlich vonstatten geht.

Im Sommer 2007 erhielt der Dekan der Fakultät vom Ministerium das offizielle Einvernehmensschreiben zur Einführung des Bachelor- und des Masterstudiengangs Mathematik. Seit dem Wintersemester 2007/08 werden mithin keine Studierenden mehr im Diplomstudiengang Mathematik eingeschrieben. Die tatsächlichen Auswirkungen der Umstellung werden die Folgejahre zeigen, aber auf dem Weg sind wir allemal!

Die Absolventen des Jahrgangs 2006 jedenfalls erhielten am 20. April 2007 im Rahmen der üblichen Absolventenfeier noch zum großen Teil Diplomzeugnisse. Wie jedes Jahr bestätigten die zahlreichen Abgänger – 25 waren es in diesem – dass ein erfolgreiches Studium der Mathematik eine hervorragende Grundlage für den beruflichen Werdegang liefert. Der Hinweis lohnt sich, denn auch unser Institut hat ehrgeizige Pläne, die Lehr- und Forschungskapazitäten auszubauen!

Liebe Freundinnen und Freunde des Mathematischen Institutes, wir hoffen, die Lektüre dieses Jahresberichts macht Ihnen Appetit auf mehr Mathematik. Das Jahr 2008 ist das Jahr der Mathematik, aus dessen Anlass wir in Augsburg zahlreiche Veranstaltungen organisieren. Ihre Werbung im Familien- und Bekanntenkreis bei der nachfolgenden Generation würde uns sehr helfen und freuen.



Prof. Dr. Katrin Wendland  
(Geschäftsführende Direktorin)

PS: Dieser Jahresbericht ist im Internet abrufbar unter der Adresse  
<http://www.math.uni-augsburg.de/Math-Net/scripts/jabe>

## 1 Arbeitsgebiete am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik

### 1.1 Lehren und Lernen im Fach Mathematik

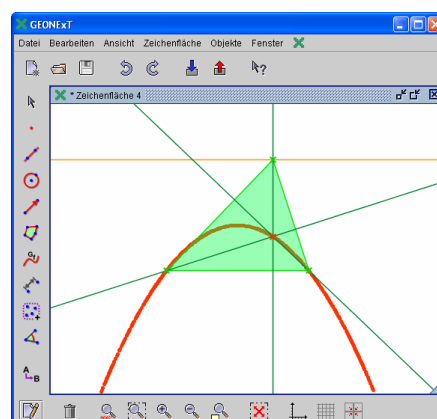
Internationale Leistungsstudien wie TIMSS oder PISA haben sehr fundamentale Problemfelder des Mathematikunterrichts aufgezeigt. Auch nach vielen Jahren Unterricht mangelt es Schülern zu oft an mathematischem Grundverständnis, an Basiswissen und an der Fähigkeit, mathemathikhaltige Situationen mit problemlösendem Denken eigenständig zu bearbeiten. Eine der Ursachen kann in gängigen Konzepten des darbietenden Unterrichts mit lehrer gesteuerten Frage-Antwort-Phasen identifiziert werden, eine andere in einer Aufgabentradition, die auf das Training von Routinefertigkeiten zu einseitig Wert legt. Hier ist die Fachdidaktik Mathematik gefordert, didaktisch-methodische Konzepte in Verbindung mit substanziellen Lernumgebungen zu schaffen, die selbständiges, eigenverantwortliches, aber auch kooperatives Arbeiten mit Mathematik fordern und mathematische Bildung fördern.

### 1.2 Innovationen im Bildungssystem

Die Entwicklung didaktischer Konzepte (siehe 1) bleibt wirkungslos, wenn sie nicht Eingang in den Alltag des Mathematikunterrichts findet. Doch wie stößt man Innovationen in einem derart komplexen System wie dem Bildungswesen Erfolg versprechend an? Mit Bezug zu Theorien der Systemkybernetik können Strategien gewonnen werden, die helfen, realen Mathematikunterricht in seiner Gesamtkomplexität substanziell weiterzuentwickeln. Dabei kommt es etwa darauf an, die Ebene der Vorstellungen von Lehrkräften und Schülern über das Fach Mathematik und Mathematikunterrichts zu erreichen. Im Rahmen der BLK-Programme SINUS und SINUS-Transfer konnten hier in den letzten Jahren substanzielle Resultate erzielt werden (siehe <http://sinus-transfer.de>).

### 1.3 Dynamische Mathematik

Dynamische Mathematik erweitert das Spektrum der Medien im Mathematikunterricht. Die Schüler können mit dem Computer mathematische Konstruktionen selbst erstellen oder fertige Konstruktionen als Ausgangspunkte für eigenständiges Experimentieren, Forschen und Entdecken nehmen. Durch einfaches Ziehen mit der Maus lassen sich geometrische Figuren kontinuierlich am Bildschirm variieren, einzelne Objekte können bei derartigen Bewegungen Spuren in der Zeichenfläche hinterlassen



(Ortskurven). Ein integriertes Computeralgebrasystem schlägt Brücken zwischen Geometrie, Algebra und Analysis. Es gestattet beispielsweise, Konstruktionen quantitativ auszuwerten oder Funktionsgraphen in dynamische Konstruktionen zu integrieren (siehe <http://geonext.de>).

Das Potential dieses Mediums liegt auch in der einhergehenden Weiterentwicklung der Unterrichtskultur. Der Computer und die eingesetzten Medien sind Werkzeuge, um selbständiges Arbeiten der Schüler mit mathematischen Inhalten, gemeinschaftliches Forschen und Entdecken, Argumentieren und Begründen sowie kooperatives Präsentieren und Diskutieren erarbeiteter Resultate anzuregen. Am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik werden entsprechende Unterrichtskonzepte und Lernumgebungen entwickelt, erforscht und im Rahmen mehrerer Kooperationsprojekte verbreitet.

#### **1.4 Mathematische Begabung**

Begabungsforschung war in den vergangenen Jahrzehnten vor allem eine Domäne der Psychologie und der Pädagogik. Es stellt sich die Frage, ob bzw. inwieweit Theorien und Konstrukte der Erziehungswissenschaften Bedeutung speziell für das Fach Mathematik besitzen. Gibt es spezifisch mathematische Begabung? Lassen sich hierfür fachbezogene Modelle entwickeln? Wie kann ggf. mathematische Begabung in verschiedenen Altersstufen diagnostiziert und – damit verbunden – gefördert werden? Zu diesen Fragenkomplexen werden gegenwärtig Forschungsprojekte in den Bereichen Grundschule und Gymnasium entwickelt.

#### **1.5 Motomathematik**

Dass Bewegung kognitives Lernen fördern kann, ist in der Kindergarten- und Grundschulpädagogik weithin bekannt und hat in der Praxis zu Konzepten der „bewegten Schule“ im Primarbereich geführt. Kann die zu Grunde liegende Idee des ganzheitlichen Lernens, bei dem Bewegungsangebote kognitive Lernprozesse stützen, auch für mathematisches Lernen in der Sekundarstufe förderlich sein? Kann beispielsweise Verständnis für Zahlbereiche, für Geometrie oder funktionale Zusammenhänge durch kooperativ erlebte Bewegungssituationen in einer Art und Weise besonders gefördert werden, die durch reinen „Sitzunterricht“ nicht realisierbar ist? Dieser interdisziplinär ausgerichtete Fragenkomplex mit Bezügen zur Sportwissenschaften, Psychomotorik und Pädagogik wird insbesondere im Rahmen von Zulassungsarbeiten erforscht.

## **2. Mitarbeiter**

- Doris Brückner (Sekretariat)
- Dr. Renate Motzer
- Dr. Christian Groß
- Dipl.-Math. StR z. A. Birgit Siebe
- Dipl.-Math. LAss Matthias Brandl
- Alexandra Karg

### 3. Zulassungsarbeiten

**Elisabeth Alstetter:** „Parkettierung – Ein Aspekt des Geometrieunterrichts in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

In dieser Arbeit werden mathematische Grundlagen der Parkettierung vorgestellt. Weiterhin wird aufgezeigt, wie das Thema schon in der 1. Klasse behandelt werden kann. Praxiserfahrungen werden dokumentiert.

**Manuela Ambs:** „Hochbegabung in Mathematik – Ein Förderkurs für mathematisch besonders interessierte und begabte Grundschul Kinder“

Betreuerin: Dr. Motzer

Zusammen mit der Studentin Stephamie Mesmer führte Frau Ambs einen Knobelkurs für begabte und interessierte Kinder der 3. und 4. Klasse durch. In der Arbeit werden Grundlagen der Begabtenförderung aufgezeigt und die erzielten Ergebnisse diskutiert.

**Nina Berndt:** „Fächerübergreifendes Lernen im Mathematikunterricht: Deutsch und Mathematik“

Betreuerin: Dr. Motzer

Wie Mathematik und Deutsch im Umgang mit Sachtexten in der Grundschule zusammenwirken können, wird theoretisch beschrieben und anhand einer Unterrichtsreihe praktisch vorgestellt.

**Veronika Donaubauer:** „Würfel, Quader & Co. – Eine praktische Umsetzung der geometrischen Körper in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Frau Donaubauer beschreibt die Bedeutung der Geometrie im Grundschulunterricht und zeigt an Praxiserfahrungen auf, wie Kinder der 2. und 3. Klasse die Eigenschaften von Körper erforschen können.

**Ferdane Gecgüner-Günes:** „Mathematische Vorkenntnisse eines Schulanfängers“

Betreuerin: Dr. Motzer

Am Beispiel eines Schulanfängers wird aufgezeigt, was Kinder zu Beginn der Grundschule schon an mathematischen Fähigkeiten mitbringen können und wie sich diese im Lauf der ersten Schulmonate weiterentwickeln können.

**Valerie Günter:** „Theorie und Praxis der Brüche und des Bruchrechnens“

Betreuerin: Dr. Motzer

Bruchrechnen gehört mit zu den fehleranfälligen Gegenständen des Mathematikunterrichts. Wichtige Grundlagen des Bruchrechnens werden daher zusammengestellt. In einem Test werden die Kenntnisse von Realschülern am Ende der 6. Klasse festgestellt. Die Ergebnisse werden diskutiert und Vorschläge zur Verbesserung der Kompetenz im Bruchrechnen werden aufgezeigt.

**Silke Hein:** „Begriffsbildung im Geometrieunterricht am Beispiel des Quadrats und des Rechtecks“

Betreuer: Prof. Dr. Ulm

Im Zentrum der Arbeit steht die Bildung von mathematischen Begriffen. Dabei werden insbesondere gängige Wege der Begriffsbildung bei Rechtecken analysiert und problematisiert. Die Autorin führt eine empirische Untersuchung zum Verhältnis zwischen den Begriffen „Quadrat“ und „Rechteck“ bei Grundschulkindern, Sekundarstufenschülern und Studierenden durch.

**Susanne Kestner:** „Der Somawürfel in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Die Arbeit beschreibt vielfältige Möglichkeiten, den Somawürfel in der Grundschule einzuführen und mit ihm grundlegende geometrische Fähigkeiten zu trainieren. Praktische Erfahrungen werden reflektiert.

**Florian Klemm:** „Der Computer als Werkzeug im Mathematikunterricht der Realschule am Beispiel der dynamischen Geometrie Software GeoGebra“

Betreuerin: Dr. Motzer

Die Arbeit gibt einen Einblick in die Geschichte mathematischer Werkzeuge und zeigt auf, wie im modernen Mathematikunterricht eine dynamische Geometriesoftware das geometrische Verständnis der Schülerinnen und Schüler vertiefen kann.

**Stefanie Kühn:** „Förderung mathematischer Lernprozesse durch Bewegungsangebote“

Betreuer: Prof. Dr. Ulm

Die Autorin entwickelt ein Konzept des bewegten Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe und begründet dieses mit Bezügen zur Lernpsychologie, zur Neurobiologie, zur Psychomotorik und zur Pädagogik. An einer Fülle von Beispielen zeigt sie Umsetzungsmöglichkeiten ihres Konzepts im Unterrichtsalltag auf.

**Nadine Lamnek:** „Fächerübergreifendes Arbeiten zum Thema Gerechtigkeit in Mathematik und katholischer Religionslehre“

Betreuerin: Dr. Motzer

Anhand einer Unterrichtsreihe, in der mathematische Modelle diskutiert werden, nach denen aus einer Warteliste der Empfänger eines Spenderorgans ermittelt wird, und Unterrichtsstunden, in denen es um gerechtes Teilen geht, wird aufgezeigt, wie die Mathematik bei der Verwirklichung ethisch-religiöser Vorgaben von „Gerechtigkeit“ Hilfe leisten kann. Es werden auch die Grenzen der Modellierung deutlich, da unterschiedliche mathematische Modelle, die alle in sich begründbar sind, zu unterschiedlichem Handeln führen können.

**Stephanie Mesmer:** „Hochbegabung in Mathematik – Ein Förderkurs für mathematisch besonders interessierte und begabte Grundschulkinder“

Betreuerin: Dr. Motzer

Zusammen mit der Studentin Manuela Ambs führte Frau Mesmer einen Knobelkurs für begabte und interessierte Kinder der 3. und 4. Klasse durch. In der Arbeit werden Grundlagen der Begabtenförderung aufgezeigt und die erzielten Ergebnisse diskutiert.

**Florian Möckl:** „Umfang und Flächeninhalt des Kreises“

Betreuer: Dr. Kirsche

Herr Möckl hat sich im Rahmen einer Fallstudie mit den geometrischen und algebraischen Problemen bei Berechnungen am Kreis in der 8. Jahrgangsstufe der Hauptschule beschäftigt.

**Andrea Nickl:** „Nachhilfeunterricht“

Betreuerin: Dr. Motzer

Ausgehend von eigenen Erfahrungen als Nachhilfelehrerin für Mathematik stellt Frau Nickl Untersuchungen zur Effektivität von Nachhilfe zusammen und zeigt auf, die mathematische Nachhilfe aufgebaut sein kann.

**Franziska Nöltner:** „Lernspiele im Geometrieunterricht der 5. Jahrgangsstufe an Realschulen“

Betreuer: Prof. Dr. Ulm



Frau Nöltner setzt sich mit der didaktischen Bedeutung von Lernspielen für den Mathematikunterricht auseinander und entwickelt selbst umfangreiche Materialien für die 5. Jahrgangsstufe. Sie nutzt diese in selbst gestaltetem Unterricht, der in der Arbeit reflektiert und evaluiert wird.

**Carolyn Oblinger:** „Tangram in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Frau Oblinger beschreibt die Geschichte des Tangramsspiels und zeigt an selbstdurchgeführten Unterrichtsstunden auf, wie dieses Spiel gewinnbringend in den Geometrieunterricht der Grundschule integriert werden kann.

**Katrin Schmidt:** „Neue Medien im Mathematikunterricht unter besonderer Berücksichtigung von EXCEL“

Betreuer: Prof. Dr. Ulm

Die Arbeit reflektiert den Begriff der Medienkompetenz und die Bedeutung Neuer Medien für schulische Lehr-Lern-Prozesse. Zudem hat die Autorin eine Lernumgebung mit EXCEL für die 8. Jahrgangsstufe selbst entwickelt und mit zwei Klassen genutzt.

**Martin Schmidt:** „Schätzen und Überschlagen als eigenständiger Inhalt im Mathematikunterricht der Realschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Ausgehend von der Bedeutung des Schätzens und Überschlagens im Alltag zeigt Herr Schmidt auf, wie diese Thematik im Grund- und Realschulunterricht behandelt werden kann. Konkrete Unterrichtserfahrungen in einer 6. Klasse runden die Arbeit ab.

**Michaela Socher:** „Rechenstrategien beim Zehnerübergang im Zahlenraum bis 20“

Betreuerin: Dr. Motzer

Wie unterschiedlich Rechenwege schon in der 1. Klasse sein können, zeigt die Arbeit von Frau Socher auf. Es werden verschiedene Möglichkeiten der Addition und Subtraktion im 20er-Raum behandelt, zugehörige Schulbücher verglichen und vor allem Kinder am Ende der 1. Klasse beobachtet.

**Katrin Stadler:** „Magische Quadrate – Eine Unterrichtssequenz zur Förderung mathematisch begabter und hochbegabter Grundschüler“

Betreuerin: Dr. Motzer

Magische Quadrate besitzen eine Vielzahl zu entdeckender Eigenschaften. Etliche davon können schon von Grundschulkindern gefunden und an weiteren Quadraten untersucht werden. Frau Stadler beschreibt, warum die Förderung begabter Grundschüler sehr wichtig ist und wie dies z.B. in einem Knobelpkurs realisiert werden kann, der parallel zum Unterricht angeboten wird.

**Stefan Urbanczyk:** „Die Mathematikschulaufgabe an der Realschule – Einblicke in Theorie und Praxis“

Betreuerin: Dr. Motzer

Erstellen von Aufgaben und ihre Bewertung gehört zum Tagesgeschäft von Lehrern. Welche Aspekte bei Mathematikschulaufgaben in der Realschule eine Rolle spielen können und wie Lehrkräfte damit umgehen, wird von Herrn Urbanczyk in dieser Arbeit dargestellt.

**Sybille Uriel:** Lernschwierigkeiten im Mathematikunterricht der Hauptschule

Betreuer: Prof. Dr. Ulm

Die Autorin setzt sich mit dem Phänomen der Dyskalkulie auseinander und analysiert eingehend ein Fallbeispiel einer (ehemaligen) Hauptschülerin, die mit großen Defiziten im mathematischen Verständnis fundamentale Probleme bei der Bewältigung von Alltagssituationen besitzt.

**Carina Voigt:** „Förderung von Raumvorstellung durch intermodalen Transfer“

Betreuer: Prof. Dr. Ulm

Die Arbeit beleuchtet den Begriff der „Raumvorstellung“ und zeigt Wege auf, wie diese durch mathematisches Arbeiten auf verschiedenen Repräsentationsebenen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) gefördert werden kann.

**Sabine Weinberger:** „Lernen an Stationen in der Grundschule- Umsetzung im Mathematikunterricht der 2. Klasse“

Betreuerin: Dr. Motzer

Lernen an Stationen bietet sich an, wenn Kinder einen Unterrichtsgegenstand von verschiedenen Seiten und mit differenzierten Aufgabenstellungen kennenlernen und üben sollen. Wie dies zum Üben der Grundrechenarten in der 2. Klasse geschehen kann, wird von Frau Weinberger anhand ihrer Praxiserfahrungen vorgestellt.

**Christine Wiedenmann:** „Eine kleine Untersuchung über das natürliche Empfinden von Symmetrie bei Kindern“

Betreuerin: Dr. Motzer

Ziehen Menschen Abbildungen oder Anordnungen vor, die symmetrisch sind? Warum könnte dies der Fall sein? Warum ist es manchmal anders? Parallel zu derartigen Untersuchungen, die bei Erwachsenen vorgenommen wurden, befragte Frau Wiedenmann Grundschul Kinder, die noch keinen Unterricht zur Symmetrie hatten, und solche, bei denen gerade Achsensymmetrie behandelt wurde. Ihre Arbeit enthält neben diesen Untersuchungsergebnissen weiterhin Unterrichtserfahrungen zur Behandlung der Achsensymmetrie in der 3. Klasse.

**Adrian Wildegger:** „Sachaufgabenkartei für den Mathematikunterricht in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Mathematik im Alltag auf Sachproblem anwenden zu können, ist ein wesentliches Ziel des Unterrichts. Ansprechende Aufgaben, die die Kinder auffordern Mathematik ins Spiel zu bringen, um mehr über die Sache zu erfahren, sind dafür sehr wichtig. Herr Wildegger hat daher eine Sachrechenkartei für alle Grundschulklassen und viele Sachthemen erstellt und einige der Aufgaben selbst im Unterricht erprobt

**Julia Wittfang:** „Kinder erforschen Zahlenmauern – Beschreibung und Erprobung ausgewählter Aspekte eines Übungsformates in der Grundschule“

Betreuerin: Dr. Motzer

Zahlenmauern sind einfache Aufgabenformate, an denen dennoch vielfältige Aufgabenstellungen bearbeitet und viele Eigenschaften entdeckt werden können.

Ausgehend von algebraischen Eigenschaften der Zahlenmauern entwickelte Frau Wittfang Aufgaben von der 1. bis zur 4. Klasse und konnte diese mit Schulklassen erfolgreich testen.

## 4. Vorträge/Tagungen

### 4.1 Volker Ulm

- Unterrichtsbezogene Schulentwicklung im Fach Mathematik – Inhalte und Unterstützungsmöglichkeiten durch die Schulleitung  
(Schulleitertagung, Dillingen, 22.11.2007)
- Koordinierungssitzung der Mathematikdidaktiker in Bayern an der LMU München  
(21.11.07)
- Begabte Schüler in der Sekundarstufe mit dynamischer Mathematik fördern, Erkundung der Kreisinvolution und Entdeckung höherer Kurven  
(Kongress zu Hochbegabung, Dillingen, 16.-17.11.2007)
- Wie viele Möglichkeiten gibt es eigentlich? Stochastische Fragen zur Förderung mathematisch begabter Grundschüler  
(Kongress zu Hochbegabung, Dillingen, 16.-17.11.2007)
- Unterrichtsentwicklung Mathematik – Anregungen für die Arbeit als Schulentwicklungsmoderatoren  
(Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen, 14.11.2007)
- Wissensgenese an Schulen – Beiträge einer Bilddidaktik  
(Hanns-Seidel-Stiftung, München, 22.10.2007)
- Förderkonzepte im Mathematikunterricht  
(Schulleitungssymposium, Bamberg, 12.10.2007)
- Dynamische Mathematik und dynamische Arbeitsblätter im Mathematikunterricht an Gymnasien  
(LehrerInfoTag, Universität Augsburg, 09.10.2007)
- Welche Impulse kann die Fachdidaktik Mathematik im Hinblick auf die Gestaltung von Aufgaben mit Technologieeinsatz aus anderen Wissenschaften erhalten?  
(Hauptvortrag bei der Tagung des GDM-Arbeitskreises Mathematikunterricht und Informatik, Soest, 28-30.09.2007)
- Hochbegabung im Mathematikunterricht, Diagnose und Förderung  
(Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen, 29.06.2007)
- Lehren und Lernen mit dynamischer Mathematik  
(SINUS-Transfer-Tagung, Bremen, 14.06.2007)
- Stochastische Werkzeuge in der empirischen Forschung  
(Promotionskollegs an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, 06.06.2007)
- Bildungsstandards für die Primarstufe als Definition einer Schnittstelle im Bildungswesen  
(Bildungsbeirat des Bayerischen Philologenverbands, Treuchtlingen, 27.-28.04.2007)
- Lernumgebungen als Anstoßpunkte für Weiterentwicklungen des Mathematikunterrichts  
(Mathematikdidaktisches Kolloquium, Universität Bielefeld, 17.04.2007)
- Stochastik für den Mittleren Bildungsabschluss an Wirtschaftsschulen  
(Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen, 29.03.2007)
- Bildungsstandards und Testorientierung – Wo bleiben Neue Medien im Mathematikunterricht?  
(Zentrale SINUS-Transfer-Tagung, Halle, 22.-23.03.2007)
- Das Berufsfeld Mathematik  
(Berufsinformationstag fobit, Forchheim, 17.03.2007)

- Mathematisches Verständnis mit dynamischer Mathematik fördern (Deutsches Schulamt Bolzano, Italien, 12.-14.03.2007)
- Lehren und Lernen mit dynamischen Arbeitsblättern (Bildungsmesse didacta, Köln, 28.02.2007)

#### **4.2 Renate Motzer**

- Oberseminar Didaktik der Mathematik (31.01.07)  
Vortrag: Arbeiten mit Lerntagebüchern in Mathematikvorlesungen
- 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik in Berlin (26.03.-30.03.07, als gemeinsame Tagung zusammen mit der DMV)  
Vortrag: Arbeiten mit Lerntagebüchern in Mathematikvorlesungen
- Girls-Day Tag an der Universität Augsburg (26.04.07)  
Vortrag: Zauberhafte Mathematik
- LMU München (24.05.07)  
Vortrag: Arbeiten mit Lerntagebüchern in Mathematikvorlesungen
- Tag der Mathematik an der Universität München (16.06.07)  
Leitung eines Workshops: Zauberhafte Mathematik
- Tag der Mathematik an der Universität München (16.07.07)  
Leitung eines Workshops: Zauberhafte Mathematik
- Herbsttagung des Arbeitskreises „Stochastik“ der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik in der Reinhardswaldschule Kassel (09.11.-11.11.07)
- Herbsttagung des Arbeitskreises „Frauen und Mathematik“ der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik in Ludwigsburg (30.11.-02.12.07)
- Lehrauftrag an der FOS/BOS Augsburg: Unterricht in einer 13. Klasse des wirtschaftlichen Zweiges (Schuljahr 2006/07) und in einer 11. Klasse des Gestaltungszweiges (Schuljahr 2007/08)

#### **4.3 Birgit Siebe**

- Novembertagung Bonn on the Philosophy, History and Didactics of Mathematics (01.11.-04.11.07)

#### **4.4 Matthias Brandl**

- Novembertagung Bonn on the Philosophy, History and Didactics of Mathematics (01.11.-04.11.07)  
Vortrag: „The vibrating string – an initial problem for modern mathematics; historical and didactical aspects“
- Seminar on Statistics an der mathematischen Fakultät der Universität Bayreuth (30.11., 07.12 und 14.12.2007)  
Ausgewählte Aspekte zur Asymptotik des MSE bei robusten Schätzverfahren auf schrumpfenden Totalvariationsumgebungen

## 5. Herausgabe von Zeitschriften

- Praxis der Mathematik in der Schule, Heft Dezember 2007, Aulis Verlag

## 6. Veröffentlichungen

### 6.1 Volker Ulm

- Viel Eckiges - forschend entdecken (mit T. Leuders), in: Praxis der Mathematik in der Schule, Heft 6/2007, Aulis Verlag
- Quadrate - einfach und reichhaltig, Geometrische Muster als Spielwiese für mathematisches Forschen und Entdecken, in: Praxis der Mathematik in der Schule, Heft 6/2007, Aulis Verlag
- Abstand gewinnen - in Vielecken, Dynamische Lernumgebung zum Satz von Viviani, in: Praxis der Mathematik in der Schule, Heft 6/2007, Aulis Verlag
- Begabte Schüler in der Sekundarstufe mit dynamischer Mathematik fördern, Erkundung der Kreisinverson und Entdeckung höherer Kurven, in: Begabungen entfalten, Hochbegabte in der Schule individuell fördern, Akademiebericht 429, Dillingen 2007, S. 103 - 113
- Wie viele Möglichkeiten gibt es eigentlich? Stochastische Fragen zur Förderung mathematisch begabter Grundschüler, in: Begabungen entfalten, Hochbegabte in der Schule individuell fördern, Akademiebericht 429, Dillingen 2007, S. 93 - 102
- Bilder des Multiplizierens, in: Bodensteiner, P. Pöppel, E., Wagner, E. (Hrsg.): Wissensgenese an Schulen, Beiträge einer Bilddidaktik, München 2007, S. 137f
- Incremental-evolutionary Systemic Changes in Teaching and Learning via Dynamic Mathematics, Proceedings of the ICTMT8, University of Hradec Kralove, 2007
- Stochastik in der Wirtschaftsschule, Handreichung des Zentrums zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts der Universität Bayreuth, Bayreuth 2007

### 6.2 Renate Motzer

- Prozent von Prozent oder warum Prozentzahlen in Vierfeldertafeln missverstanden werden können. In: Stochastik in der Schule Band 27 (2007) Heft 1
- Arbeiten mit Lerntagebüchern in Mathematikvorlesungen, In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007, Hildesheim, Franzbecker Verlag 2007

### 6.3 Birgit Siebe

- Beitrag im Handbuch für den ibaAccel, einem neuen Beschleunigungssensor für den Physikunterricht der iba AG aus Fürth, mit Matthias Brandl
- „Ein neues Beschleunigungsmessgerät für den Physikunterricht“, mit Mathias Brandl: Artikel im Magazin der Universität Erlangen

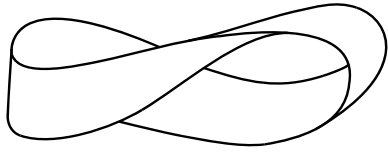
## 6.4 Matthias Brandl

- „Ein praktikables Nanodrähte-Experiment zur Quantenphysik am Gymnasium“, In PhyDid 1/6 S. 15 – 22,
- Beitrag im Handbuch für den ibaAccel, einem neuen Beschleunigungssensor für den Physikunterricht der iba AG aus Fürth mit Birgit Siebe
- „Ein neues Beschleunigungsmessgerät für den Physikunterricht“ mit Birgit Siebe: Artikel im Magazin der Universität Erlangen

## 7. Organisation von Tagungen

- Kolloquium Mathematikdidaktik für Lehrerinnen und Lehrer an Gymnasien (27.02.07)
- Tagung des Deutschen Vereins für Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (Landesverbandes Süd, 10.10.07)
- Fortbildungsveranstaltung für Studienreferendare ohne Lehramtsstudium an bayerischen Realschulen und Gymnasien (30.11.07 und 01.12.07)
- Peter Kirsche: Organisation des IHK-Projekts „Fit für Quali“. Das Projekt diente der Vorbereitung von Hauptschülern der 9. Klasse auf den Qualifizierenden Hauptschulabschluss.

# Differentialgeometrie



## Anschrift

Universität Augsburg  
Institut für Mathematik  
D - 86135 Augsburg

Prof. Dr. Ernst Heintze  
Prof. Dr. Jost-Hinrich Eschenburg

Telefon: (+49 821) 598 - 2238  
Telefon: (+49 821) 598 - 2208  
Telefax: (+49 821) 598 - 2241

Internet:  
Ernst.Heintze@Math.Uni-Augsburg.DE  
Jost-Hinrich.Eschenburg@Math.Uni-  
Augsburg.DE  
[www.math.uni-augsburg.de/diff/](http://www.math.uni-augsburg.de/diff/)

## Arbeitsgebiete des Lehrstuhls

Die Differentialgeometrie liegt im Schnittpunkt zwischen Analysis, Geometrie und Topologie und untersucht unter starker Benutzung analytischer Methoden geometrische Fragestellungen. Studiert werden daher in erster Linie „glatte“ (und damit der Analysis zugängliche) Objekte wie die Oberfläche glatter Körper im Raum, ihre höher dimensional Analoga und deren abstrakte Verallgemeinerungen, die differenzierbaren Mannigfaltigkeiten. Zwei ihrer zentralen Begriffe sind Krümmung und Geodätische, d.h. Kurven, die die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten realisieren. Obwohl die Differentialgeometrie zu den klassischen Gebieten der Mathematik gehört (die Bernoullis, Euler, Gauß und Weyl zählen zu ihren Begründern) ist sie heute aktueller denn je. Die von ihr entwickelten Begriffe und Methoden finden neben den fundamentalen Anwendungen in der Physik (Hamiltonsche Mechanik, Relativitätstheorie, Eichfeldtheorien) zunehmend Eingang in andere Gebiete der Mathematik bis hin zur Optimierung und Wahrscheinlichkeitstheorie.

Zu den in Augsburg z.Z. untersuchten Themen gehören insbesondere:

- Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Untermannigfaltigkeiten mit hoher Symmetrie
- Pluriharmonische Abbildungen
- Unendlich-dimensionale Differentialgeometrie

## Mitarbeiter

- Christine Fischer (Sekret.)
- Christian Boltner (Wiss. Mitarbeiter)
- Oliver Claß (Stipendiat)
- Walter Freyn (Wiss. Mitarbeiter)
- Prof. Dr. Andreas Kollross (Privatdozent)
- Dr. sc. math. Peter Quast (Wiss. Mitarbeiter)
- Kerstin Weinl (Wiss. Mitarbeiterin)

## Examensarbeiten

**Karin Ertl:** „Die mathematischen Hintergründe des Penrose-Musters und der Quasikristalle“

Betreuer: Prof. Dr. J.-H. Eschenburg

Bei periodischen Mustern und Kristallen tritt neben der Verschiebungssymmetrie (Periodizität) meist auch Drehsymmetrie auf; dabei können die Drehzentren die Ordnungen 2, 3, 4 und 6 haben. Die 5 und alle Zahlen ab 7 fehlen. Den Grund dafür erläutert Frau Ertl im ersten Kapitel ihrer Arbeit. Andererseits gibt es fast-periodische Muster mit strenger Gesetzmäßigkeit, die diese "verbotenen" Drehordnungen zulassen, und seit 1984 kann man auch kristallähnliche Festkörper mit solchen Eigenschaften herstellen (Quasikristalle). Das erste und wichtigste Beispiel eines derartigen Musters wurde 1978 von dem Mathematiker und Physiker Roger Penrose gefunden. Die Vorstellung und mathematische Begründung dieses Musters und seiner spektakulären Eigenschaften war die Aufgabe der Arbeit von Frau Ertl.

**Philipp Hartmann:** „Winkeltreue Abbildungen: Mercator-Projektion und logarithmische Spirale“

Betreuer: Prof. Dr. J.-H. Eschenburg

Es kommt selten vor, dass eine mathematische Arbeit aus dem Interesse des Autors an einem Sportgerät erwächst; bei der vorliegenden Arbeit ist es der Fall. Herr Hartmann ist leidenschaftlicher Kletterer. Eins der beim Klettern gebräuchlichen Sicherungsgeräte ist der "Friend", der zur Seilsicherung in einen Felsriss eingeklemmt werden kann. Wird Zug ausgeübt, so spreizen sich vier Metallscheiben gegen die beiden Felswände und verhindern damit einen Sturz. Diese Scheiben sind nicht kreisförmig, sondern haben die Form einer logarithmischen Spirale, und ein Anlass für die vorliegende Arbeit war, den Sinn dieser Formgebung zu verstehen.

Die logarithmische Spirale ist dadurch definiert, dass sie alle von ihrem Zentrum ausgehenden Geraden unter dem gleichen Winkel schneidet; es ist diese Eigenschaft, die den "Friend" für Spalten unterschiedlicher Breite einsetzbar macht. Die Fragestellung wird in der Arbeit eingebettet in das größere Gebiet der winkeltreuen Abbildungen; die logarithmische Spirale ist nämlich das Bild einer Geraden unter einer solchen Abbildung (der komplexen  $e$ -Funktion). Winkeltreue Abbildungen haben auch Anwendungen in der Geographie, als Erdkarten, und die Hauptaufgabe der Arbeit war, die für die Praxis wichtigste solche Karte, die Mercator-Projektion, zu verstehen.

Dies geschieht in der Arbeit auf zweifache Weise. Zunächst wird die Mercator-Projektion elementar eingeführt als eine Abbildung, die die geographischen Koordinaten (geographische Länge und Breite) auf kartesische Koordinaten in der Ebene abbildet und dabei winkeltreu ist. Da die Breitenkreise zu den Polen hin



immer kleiner werden, aber auf Geraden gleicher Länge abgebildet werden, dürfen auch die Meridiane nicht längentreu abgebildet werden, sondern ihre Länge muss mit dem gleichen Faktor gestreckt werden wie bei den Breitenkreisen; das führt auf eine explizite Formel. Sodann wird gezeigt, dass die Umkehrung der Mercator-Projektion eine Komposition von zwei wohlbekannteren Abbildungen ist: der komplexen  $e$ -Funktion, die die kartesischen Koordinaten winkeltreu auf die Polarkoordinaten der Ebene abbildet, und der stereographischen Projektion, die die ebenen Polarkoordinaten winkeltreu auf die geographischen Koordinaten der Kugeloberfläche abbildet.

### **Christof Östreicher:** „Approximation von Quadratwurzeln“

Betreuer: Prof. Dr. J.-H. Eschenburg

Die Quadratwurzel einer Nicht-Quadratzahl  $a$  ist irrational; sie kann durch rationale Zahlen (Brüche) nicht dargestellt, sondern nur approximiert werden. In der vorliegenden Arbeit werden zwei Approximationsverfahren vorgestellt und miteinander verglichen: das Heron-Verfahren, in dem von einem Startwert  $w$  ausgehend die Iteration  $w' = (a + a/w)/2$  durchgeführt wird, sowie verschiedene Kettenbruch-Entwicklungen. U.a. geht es um die Frage, ob die im Heron-Verfahren auftretenden Brüche auch bei der Kettenbruchentwicklung auftreten. Herr Östreicher untersucht diese Frage im Fall der Quadratwurzel von 2, und kommt zu einem erstaunlichen Ergebnis: Nur die ersten Heron-Brüche treten in der Kettenbruchentwicklung tatsächlich auf, die höheren nicht mehr.

## **Diplomarbeit**

### **Markus Rothbauer:** „Clifford-Algebra und Bott-Periodizität“

Betreuer: Prof. Dr. J.-H. Eschenburg

Die Geometrie enthält zwei ganz unterschiedliche Teile: einen allgemeinen und einen speziellen. Der allgemeine Teil findet seinen Ausdruck in der Linearen Algebra, deren Ergebnisse unabhängig von der Zahl der Parameter, d.h. der Dimension ist. Der spezielle Teil behandelt die Besonderheiten jeder einzelnen Dimensionszahl. So ist beispielsweise das Vektorprodukt eine Besonderheit der Dimensionen 3 und 7. In diesen Teil fallen die Koinzidenzen zwischen Liegruppen in niedrigen Dimensionen: Im Wesentlichen ist die Drehgruppe  $SO(3)$  mit  $SU(2)$  identisch, die  $SO(6)$  mit  $SU(4)$  u.a.m. Entsprechend hängen die zugehörigen Geometrien miteinander zusammen: Die komplexe Geometrie in Dimension 2 und 4 hat mit der 3- und 6-dimensionalen euklidischen Geometrie zu tun. Vor allem aber gehört in den speziellen Teil die Algebra und Geometrie der Oktonen, der definitiv letzten Erweiterung des üblichen Zahlbegriffs. Alle diese Phänomene haben eine gemeinsame Ursache, der in der vorliegenden Diplomarbeit nachgegangen wird: die Clifford-Darstellungen in niedrigen Dimensionen. Die Dimensionen 1 bis 8 sind besonders wichtig, denn sie bestimmen bereits alle höherdimensionalen Clifforddarstellungen (Bott-Periodizität).

## **Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen**

Jost-Hinrich Eschenburg

**Olomouc (Olmütz), Tschechien (27.08. - 31.8.07)**

Walter Freyn

**Bar Ilan Universität, Tel Aviv (09.05. - 19.05.07)**

Ernst Heintze

**University of California, Irvine, USA (18.02. - 18.03.07)**

**Tokyo Metropolitan University, Japan (19.09. - 18.10.07)**

## **Vorträge / Reisen**

Christian Boltner

**Workshop Geometry and Global Shape" in Münster (02.08. - 04.08.07)**

Jost-Hinrich Eschenburg

**Bayernkolleg in Augsburg (16.2.07)**

Vortrag: „Quasikristalle - Gesetz und Freiheit der Zahl 5“

**Girlsday in Augsburg (26.4.07)**

Vortrag: „Das Unendliche vor Augen“

**„Differential Geometry and its applications" in Olomouc (27.8.07)**

Vortrag: „Riemannian Geometry and Submanifolds“

**Workshop „Submanifolds and the normal Gauss map" in Fribourg(2.10.07)**

Walter Freyn

**Oberseminar für Differentialgeometrie der LMU in München (09.01.07)**

Vortrag: „Foundations of the theory of Kac-Moody symmetric spaces“

**32. Kolloquium über Differentialgeometrie, in Stuttgart (04.05.07)**

Vortrag: „Kac-Moody symmetrische Räume“

**Einstein-Institut der Hebrew Universität in Jerusalem (08.05. - 20.05.07)**

Vortrag: „ Infinite dimensional symmetric spaces associated to Kac-Moody-Algebras“

**Tel Aviv: TAU (16.05.07)**

Vortrag: „Foundations of the theory of Kac-Moody Symmetric spaces“

**Jahrestagung der Israelischen mathematischen Union in Beer Sheva (17.05. - 18.05.07)**

Vortrag: „ Foundations of the theory of Kac-Moody Symmetric spaces“

**Tagung „Buildings and groups“ in Ghent (20.05. – 26.05.07)**

**MAT (gemeinsames Differentialgeometrikolloquium Mannheim, Augsburg, Tübingen) in Mannheim (15.06.07)**

**Kolloquium des ZMP in Hamburg (27.06.07)**

Vortrag: „Kac-Moody symmetric spaces“

**Kongress „Colloque en honneur de Jean Bourguignon“ in Paris (27.08. – 31.08.07)**

**Tagung „Buildings“ in Münster (08.10. – 11.10.07)**

**Tagung „Algebraic aspects in geometry“ in Bedlewo, Polen (17.10. – 23.10.07)**

**MAT (gemeinsames Differentialgeometrikolloquium Mannheim, Augsburg, Tübingen) in Mannheim (09.11.07)**

**Workshop „Lie Theory and Geometry“ in Münster (06.12. – 08.12.07)**

**Ernst Heintze**

**Schwerpunktprogramm „Globale Differentialgeometrie“ in Münster (13. – 14.02.07)**

**University of California, Irvine, USA (20.02.07)**

Vortrag: „Polar actions on Hilbert spaces“

**Kolloquium über Differentialgeometrie in Stuttgart (04.05.07)**

**Workshop on Geometry and Topology in Fribourg (17.05. – 19.05.07)**

Vortrag: „Kac-Moody algebras and symmetric spaces“

**MAT (gemeinsames Differentialgeometrikolloquium Mannheim, Augsburg, Tübingen) in Mannheim (15.06.07)**

**Conference „Variational Problems in Geometry“, Tohoku-University in Sendai, Japan (19.09. – 20.09.07)**

**Conference „Geometry related to the theory of integrable systems I“ in Kyoto, Japan (25.09. – 30.09.07)**

Vortrag: „Real forms and finite order automorphisms of affine Kac-Moody algebras“

**Conference „Finite and infinite dimensional Lie theoretic methods in submanifold geometry“ in Osaka, Japan (01.10. – 05.10.07)**

Vortragsreihen: „Theory of Kac-Moody symmetric spaces“

**Tokyo Metropolitan University (12.10.07)**

Vortrag: „Involutions of Kac-Moody algebra, hyperpolar actions and infinite dimensional symmetric spaces“

**Keio University in Tokyo (15.10.08)**

Vortrag: „Singular equidistant foliations of Euclidean space“

**MAT (gemeinsames Differentialgeometrikolloquium Mannheim, Augsburg, Tübingen) in Mannheim (09.11.07)**

**Konferenz „Wilhelm Killing 1847-1923: Lie Theory and Geometry“ in Münster (07.12. – 08.12.07)**

Andreas Kollross

**Workshop „Geometry and Global Shape“ in Münster (02.08. - 04.08.07)**

**Katholieke Universiteit in Leuven (22.11.07)**

Vortrag: „Polar actions“

**Oberseminar „Geometrie und Topologie“ in Fribourg (Schweiz) (28.11.07)**

Vortrag: „Homogeneous equifocal submanifolds in symmetric spaces“

**Konferenz “Wilhelm Killing 1847-1923: Lie Theory and Geometry“ in Münster (07.12. -08.12.07)**

Peter Quast

**Oberseminar Geometrie und Topologie in Fribourg (Schweiz) (17.01.07)**

Vortrag: „Pluriharmonic maps into hermitian symmetric spaces and a generalization of CMC surfaces“

**Workshop on Geometry and Topology in Fribourg (17.05. - 19.05.07)**

**Kongress „Colloque en honneur de Jean Bourguignon“ in Paris (27.08. - 31.08.07)**

**Seminar NUI in Maynooth (Irland) (10.12.07)**

Vortrag: „Pluriharmonic maps into Hermitian symmetric spaces and Sym’s formula“

## **Veröffentlichungen**

Walter Freyn

**A general theory of affine Kac-Moody symmetric spaces**

Konferenzbericht der Süddeutschen Geometrietagung (2007)

Jost-Hinrich Eschenburg

**Differentialgeometrie und Minimalflächen**

mit J. Jost

Springer-Lehrbuch 2007, 256 + 12 Seiten

**Self similar symmetric planar tilings**

mit H.J. Rivertz

J. of Geometry **87** (2007) 55 - 75

**Pluriharmonic maps of maximal rank**

mit P. Kobak

Math. Z. **256** (2007), 279 - 286

**Isotropic ppsc immersions**

mit M.J. Ferreira, R. Tribuzy

erscheint in Diff. Geom. Appl.

**Almost positive curvature on the Gromoll-Meyer sphere**

mit M. Kerin

erscheint in Proc. AMS

**The associated family**

erscheint in *Matematica Contemporanea*

### **Symmetric Spaces and Gauss map**

erscheint in *Proceedings Olomouc 2007*

Ernst Heintze

### **Real forms and finite order automorphisms of affine Kac-Moody algebras - an outline of a new approach**

arXiv (2007), 13 Seiten

### **Involutions, finite order automorphisms and real forms of affine Kac-Moody algebras,**

mit C. Groß, in preparation

Andreas Kollross

### **Polar actions on symmetric spaces**

*Journal of Differential Geometry* 77 (3), 2007, 425 - 482

## **Gäste am Lehrstuhl**

01.10.06 - 31.01.07

Prof. **C. Gorodski**, Sao Paulo, Brasilien

16.10. - 25.7.07

Prof. **L. Mare**, Regina (Kanada)

04.10. - 13.12.07

Prof. **P. Tomter**, Oslo

## **Forschungsförderungsmittel, Drittmittelprojekte**

Jost-Hinrich Eschenburg

- ERASMUS / Socrates
- Graduiertenkolleg „Nichtlineare Probleme in Analysis, Geometrie und Physik“
- DFG-Schwerpunkt: „Globale Differentialgeometrie“

Ernst Heintze

- Graduiertenkolleg „Nichtlineare Probleme in Analysis, Geometrie und Physik“
- DFG-Schwerpunkt: „Globale Differentialgeometrie“

## **Herausgabe von Zeitschriften**

Ernst Heintze

- *Journal of Differential Geometry and its Applications*

# Angewandte Analysis mit Schwerpunkt Numerische Mathematik

**Anschrift**  
Universität Augsburg  
Institut für Mathematik  
D-86135 Augsburg

Prof. Dr. Ronald H. W. Hoppe  
Prof. Dr. Jozef Kacur  
(Lehrstuhlvertretung von Prof. Dr. Hoppe)  
seit 10.2003-03.2008)  
Prof. Dr. Fritz Colonius  
Prof. Dr. Kunibert G. Siebert

Telefon: (+49 821) 598 - 21 94  
Telefon: (+49 821) 598 - 21 94

Telefon: (+49 821) 598 - 22 46

Telefon: (+49 821) 598 - 21 90

Telefax: (+49 821) 598 - 23 39

E-Mail:  
[Hoppe@math.uni-augsburg.de](mailto:Hoppe@math.uni-augsburg.de)  
[Kacur@math.uni-augsburg.de](mailto:Kacur@math.uni-augsburg.de)  
[Fritz.Colonius@math.uni-augsburg.de](mailto:Fritz.Colonius@math.uni-augsburg.de)  
[Siebert@math.uni-augsburg.de](mailto:Siebert@math.uni-augsburg.de)  
Internet:  
[scicomp.math.uni-augsburg.de](http://scicomp.math.uni-augsburg.de)

## Arbeitsgebiete des Lehrstuhls

Prof. Dr. Fritz Colonius

Die Mathematische Kontrolltheorie beschäftigt sich mit der Steuerung von dynamischen Systemen und der Analyse ihres Verhaltens unter zeitabhängigen Störungen. Ein einfaches mechanisches Beispiel ist ein Pendel auf einem Wagen, das durch die Bewegung des Wagens in der senkrechten instabilen Position stabilisiert werden soll. Dabei werden Methoden und Konzepte aus der Theorie dynamischer Systeme, wie Lyapunov-Exponenten und Bifurkationstheorie, eingesetzt, um das Verhalten dieser Systeme zu verstehen. Begleitet werden die analytischen Untersuchungen durch die Entwicklung von numerischen Verfahren und ihre Implementierung am Rechner. Mit ähnlichen Methoden, insbesondere mit invarianten Kontrollmengen, kann auch das Verhalten von zufällig gestörten Systemen, zum Beispiel die Schaukelbewegung von Schiffen bei Wellengang, beschrieben werden.

Prof. Dr. Ronald H. W. Hoppe

- ◆ Effiziente iterative Löser für Gebietszerlegungsverfahren auf nichtkonformen Gittern
- ◆ Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder durch Gebietszerlegungsverfahren auf nicht konformen Gittern (Mortar Kantenelemente)
- ◆ A posteriori Fehlerschätzer bei Kantenelementdiskretisierungen der Maxwell'schen Gleichungen
- ◆ Numerische Lösung von Phasenfeldgleichungen vom Cahn-Hilliard Typ durch Finite Elemente und Spektral-Galerkin Verfahren
- ◆ Modellierung und Simulation der Herstellung neuer Schichtmaterialien (Bornitrid, Siliziumkarbid) für Mikrostrukturen mittels molekularer Dynamik
- ◆ Numerische Simulation elektrorheologischer Fluide
- ◆ Optimale Auslegung von Bauteilen der fluidischen Mechatronik
- ◆ Struktur- und Topologieoptimierung von Bauteilen der fluidischen Mechatronik
- ◆ Elektrothermomechanische Kopplungseffekte in Hochleistungsmodulen mit Gehäusung
- ◆ Modellierung und Simulation von Kontaktierungssystemen für mikrostrukturierte Bauteile
- ◆ Makromodellierung und numerische Simulation von mikrostrukturierten Systemen

Prof. Dr. Jozef Kacur

Arbeitsschwerpunkte sind die Entwicklung von effizienten numerischen Methoden für nichtlineare Konvektions-Diffusions Partielle Differentialgleichungen:

- ◆ Entwicklung der Relaxationsmethoden für entarteten nichtlinearen parabolischen Anfangs-Randwert-Aufgaben
- ◆ Entwicklung neue Relaxationsschemen für Phasenübergangsmodelle und Aufgaben mit freien Rand
- ◆ Entwicklung der regularisierten Methode der Charakteristiken
- ◆ Bestimmung der hydrogeologischen und geochemischen Parametern in der Untergrundströmung
- ◆ Lösung der gesättigten und ungesättigten Strömungen in porösen Medien
- ◆ Bestimmung der Adsorptionsisotherme für Strömung in porösen Medien
- ◆ Optimale Abkühlung bei stetiger Stahlfließung in Metallurgie.

Prof. Dr. Kunibert G. Siebert

Arbeitsschwerpunkte sind Numerische Analysis für nichtlineare partielle Differentialgleichungen, Wissenschaftliches Rechnen insbesondere Strömungssimulationen und Entwicklung effizienter, numerischer Software. Ausgehend von der mathematischen Analyse werden effiziente Algorithmen entwickelt und implementiert.

Forschungsschwerpunkte sind:

- ◆ A posteriori Fehlerkontrolle und adaptive Finite Elemente Methoden
- ◆ Konvergenzanalyse adaptiver Finite Elemente Methoden
- ◆ Entwicklung effizienter Datenstrukturen und Algorithmen zur Implementierung von adaptiven Finite Elemente Methoden in zwei und drei Raumdimensionen
- ◆ Numerische Methoden für die Simulation in kompressibler Strömungen und freier Randwertprobleme
- ◆ Simulation von Anwendungsproblemen

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Prof. Dr. Ronald H.W. Hoppe

Prof. Dr. Jozef Kacur (Lehrstuhlvertretung)

Prof. Dr. Fritz Colonius

Prof. Dr. Kunibert G. Siebert

- Dipl. Math. Alexandra Gaevskaya
- Dr. Yuri Iliash
- Dipl.- Math. Christoph Kawan
- stud. rer. nat. Michael Kieweg
- Dipl. Math. Christian Kreuzer
- Prof. Dr. Vilyam Litvinov
- Dipl. Math. Christopher Linsemann
- stud. rer. nat. Christian Möller
- Meiyu Qi Doktorandin
- Dr. Svetozara I. Petrova
- Ingrid Pfeilmaier (Sekretärin)
- Dr. Martin Rasmussen
- Dipl. Math. Torben Stender
- Tobias Wichtrey, B. Sc.

# Diplom, Bachelor-Arbeiten und Dissertationen

Ronald H.W. Hoppe

## Diplomarbeiten

**Jin Jin:** *„A posteriori Fehleranalyse von adaptiven Finite Elemente Methoden für kontrollrestringierte optimale Kontrollprobleme bei elliptischen partiellen Differentialgleichungen“*

Erstgutachter: Ronald H.W. Hoppe

Die a posteriori Fehleranalyse adaptiver Finite Elemente Approximationen optimaler Kontrollprobleme für Randwertprobleme bei elliptischen Differentialgleichungen zweiter Ordnung ist in der jüngsten Vergangenheit sowohl unter Verwendung residualbasierter Schätzer als auch im Rahmen problemorientierter gewichteter Dualitätstechniken intensiv untersucht worden. Dabei beruht die Fehleranalyse auf den notwendigen (und im Falle von Konvexität auch hinreichenden) Optimalitätsbedingungen für den Zustand, den adjungierten Zustand, die Kontrolle und den Lagrangeschen Multiplikatoren für die Kontroll- bzw. Zustandsbeschränkungen. Insbesondere bestehen die Optimalitätsbedingungen aus der zugrundeliegenden Zustandsgleichung, der adjungierten Gleichung, den Komplementaritätsbedingungen bezüglich der Beschränkungen und assoziierten Multiplikatoren sowie einer Gleichung, welche den adjungierten Zustand mit der Kontrolle (und ggf. den Multiplikatoren) verknüpft. Die Fehlerschätzer bestehen dementsprechend aus lokalen Größen, welche die Glattheit des Zustands und des adjungierten Zustands sowie das Erfülltsein der Zustandsgleichung, der adjungierten Zustandsgleichung und der Komplementaritätsbedingungen messen.

Daneben beinhaltet die a posteriori Fehleranalyse in der üblichen Weise Datenoszillationen bezüglich der vorgegebenen Daten des Kontrollproblems.

Eine kritische Größe hinsichtlich sowohl der numerischen Lösung des Finite Elemente diskretisierten Problems als auch der a posteriori Fehleranalyse ist der Regularisierungsparameter für den Kontrollterm im Zielfunktional. Es ist aus der Literatur bekannt, dass sich bei Verwendung primal-dualer Aktiven-Mengen Strategien und primaldualer Innere Punkte Verfahren die Kondition der im Rahmen dieser Techniken zu lösenden algebraischen Gleichungssysteme mit kleiner werdendem Regularisierungsparameter dramatisch verschlechtert. Andererseits ist ebenfalls bekannt, dass die Konstanten in den Zuverlässigkeits- und Effizienzabschätzungen für die Fehlerschätzer vom Regularisierungsparameter abhängen.

Die Aufgabenstellung für die vorgelegte Diplomarbeit bestand in der systematischen Untersuchung der Rolle des Regularisierungsparameters in der residualbasierten a posteriori Fehleranalyse adaptiver Finite Elemente Verfahren für punktweise kontrollbeschränkte optimale Kontrollprobleme mit verteilten Kontrollen bei Randwertproblemen für lineare elliptische Differentialgleichungen zweiter Ordnung.

## Masterarbeiten

**Michael Kieweg:** *„An a posteriori error analysis for control constrained distributed elliptic boundary control problems and a convergence analysis of adaptive finite methods for distributed elliptic optimal control problems with control constraints“*

Erstgutachter: Ronald H.W. Hoppe

Adaptive Finite Element Methods (AFEMs) for Partial Differential Equations (PDEs) on the basis of a posteriori error estimates have been intensively studied

during the past decades and successfully applied to technologically relevant problems.

A convergence analysis of AFEMs in case of standard Lagrangian type finite elements for linear second order elliptic boundary value problems has been initiated by Dörfler and further studied by Morin, Nocketto and Siebert, whereas the issue of optimal complexity has been addressed by Binev, Dahmen and DeVore as well as by Stevenson. A convergence analysis of non-standard Finite element methods such as edge elements, mixed and nonconforming elements has



been provided by Carstensen and Hoppe.

The development of AFEMs for unconstrained optimally controlled elliptic boundary value problems based on the goal-oriented dual weighted approach has been initiated by Becker, Rannacher et al. Using the same goal-oriented framework, very recent work deals with point wise control constraints and point wise state constraints. AFEMs for control constrained boundary and distributed elliptic optimal control problems based on residual-type a posteriori error estimators have been considered by Gaevskaya, Hoppe, Iliash, Liu et al.

The Master thesis submitted by Michael Kieweg is based on his recent publications and deals with an a posteriori error analysis for finite element discretizations of optimally controlled linear second order elliptic boundary value problems in two space dimensions with boundary as well as distributed controls featuring a quadratic objective functional and pointwise constraints on the control.

## Staatsexamensarbeiten

**Johannes Neher:** „Vergleich numerischer Integratoren für differentiell-algebraische Gleichungen am Beispiel des rotierenden Pendels“

Erstgutachter: Ronald H.W. Hoppe,

Differentiell-algebraische Gleichungen sind um rein algebraische Gleichungen erweiterte Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen. Derartige Systeme treten in den Anwendungen vielfach dann auf, wenn außer der Dynamik des Systems zusätzliche Zwangsbedingungen bezüglich der Systemvariablen vorliegen, wie zum Beispiel bei mechatronischen Systemen und Systemen der chemischen Reaktionskinetik. Die Lösbarkeit von Anfangswertproblemen differentiell-algebraischer Gleichungen erfordert Konsistenz der Anfangsdaten, und die Lösung lässt sich durch verschiedene Indizes charakterisieren, so zum Beispiel durch den von Gear eingeführten differentiellen Index. Die numerische Lösung erfolgt durch spezielle Integratoren, wie sie etwa auch zur numerischen Integration steifer Differentialgleichungssysteme eingesetzt werden. Jedoch sind die meisten Integratoren auf differentiell-algebraische Systeme vom Index 1 beschränkt. Bei höherem Index muss eine Reduktion des Index erfolgen, um diese Integratoren anwenden zu können. Die Aufgabe der Staatsexamensarbeit bestand darin, anhand des Beispiels des rotierenden Pendels drei der gebräuchlichsten Verfahren für differentiell-algebraische Systeme zu untersuchen und zu vergleichen, nämlich das Extrapolation verwendende LIMEX von *Deufelhard et al.*, das sich auf BDF-Techniken gründende DASSL von *Petzold* und das auf einem dreistufigen impliziten Runge-Kutta Verfahren basierende RADAU5 von Hairer und Wanner. Das rotierende Pendel eignet sich deshalb hervorragend zum Vergleich numerischer Integratoren, da es eine Formulierung als differentiell-algebraisches System sowohl vom Index 1 als auch vom Index 2 und 3 erlaubt.

## Dissertation

**Michael Kieweg:** “An a posteriori error analysis for distributed elliptic optimal control problems with pointwise state constraints”

Adaptive Finite Element Methods (AFEMs) for optimal control problems associated with Partial Differential Equations (PDEs) have recently attracted a lot of attention. The refinement/coarsening strategy for the underlying finite element mesh is usually based on localizable a posteriori error estimators. For the derivation and the analysis of those estimators various concepts are available:

- residual-type estimators, which rely on the proper evaluation of the residual in some dual norm of the underlying function space,
- hierarchical-type estimators, where the localized error equation is approximated by higher order finite elements,
- estimators that use local averaging of the gradients,
- functional-type error estimators that provide guaranteed upper bounds for the discretization error,

- the so-called goal-oriented dual-weighted approach, which features a high degree of flexibility with regard to the specification of the error functional (quantity of interest).

Pioneering work concerning AFEMs for unconstrained optimal control problems for PDEs has been done by R. Becker, R. Rannacher and their collaborators within the framework of the goal-oriented dual weighted approach. Recently, this approach has been applied to control constrained problems and state constrained problems as well. In the arena of residual-type estimators, the control constrained case has been addressed in by several authors. The difficulty associated with state constrained problems is that unlike the control constrained case the Lagrange multipliers for the constraints do not longer live in  $L_2$  but in some measure space which both complicates the analysis and the numerics.

The dissertation submitted by Michael Kieweg is devoted to the development, analysis and implementation of AFEMs for point wise state constrained distributed elliptic optimal control problems. The a posteriori error estimators are of residual-type.

## Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen

F. Colonius

- **Universidade del Norte, Antofagasta, Chile, (5.2. - 16.2.2006)**

Ronald H.W. Hoppe

- **Summer School on Applied and Computational Mathematics, African Institute of Mathematical Sciences Muizenberg, South Africa, December (9-21, 2007)**
- **MAMOS-Workshop (Mathematics: Analysis, Modeling, Optimization and Simulation), University of Texas at Austin, Austin, USA, October (15-19, 2007)**
- **Second Chinese-German Workshop on Computational Mathematics, University of Hangzhou, Hangzhou, China, October (8-12, 2007)**
- **Int. Workshop on Reliable Methods of Mathematical Modeling, Steklov, Inst. and Euler Int. Math. Inst., St. Petersburg, Russia, July (24-27, 2007)**

Jozef Kacur

- **University of Gent (Belgien) (15.05.-15.07.2007)**

Kunibert G. Siebert

- **Dipartimento di Matematica, Universita degli Studi di Milano, Mailand, Italien 10/2007**
- **Zentrum für Technomathematik, Universität Bremen 02/2007**

Alexandra Gaevskaya

- **V.A. Steklov Institute of Mathematics, St. Petersburg (Russia) February (14 - 27, 2007). Joint research on control constrained optimal control problems.**
- **Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics (RICAM) (Linz, Austria) March (5 - 9, 2007). Spring School and Workshop on "Optimierungsmethoden, Approximation und Adaptivität bei Optimierungsproblemen mit partiellen Differentialgleichungen"**
- **University of Jyväskylä (Finland) March (29 - 30, 2007). Workshop on Advanced Computer Simulation Methods - SCOMA.**

- V.A. Steklov Institute of Mathematics in St.-Petersburg and Euler International Mathematical Institute (EIMI), St. Petersburg (Russia), July (24 - 27, 2007).  
International Workshop on Reliable Methods of Mathematical Modeling - RMMM 2007.
- African Institute of Mathematical Sciences (AIMS), Muizenberg (South Africa), December (17 - 21, 2007).  
Teaching assistant, Computational Electromagnetics.

Christian Möller

- Aufenthalt am Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ/USA August 2006 - Februar 2007.

Christian Kreuzer

- Università degli studi di Milano (23.09. - 13.10.2007) DAAD - Vigoni.
- Università degli studi di Milano (09.12. - 15.12.2007) DAAD - Vigoni.

Svetozara Petrova

- Research Fellowship, Mathematical Section, ICTP, Trieste, Italy, (April 20-May 19, 2007).

## Vorträge und Reisen

Fritz Colonius

- Workshop Mathematische Systemtheorie, Elgersburg (Thüringen), (18.2.-22.2.2007).
- Workshop Stochastic Dynamical Systems and Control, Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, USA, (25.3.-31.3.2007).
- Workshop des GAMM Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Universität Würzburg, (4.5.-5.5.2007).
- International Conference on Topological Methods, Differential Equations and Dynamical Systems, Università di Firenze, Italien, (13.6.-16.6.2007).
- Latin American Conference on System Theory (LACOST) San Pedro de Atacama, Chile, (10.9.-14.9.2007).
- International Conference on Dynamical Methods and Mathematical Modelling, Valladolid Spanien, (18. 9.-22.9.2007).
- Workshop des GAMM Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Technische Universität Ilmenau, (26.10.-27.10.2007).
- Workshop „Nichtglatte Systeme und Stoßmechanik“ des GAMM Fachausschusses „Mathematische Analyse Nichtlinearer Probleme“, Oberwolfach, (9.11.-11.11.2007)

Christoph Kawan

- Tagung des GAMM-Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Würzburg (04. - 05.05.2007)
- International Conference on Dynamical Methods and Mathematical Modelling, Valladolid (Spanien) (17. - 22.09.2007)

- GAMM-Workshop „Nichtglatte Systeme“, Oberwolfach (09. - 11.11.2007).

Martin Rasmussen

- Workshop Mathematische Systemtheorie 2007, (19.-22. Februar 2007), Elgersburg.
- International Conference on Difference Equations and Applications, (23.-27. Juli 2007), Lissabon, Portugal.
- International Conference on Dynamical Methods and Mathematical Modelling, (18.-22. September 2007), Valladolid, Spanien.
- GAMM-Workshop Nichtglatte Systeme, (9.-11. November 2007), Oberwolfach.

Torben Stender

- Workshop Mathematische Systemtheorie, Elgersburg, (19. - 22.02.2007)
- Workshop des GAMM-Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Würzburg (04. - 05.05.2007)
- Joint International Meeting UMI-DMV, Perugia (Italien) ( 18. - 22.06.2007)
- GAMM-Workshop „Nichtglatte Systeme“, Oberwolfach (09. - 11.11.2007)

Ronald H. W. Hoppe

- Annual Meeting of the DFG SPP 1253 Optimization with PDEs, Bad Honnef, Germany October (4-5, 2007)
- European Conference on Numerical Mathematics, Karl-Franzens University, Graz, Austria September (10-14, 2007)
- International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland July (16-20, 2007)
- Institute of Mathematics, Karl-Franzens University, Graz, Austria, June (27-30, 2007)
- Int. Conference on Scientific Computing in Simulation, Optimization, and Control, and its Multidisciplinary Applications, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland, June (14-16, 2007)
- Oberwolfach Conference on Adaptive Finite Elements and Applications, Mathematical Research Center, Oberwolfach, Germany, June (11-13, 2007)
- Sixth International Conference on Large-Scale Scientific Computing, Sozopol, Bulgaria, June (5-9, 2007)
- Department of Computer Science, University of New Mexico at Las Cruces, Las Cruces, NM, USA, April (14, 2007)
- Department of Mathematics, University of Texas at El Paso, El Paso, TX, USA, April (13, 2007)
- Department of Mathematics, University of Maryland, College Park, MD, USA, April (3, 2007)
- Annual Meeting of the German Mathematical Society, Humboldt University, Berlin, Germany, March (27-29, 2007)
- France-USA Conference on Applied Partial Differential Equations, University of Houston, Houston, TX, USA, March (9/10, 2007)

Kunibert G. Siebert

- **Treffen der Numerikarbeitsgruppen der Universitäten Ulm und Augsburg, Wissenschaftszentrum Schloss Reisenburg, (12/2007)**
- **Workshop "Design of Finite Element Software", Zentrum für Technomathematik, Universität Bremen (09/2007)**
- **Sussex Summer School on Scientific Computation, 2007 Brighton 07/2007**
- **Special session "Adaptivity in Space and Time", International Meeting UMI - DMV, Perugia, Italien (06/2007)**
- **Workshop "Adaptive Numerical Methods for PDEs", Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (06/2007)**
- **Minisymposium "Konvergenz adaptiver Diskretisierungsverfahren", Jahrestagung DMV und GMD, Berlin (03/2007)**

Alexandra Gaevskaya

- **Workshop on Advanced Computer Simulation Methods - SCOMA. University of Jyväskylä (Finland) March (29 - 30, 2007)**  
Vortrag: "Functional approach to A Posteriori Error Estimation for Elliptic Optimal Control Problems with Distributed Control"
- **6th International Conference on "Large-Scale Scientific Computations". Sozopol (Bulgaria), June (5 - 9, 2007).**  
Vortrag: "*Functional Majorants for Distributed Optimal Control Problems with Control Constraints*"
- **Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach June (10 - 16, 2007). International Workshop "Adaptive Numerical Methods for PDEs".**  
Vortrag: "*Functional Majorants for Distributed Optimal Control Problems with Control Constraints*"
- **V.A. Steklov Institute of Mathematics in St.-Petersburg and Euler International Mathematical Institute (EIMI), St. Petersburg (Russia), July (24 - 27, 2007). International Workshop on Reliable Methods of Mathematical Modeling - RMMM 2007.**  
Vortrag: "*Functional Majorants for Distributed Optimal Control Problems with Control Constraints*"
- **Workshop in Schloss Reisenburg, Günzburg (6.12. - 7.12. 2007).**  
Vortrag: "*Functional Type Error Majorants for Optimal Control Problems*"

Christian Kreuzer

- **Workshop in Schloss Reisenburg, Günzburg (06.12. - 07.12.2007)**  
Vortrag: "*Optimal Cardinality of a Standard Adaptive Finite Element Method*"
- **DMV-GDM Tagung Berlin (26.03. - 30.03.2007)**  
Vortrag: "*Optimal Cardinality of a Standard Adaptive Finite Element Method*"
- **Oberseminar Universität Freiburg 22.05.2007**  
Vortrag: "*Optimal Cardinality of a Standard Adaptive Finite Element Method*"
- **Workshop "Adaptive Numerical Methods" Mathematisches Institut Oberwolfach (10.06.-16.06.2007)**  
Vortrag: "*Convergence of Adaptive Finite Element Methods for  $p$ -Laplace Equation*"

- **Seminario di Matematica, Universita degli studi di milano 09.10.2007**  
Vortrag: "*Optimal Cardinality of a Standard Adaptive Finite Element Method*"

Christian Möller

- **TopMath Sommerschule in Herrsching 17.-20. September 2007**
- **ALBERTA-Workshop Bremen, 26.-28. September 2007**
- **Numerik Workshop Schloss Reinsburg, 06.-07. Dezember 2007**

Svetozara I. Petrova

- **Joint EUROPT-OMS Meeting 2007, May 31-June 4, 2006, Paphos, Cyprus.**
- **2nd Conference on Optimization Methods & Software and 6th EUROPT Workshop on Advances in Continuous Optimization, July (4-7, 2007), Prague, Czech Republic**  
Vortrag: "*Path-following methods in shape optimization*"
- **4th International Conference on Applied Mathematics and Computing, August (12-18, 2007), Plovdiv, Bulgaria**  
Vortrag: "*Mechanical failure of microstructural materials*"
- **Rutherford Appleton Laboratory, Oxfordshire, United Kingdom**  
September (20-22, 2007), Research visit,  
Vortrag: "*Shape optimal design of periodic microstructural materials*"
- **General SPP-Meeting on DFG-Priority Program SPP 1253, October (3-5, 2007), Bad Honnef, Germany,**  
Vortrag: "*Adaptive multilevel path-following primal-dual Interior-point methods in shape optimization*"
- **CMUC, University of Coimbra, Portugal, November (4-7, 2007), Research visit,**  
Vortrag: "*Multiscale methods in computational fracture mechanics*"
- **University of Konstanz, Germany, 6. December 10, 2007,**  
Vortrag: "*Numerical solution of optimization problems*"

## Veröffentlichungen

Fritz Colonius

### **Dynamical Systems and Linear Algebra,**

With: Wolfgang Kliemann.

*Handbook of Linear Algebra, L. Hogben, ed., CRC Press 2007, pp. 56.1 – 56.22.*

### **On topological equivalence of linear flows with applications to bilinear control systems,**

With: Victor Ayala and Wolfgang Kliemann.

*J. Dynamical and Control Systems 17(2007), 337-362.*

### **A rigorous numerical algorithm for controllability,**

With: Tomasz Kapela.

*Taming Heterogeneity and Complexity of Embedded Control. CTS-HYCON Workshop on Nonlinear and Hybrid Control. F. Lamnabhi-Lagarrigue, S. Laghrouche, A. Loria and E. Panteley, eds., International Scientific & Technical Encyclopedia (ISTE), London 2007, 157-170.*

**Chain recurrence, growth rates and ergodic limits,**

With: Roberta Fabbri and Russell Johnson.

*Ergodic Theory and Dynamical Systems* 27 (2007), 1-16.

**Nonlinear Iwazawa decomposition for control flows,**

With: Paulo R.C. Ruffino.

*Discrete and Continuous Dynamical Systems A* 18, no. 2/3 (2007), 339-354.

**Bifurcation phenomena in control flows,**

With: Roberta Fabbri, Russell Johnson and Marco Spadini.

*Topological Methods in Nonlinear Analysis* 30 (2007) 87-111.

## Preprints und Reports

**A Numerical Study of Capsizing: Comparing Control Set Analysis and Melnikov's Method,**

With: E. Kreuzer, A. Marquardt, and W. Sichermann.

To appear in: *International J. of Bifurcation and Chaos* 18 (2008).

**Controllability for nonlinear behaviors,**

With: Wolfgang Kliemann

To appear in: *Trans. Amer. Math. Soc.*

**Near invariance for Markov diffusion systems,**

With: Tobias Gayer and Wolfgang Kliemann

To appear in: *SIAM J. Applied Dyn. Systems*

**Control systems with almost periodic excitation,** submitted (with Tobias Wichtrey).

Martin Rasmussen

## Veröffentlichungen

**Attractivity and Bifurcation for Nonautonomous Dynamical Systems,**

*Lecture Notes in Mathematics* 1907, Springer-Verlag, 2007.

**All-Time Morse Decompositions of Linear Nonautonomous Dynamical Systems,**

*Proceedings of the American Mathematical Society* 136, 3 (2008), 1045-1055.

**Morse Decompositions of Nonautonomous Dynamical Systems,**

*Transactions of the American Mathematical Society* 359, 10 (2007), 5091-5115.

**Nonautonomous Bifurcation Patterns for One-Dimensional Differential Equations,**

*Journal of Differential Equations* 234, 1 (2007), 267-288.

## Preprints und Reports

**Borg's Criterion for Almost Periodic Differential Equations**

With: P. Giesl,

In: *Nonlinear Analysis. Theory, Methods & Applications.*

**Computation of Nonautonomous Invariant and Inertial Manifolds**

With: C. Pötzsche.

**Dichotomy Spectra and Morse Decompositions of Linear Nonautonomous Differential Equations.**

**Bifurcations of Asymptotically Autonomous Differential Equations.**

Torben Stender

**A Generalization of Imaginary Parts of Eigenvalues: Chain Rotation Numbers**

Linear Algebra and Its Applications 426(2007) 53-70.

Ronald H. W. Hoppe

Monographs

**Numerische Mathematik I. 10., neu bearbeitete Auflage. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2007**

With: R. Freund and Stoer/Bulirsch

Refereed Papers

**Amorphous surface growth via a level set approach. Nonlinear Analysis**

With: C.-D. Nguyen

In: **Theory & Applications**, 66, 704-722, 2007

**Path-following primal-dual interior-point methods for shape optimization of stationary flow problems.**

With: H. Antil, and C. Linsenmann

In: *J. Numer. Math.*, 11, 81-100, 2007

**Elasto-plasticity model in structural optimization of composite materials with periodic microstructures.**

With: S.I. Petrova

In: *Mathematics and Computers in Simulation* 74, 468-480, 2007.

**Mechanical failure in microstructural heterogeneous materials.**

With: S.I. Petrova

In: *NMA 2006* (T. Boyanov et al.; eds.),

*Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4310, pp. 533-541, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2007

**Adaptive refinement techniques in homogenization design method.**

With: S.I. Petrova

In: *Free and Moving Boundaries: Analysis, Simulation and Control* (R. Glowinski, J.-P. Zolesio; eds.),

pp. 000-000, *Lecture Notes in Pure and Applied Mathematics* Vol. 252, Taylor & Francis, London-New York-Singapore, 2007

**Computational issues related to iterative coupling of subsurface and channel flows.**

With: P. Porta, and Y. Vassilevski

In: *CALCOLO* 44, 1-20, 2007

**Rahman Model of an electro-rheological shock absorber and coupled problem for partial and ordinary differential equations with variable unknown domain.**

With: W.G. Litvinov, T.

In: *Euro.Jnl. of Applied Mathematics*, 8, 1-24, 2007

**Convergence analysis of a conforming finite element method for an obstacle problem.**

With: D. Braess and C. Carstensen,

In: *Numer. Math.* 107, 455-471, 2007

**Numerical simulation of piezoelectrically agitated surface acoustic waves on microfluidic biochips.**

With: A. Gantner, D. Köster, K.G. Siebert, and A. Wixforth

In: *Comp. Visual. Sci.* 10, 145-161, 2007

**On the numerical solution of a semilinear elliptic eigenproblem of Lane-Emden type, (I): Problem formula-**



### **tion and description of the algorithms**

With: F. Foss and R. Glowinski

In: J. Numer. Math. 15, 181-208, 2007

### **On the numerical solution of a semilinear elliptic eigenproblem of Lane-Emden type, (II): Numerical experiments.**

With: F. Foss, R. Glowinski

In: J. Numer. Math. 15, 277-298, 2007

### **Convergence analysis of adaptive mixed and nonconforming finite element methods.**

With: C. Carstensen

In: Proc. Fourth Int. Workshop on Scientific Computing and Applications, 2005, Shanghai, China (B. Guo and Z.-S. Shi; eds.), pp. 38-49, Science Press, Beijing, 2007

### **Functional approach to a posteriori error estimation for elliptic optimal control problems with distributed control.**

With: A. Gaevskaya, and S. Repin;

In: Journal of Math. Sciences 144, 4535-4547, 2007.

## Preprints und Reports

### **Convergence analysis of adaptive mixed and nonconforming finite element methods** Shanghai, China

With: C. Carstensen

accepted for publication in Proc. Conf. Scientific Computing and Applications.

### **Numerical simulation of piezoelectrically agitated surface acoustic waves on microfluidic biochips. accepted for publication in Comp. Visual. Sci.**

With: A. Gantner, D. Köster, K.G. Siebert, and A. Wixforth;

### **An a posteriori error analysis of adaptive finite element methods for distributed elliptic control problems with control constraints. accepted for publication in ESAIM, COCV**

With: M. Hintermüller, Y. Iliash, and M. Kieweg;

### **Convergence analysis of a conforming adaptive finite element method for an obstacle problem.**

With: D. Braess, C. Carstensen,

Submitted: to: Numer. Math.

### **On the numerical solution of a semilinear elliptic eigenproblem of Lane-Emden type. Part I: Analysis.**

With: F. Foss, R. Glowinski, accepted for publication in JNM, 2007

### **On the numerical solution of a semilinear elliptic eigenproblem of Lane-Emden type. Part II: Numerical results.**

With: F. Foss, R. Glowinski, accepted for publication in JNM, 2007

## Jozef Kacur

## Veröffentlichungen

### **Solution of inverse Problems in Contaminant Transport with Adsorption**

With M Remešiková and B. Malengier

In: Acta Math. Univ. Comenianae Vol. LXXVI, 1 (2007), pp.51-62 Proceedings of Equadiff 11

### **Conataminant transport with adsorption and their inverse problems**

With M Remešiková and B. Malengier  
In: Comput Visul Sci (2007) 10:29-42 DOI 10.1007s00791-006-0049-2

## Preprints

### **Galerkin characteristics method for convection-diffusion problems with memory terms**

With: M. S. Mahmood

Accepted in: International Journal of Numerical Analysis and Modeling.

Kunibert G. Siebert

## Veröffentlichungen

### **A unilaterally constrained quadratic minimization with adaptive finite elements**

With: A. Veeseer

In: Siam Journal on Optimization, 18, 1 (2007), 260--289.

### **Design and Convergence of AFEM**

With: J.M.Cascon, R.H.Nochetto,

In: Mathematical Models & Methods in Applied Sciences 17 (2007), 1849--1881.

### **Numerical Simulation of Piezoelectrically Agitated Surface Acoustic Waves on Micro fluidic Biochips,**

With: A. Ganter, R.,H.,W. Hoppe, D. Köster,

In: Computing and Visualization in Science 10 (2007), 145--161.

### **Numerical Simulation of Acoustic Streaming on Surface Acoustic Wave-Driven Biochips,**

D. Köster

In: SIAM J. Sci. Comput. 29 (2007), 2352--2380.

## Preprints

### **Modeling and simulation of piezoelectrically agitated acoustic streaming on microfluidic biochips**

With: Harbir Antil, Andreas Gantner, Ronald H.W. Hoppe, Daniel Köster, Achim Wixforth

Preprint 21/2007

### **Quasi-Optimal Convergence Rate for an Adaptive Finite Element Method**

With: J. Manuel Cascon, Christian Kreuzer, Ricardo H. Nochetto, Preprint 09/2007

To appear in: SIAM Journal of Numerical Analysis

### **A Basic Convergence Result for Conforming Adaptive Finite Elements**

With: Pedro Morin, Andreas Veeseer Preprint 07/2007

To appear in: Mathematical Models & Methods in Applied Sciences 18 (2008)

### **Convergence of finite elements adapted for weaker norms,**

With: P. Morin, A.Veeseer,

Applied and Industrial Mathematics in Italy - II, Selected Contributions from the 8th SIMAI Conference (2007), 468--479.

Alexandra Gaevskaya

## Veröffentlichungen

### **A posteriori estimates for the cost functional for the optimal control problems governed by elliptic PDEs with boundary control.**

In: Scientific- journal of St. Petersburg State Technical University, 3, 2006, 176-179. (in Russian)

**A Posteriori Estimates for Cost Functionals of Optimal Control Problems.**

With: R.H.W. Hoppe, and S. Repin

In: Proceeding of 6th European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications, Springer, Berlin, 2006, 308-316.

**A Posteriori Estimates for Optimal Control Problems with Control Constraints.**

With: R.H.W. Hoppe, and S. Repin

In: Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Numer. Tech. for Optimization Problems with PDE Constraints, Report 11, 2006, 606-608.

**Convergence analysis of an adaptive finite element method for distributed control problems with control constraints.**

With: Ronald H. Hoppe Y. Iliash, and M. Kieweg;

In: Proc. Conf. Optimal Control for PDEs, Oberwolfach, Germany (G. Leugering et al.; eds.), Birkhäuser, Basel, 2006

**A posteriori error analysis of control constrained distributed and boundary control problems.**

With: R.H.W. Hoppe Y. Iliash, and M. Kieweg;

In: Proc. Conf. Advances in Scientific Computing, Moscow, Russia (O. Pironneau et al.; eds.), Russian Academy of Sciences, Moscow, 2006

Yuri Iliach

**An a posteriori error analysis of adaptive finite element methods for distributed elliptic control problems with control constraints. accepted for publication in ESAIM, COCV**

With: M. Hintermüller, R. H. W. Hoppe, and M. Kieweg;

Christian Kreuzer

Preprints

**Linear Convergence of an Adaptive Finite Element Method for the p-Laplacian Equation,**

Preprint, Universität Augsburg 24/2007.

With: - Lars Diening und Christian Kreuzer Universität Augsburg 24/2007,  
to appear in: SIAM J. Numer. Analysis

**Quasi-Optimal Convergence Rate for an Adaptive Finite Element Method,**

Preprint, Universität Augsburg 9/2007

With: - J. M. Cascon, C. Kreuzer, R. H. Nochetto und K. G. Siebert Universität Augsburg 9/2007,  
To appear in: publication in SIAM J. Numer. Analysis

Wilyam G. Litvinov

**Problem on stationary flow of electrorheological fluids at the generalized conditions of slip on the boundary,** Comm. Pure Appl. Anal. V. 6, No. 1, 247-277, 2007.

**Model of an electro-rheological shock absorber and coupled problem for partial and ordinary differential equations with variable unknown domain,** Euro. Jnl of Applied Mathematics, Vol.8, 513-536, 2007,

With: R.H.W. Hoppe and T. Rahman)

**Anisotropic model and nonstationary problem for viscoelastic polymeric fluids, Nonlinear Phenomena in Complex Systems,** Volume 10, No 4, 2007.

Svetozara Petrova

### **Adaptive refinement techniques in homogenization design method,**

With: Hoppe, R.H.W.

In: Free and Moving Boundaries: Analysis, Simulation and Control,  
Lecture Notes in Pure and Applied Mathematics, Vol.252,  
(R.Glowinski et al., eds.), Chapman&Hall, 2007, Chapter 19.

### **Elasto-plasticity model in structural optimization of composite materials with periodic microstructures,**

With: Hoppe, R.H.W.

In: Math. Comput. Simul., Vol.74 (2007), No.6, pp.468-480.

### **Mechanical failure in microstructural heterogeneous materials,**

With: Bordas, S.; Hoppe, R.H.W.

In: Lecture Notes in Computer Science, Springer  
(T.Boyanov et al., eds.), Vol.4310 (2007), pp.533-541.

### **Combined mesh superposition method and homogenization approach for a crack problem in periodic composites,**

With: Hoppe, R.H.W.

In: Preprint No.20, July 2007, University of Augsburg, Germany.

## **Kolloquien und Gastvorträge**

Januar, 2007

Prof. Dr. **Andreas Veese**r, Universita degli Studi di Milano

Dr. Ricardo H. Nochetto, University of Maryland USA

Prof. Dr. **Sergey Piskarev**, Moscow State University

April, 2007

Dr. **Fernando Vera**, Universidad del Norte, Antofagasta, Chile, April-Juli 2007

Mai, 2007

Dr. **Bärbel Jansen**, Universität Heidelberg

Juni, 2007

Prof. Dr. **Barbara Wohlmuth**, Universität Stuttgart

Prof. Dr. **Dietrich Braess**, Ruhr-Universität Bochum

Prof. **Vladimir Gaitsgory**, University of Southern Australia, Adelaide, Australien 18.-25.6.2007

Juli, 2007

Dr. **Talal Rahman**, University of Bergen, Norway

November 2007

Dr. **Daniel Köster**, Numerical Analysis and Computational Mechanics Group University of Twente  
The Netherlands

Dezember 2007

Prof. Dr. **Wolfgang Arend**, Universität Ulm

Dr. **Lars Diening**, Universität Freiburg

## **Erhalt von Forschungsfördermitteln, Drittmittelprojekte**

Fritz Colonius

\* DFG, Schwerpunktprogramm „Regelungstheorie digital vernetzter Dynamischer Systeme“

(SPP 1305) Deutsche Forschungsgemeinschaft) Teilprojekt „Informationsmaße für Kontrollsysteme, 01.08.2007 - 31.07.2010

- \* **Reisekosten für die Deutschen Teilnehmer der Latin American Conference on System Theory (LACOST)**  
San Pedro de Atacama, Chile, 10.9. – 14.9.2007 DFG (bewilligt 5000 Euro)

Ronald H. W. Hoppe

- \* **DFG SPP 1095 Structural Optimization of Biomorphic Cellular Silicon Carbide Ceramics with Microstructures by Homogenization Modeling,**
- \* **Numerical methods for fully nonlinear elliptic equations of the Monge-Ampere type,**  
NSF DMS-0412267
- \* **NSF-DMS 0411403 Goal-Oriented Mesh Adaptivity for Optimization and Optimal Control Problems**
- \* **NSF-DMS 0511611 Multilevel Methods in PDE Constrained Optimization**
- \* **NSF-DMS 0707602 Modeling, Analysis and Simulation of Surface Acoustic Wave Driven Microfluidic Biochips**
- \* **DFG Schwerpunktprogramm SPP 1095 'Multiscale Analysis'**  
Personalmittel: 64.000,00 Euro  
Sachmittel: 5.000,00 Euro
- \* **DFG Schwerpunktprogramm SPP 1253 'Optimierung mit PDEs'**  
Personalmittel: 26.670,00 Euro
- \* **HTO Projekt 'Zentrum für Umweltsimulation'**  
Personalmittel: 70.000,00 Euro Sachmittel: 30.000,00 Euro

Kunibert G. Siebert

- \* **DFG Forschergruppe "Nonlinear Partial Differential Equations; Theoretical and Numerical Analysis",**  
Projekte C.1 "Generalized Newtonian fluids and electrorheological fluids"  
mit Prof. Dr. Michael Ruzicka und C.2 "Numerical methods for fluids  
with many capillary free boundaries" with Prof. Dr. Gerhard Dziuk, (Laufzeit: 2002-2005),  
verlängert bis 2008
- \* **DAAD-Vigoni Projekt "Adaptive Finite Elements Error Estimators and Parallel Solvers"**  
(Dauer 2006-2007)  
Kooperationspartner: Prof. Dr. Alfred Schmidt, Universität Bremen,  
Prof. Dr. Francesca Fiero, Prof. Dr. Luca Pavarino und  
Prof. Dr. Andreas Veese, all Università degli Studi di Milano
- \* **DFG Schwerpunktprogramm 1253 "Optimization with Partial Differential Equations"**  
Projekt "Multilevel Based All-At-Once Methods in PDE Constrained Optimization  
with Applications to Shape Optimization of Active Microfluidic  
Biochips" zusammen mit Prof. Dr. Ronald H.W. Hoppe und Prof. Dr. Achim Wixforth

(Dauer 2006-2008)

Martin Rasmussen

### **Postgraduierten-Stipendium nach dem Bayerischen Eliteförderungsgesetz Herausgabe von Zeitschriften**

Fritz Colonius

- Journal of Dynamical and Control Systems
- Boletim da Sociedade Paranaense de Matematica
- Guest editor: Journal of Difference Equations and Applications, Vol. 13, Numbers 8 and 9 (2007) (with S. Hilger, P. Kloeden and S. Siegmund), Special issue dedicated to the memory of Bernd Aulbach.

Ronald H. W. Hoppe

- Journal of Numerical Mathematics, VSP, Utrecht-Boston-Köln-Tokyo
- Journal of Numerical Mathematics (Editor-in-Chief)
- Journal of Computing and Visualization in Science, Springer, Berlin-Heidelberg-New York
- Proceedings of the Radon Institute of Applied Mathematics

### **Organisation von Tagungen/Workshop**

Fritz Colonius

- Workshop „Mathematische Systemtheorie“, Elgersburg (Thüringen), 18.-22.2.2007
- Workshop des GAMM Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Universität Würzburg, 4. und 5.5.2007.
- Latin American Conference on System Theory (LACOST) San Pedro de Atacama, Chile, 10.9. – 14.9.2007
- Workshop des GAMM Fachausschusses „Dynamik und Regelungstheorie“, Technische Universität Ilmenau 26. und 27.10.2007

Ronald H.W. Hoppe

- International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2006), Hersonisos, Crete, Greece September 15-19, 2006
- 7th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-VII), Los Angeles, CA, USA July 16-22, 2006
- 17th International Conference on Domain Decomposition Methods, Strobl/St. Wolfgang, Austria July 3-7, 2006
- 2th Conference on the Mathematics of Finite Elements and Applications (MAFELAP 2006), Brunel University, Uxbridge, UK June 12-16, 2006

- Oberwolfach Conference on PDE Constrained Optimization, Math. Research Center Oberwolfach, Germany February 27 - March 3, 2006

Kunibert Siebert

- Minisymposium "Adaptive and Multilevel Methods: Design, Analysis, and Application" im Rahmen der ICIAM 2007, 17. Juli 2007
- Workshop der Numerikarbeitsgruppen der Universitäten Ulm, und Augsburg, Wissenschaftszentrum Schloss Reisensburg, 06. und 07. Dezember 2007

## Auszeichnungen und Preise

Martin Rasmussen

- Der Artikel *Towards a Bifurcation Theory for Nonautonomous Difference Equations*, Journal of Difference Equations and Applications 12, 3-4 (2006), 297-312, bekam von der *International Society of Difference Equations (ISDE)* die Auszeichnung für den besten Artikel des Jahres 2006.

## Sonstiges

Fritz Colonius

- Vorsitzender des GAMM Fachausschusses "Dynamik und Regelungstheorie"
- Beteiligung am Bayerischen Elite-Studiengang TOPMATH.

Kunibert G. Siebert

- Beteiligung am Bayerischen Elite-Studiengang TOPMATH

# Diskrete Mathematik, Optimierung und Operations Research

Prof. Dr. Dieter Jungnickel  
Prof. Dr. Karl Heinz Borgwardt  
Priv.-Doz. Dr. Dirk Hachenberger

## **Anschrift**

Universität Augsburg  
Institut für Mathematik  
D-86135 Augsburg

Telefon: (+49 821) 598 - 22 14

Telefon: (+49 821) 598 - 22 34

Telefon: (+49 821) 598 - 22 16

Telefon: (+49 821) 598 - 22 32

Telefax: (+49 821) 598 - 22 00

Internet:

[Dieter.Jungnickel@Math.Uni-Augsburg.DE](mailto:Dieter.Jungnickel@Math.Uni-Augsburg.DE)

[Karl.Heinz.Borgwardt@Math.Uni-Augsburg.DE](mailto:Karl.Heinz.Borgwardt@Math.Uni-Augsburg.DE)

[Dirk.Hachenberger@Math.Uni-Augsburg.DE](mailto:Dirk.Hachenberger@Math.Uni-Augsburg.DE)

[www.math.uni-augsburg.de/opt/](http://www.math.uni-augsburg.de/opt/)

## **Arbeitsgebiete des Lehrstuhls**

### Design-Theorie (Jungnickel)

Die Design-Theorie beschäftigt sich mit der Existenz und Charakterisierung von Blockplänen,  $t$ -Designs, lateinischen Quadraten und ähnlichen Strukturen. Wichtig ist auch die Untersuchung der zugehörigen Automorphismengruppen und Codes. Am Lehrstuhl wird insbesondere die Theorie der Differenzmengen eingehend untersucht. Dieses Gebiet hat Anwendungen z.B. in der Versuchsplanung, Signalverarbeitung, Kryptographie sowie in der Informatik.

### Endliche Geometrie (Jungnickel)

Einer der wesentlichen Teilbereiche der endlichen Geometrie ist das Studium endlicher projektiver Ebenen. Ein herausragendes Problem ist dabei die Primzahlpotenzvermutung (PPC), derzufolge jede endliche projektive Ebene als Ordnung eine Primzahlpotenz hat. Man versucht, diese PPC wenigstens für den Fall interessanter Kollineationsgruppen nachzuweisen, insbesondere für Ebenen mit quasi-regulären Gruppen, wie sie in der Dembowski-Piper-Klassifikation auftreten. In den letzten Jahren ist dieser Nachweis am Lehrstuhl für zwei bislang offene Fälle gelungen. Die noch übrigen Fälle werden weiterhin untersucht.

### Codierungstheorie (Hachenberger, Jungnickel)

Die Codierungstheorie dient zur fehlerfreien Übertragung von Daten über gestörte Kanäle. Es handelt sich um ein Teilgebiet der Diskreten Mathematik; konkrete Anwendungen sind beispielsweise Prüfziffersysteme (ISBN-Nummern etc.), die Datenübertragung in Computernetzwerken oder von Satelliten sowie die Fehlerkorrektur beim CD-Player.



## Angewandte Algebra, insbesondere Endliche Körper (Hachenberger, Jungnickel)

Das konkrete Rechnen in Endlichen Körpern spielt für die Anwendungen eine große Rolle (Kryptographie, Codierungstheorie, Signalverarbeitung). Es hat sich herausgestellt, daß dies nur mit Hilfe einer gründlichen Kenntnis der Struktur Endlicher Körper (z.B. Basisdarstellungen) möglich ist. Ein interessantes Anwendungsbeispiel ist die Konstruktion von Folgen mit guten Korrelationseigenschaften, die eng mit den Differenzmengen aus der Design-Theorie zusammenhängen.

## Kombinatorische Optimierung, Entwicklung und Analyse von Heuristiken (Borgwardt, Hachenberger, Jungnickel)

Es handelt sich um die Behandlung von Optimierungsproblemen durch diskrete Modelle (etwa Graphen und Netzwerke) sowie den Entwurf entsprechender Algorithmen und Heuristiken. Es werden insbesondere für die Praxis relevante Probleme untersucht (Rundreiseprobleme, Matching- und Flußtheorie, Packungsprobleme).

## Ganzzahlige Optimierung (Hachenberger)

Die (lineare gemischt-) ganzzahlige Optimierung bietet die Grundlage zur Modellierung vieler angewandter Probleme der kombinatorischen Optimierung, wie etwa Transport-, Zuordnungs- oder Reihenfolgeprobleme. In den letzten Jahren hat sich die Forschung zusätzlich auf vielerlei theoretische Ansätze zur strukturellen Beschreibung ganzzahliger Programme konzentriert, wie Gröbner-Basen und Testmengen, Basisreduktion in Gittern, Erzeugende Funktionen für das Abzählen von ganzzahligen Punkten in Polytopen.

## Probabilistische Analyse von Optimierungsalgorithmen (Borgwardt)

Qualitätskriterien für Optimierungsalgorithmen sind Genauigkeit, Rechenzeit und Speicherplatzbedarf. Die klassische Mathematik beurteilte Algorithmen nach ihrem Verhalten im schlechtestmöglichen Fall. In diesem Forschungsgebiet wird versucht, das Verhalten im Normalfall zur Beurteilung der Algorithmen heranzuziehen. Dazu geht man von einer zufälligen Verteilung der Problemdaten aus und leitet daraus Mittel- und Durchschnittswerte für die Qualität des Verhaltens ab.

## Lineare Optimierung (Borgwardt)

Die meisten realen Optimierungsprobleme sind linear, d.h. der zu maximierende Nutzen und die Einschränkungen bei Entscheidungen lassen sich als lineare Funktionen formulieren. Gesucht und analysiert werden Lösungsmethoden wie das Simplexverfahren, Innere-Punkte-Verfahren und andere Ansätze.

## Algorithmen zur Bestimmung konvexer Hüllen (Borgwardt)

Hierbei geht es darum, die gesamte Polytopstruktur zu erkennen und zu erfassen, die sich ergibt, wenn man die konvexe Hülle zu  $m$  vorgegebenen Punkten bildet. Die schnelle Lösung dieser Frage ist eminent wichtig, beispielsweise in der Robotersteuerung oder in Optimierungsfragestellungen, die online ablaufen, d.h. bei denen ein Prozess gesteuert wird und während des Prozesses bereits die jeweiligen Optima bekannt sein müssen. Zur Erfüllung der Aufgabe bieten sich verschiedene Algorithmen an, Stichworte dafür sind: inkrementelle und sequentielle Algorithmen. Ziel des Forschungsprojekts ist ein Qualitätsvergleich dieser verschiedenen Rechenverfahren, insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer Durchschnittsanalyse. Zu diesem Themengebiet gehört auch die Mehrzieloptimierung, das ist die Aufgabe, alle Punkte eines Polyeders zu finden, bei denen es nicht mehr möglich ist, alle vorgegebenen Ziele noch besser zu erreichen.

## Online-Optimierung (Borgwardt)

In realen Anwendungen stellen sich oft Optimierungsprobleme, bei denen Entscheidungen dynamisch, d.h. auf der Basis der bisher bekannten Daten, gefällt werden müssen. Es kann also nicht abgewartet werden, bis alle Daten verfügbar sind. In diesem Projekt wird untersucht, in welchem Maße die Qualität der Entscheidungen darunter leiden muss, dass noch nicht alles bekannt ist. Den Vergleichsmaßstab bildet eine fiktive ex-post Optimierung (nach Erhalt aller Daten).

## Mitarbeiter

Margit Brandt (Sekretärin)  
Monica Cristea, Dipl. Math. (ab 1.11.2007)  
Matthias Tinkl, Dipl.-Math. oec.  
Thomas Wörle, Dipl.-Math. oec.

## Diplomarbeiten

### **Monica Cristea:** "Die Rolle des Tutte-Polynoms in der Diskreten Mathematik: Theorie, Spezialisierungen und Anwendungen "

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

Polynome und (formale) Potenzreihen spielen in der Mathematik, insbesondere der Kombinatorik eine außerordentlich wichtige Rolle. Typischerweise wird einer diskreten Struktur ein Polynom zugeordnet, dessen Koeffizienten gewisse kombinatorische Eigenschaften dieser Struktur widerspiegeln.

So gibt beispielsweise das chromatische Polynom eines Graphen Auskunft über die Anzahl der möglichen Knotenfärbungen des Graphen. Das Gewichtszählpolynom eines Codes gibt Auskunft über die Verteilung der Gewichte der Codeworte. Im Tutte-Polynom eines Matroids geht entscheidend die Rang-Funktion des Matroids ein. Das charakteristische Polynom eines geometrischen Verbandes birgt Information über die zugrundeliegende Ordnungsstruktur. Das Jones-Polynom tritt als wichtige Invariante innerhalb der Knotentheorie auf, um Eigenschaften von Verschlingungen geschlossener Kurven zu erfassen. Die Liste solcher Polynome könnte noch weiter fortgesetzt werden ...

Der Grund für die Verwendung von Polynomen (anstelle von einfachen Listen etwa) ist der, dass es sich bei Polynomen um algebraische Objekte handelt, mit welchen man innerhalb eines Polynomrings rechnen kann. Konkret lassen sich durch die Verwendung von Polynomen zwei Hauptthemen skizzieren, die in vielfältigen Variationen beim Studium diskreter Strukturen immer wieder auftreten.

1. Das zu einer diskreten Struktur gehörende Polynom lässt sich rekursiv berechnen, indem man an der gegebenen Struktur sukzessive kleine Änderungen vornimmt (konkret: "Delete" und "Contract"), bis die denkbar einfachste Struktur mit trivialem Polynom vorliegt.
2. Sind zwei Strukturen durch eine Dualitätstheorie gekoppelt, so schlägt sich dies in den Polynomen nieder; diese sind entsprechend auf einfache algebraische Art ineinander transformierbar.

Beim Versuch, sich einen Überblick über die Vielfalt von Polynomen innerhalb der algebraischen Kombinatorik zu verschaffen, stellt man fest, dass dem bei Matroiden auftretenden Tutte-Polynom offenbar eine Sonderrolle zukommt. Das kann damit begründet werden, dass Matroide sehr allgemeine Strukturen sind, welche bei Spezialisierung zu anderen wichtigen Strukturen führen, vornehmlich Graphen und Codes. Davon motiviert leitete sich die Themenstellung der Diplomarbeit von Frau Cristea ab, nämlich Eigenschaften und Spezialisierungen sowie Anwendungen des Tutte-Polynoms zu studieren, um dessen zentrale Rolle innerhalb der Diskreten Mathematik herauszustellen.

### **Matthias Häfele:** "Analyse von Nachbarschaftskonzepten in der kombinatorischen Optimierung"

Erstgutachter: Prof. Borgwardt, Zweitgutachter: PD Dr. Hachenberger

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Ausnutzung von Nachbarschaftsanalysen und Nachbarschaftsdurchsuchungen in der kombinatorischen Optimierung.

In der naiven Vorstellung, wie sie beispielsweise in der Linearen Optimierung greift, kann man an einem gewissen Standort (Objekt) entscheiden, ob das Objekt optimal ist, indem man sich – nur – seine Nachbarn ansieht. Sind in diesem Fall alle Nachbarn schlechter (bzw. nicht besser), dann liefert das einen Optimalitätsbeweis. Ebenso können "bessere" Nachbarn als neue Iterationspunkte verwendet werden. Ob solche Ideen und Konzepte auch in der kombinatorischen Optimierung vorliegen und – wenn ja – ob sie auch greifen, das sollte von Herrn Häfele untersucht werden. In der kombinatorischen Optimierung hat man jeweils aus einer

endlichen Grundmenge eine bestmögliche Auswahl einer Teilmenge (die gewisse Anforderungen erfüllen muss) zu treffen.

Unter vielen denkbaren Ansätzen konzentriert sich der Autor nun auf zwei "naheliegende" Konzepte. Zum Einen spricht er von einer Aufbaunachbarschaft, in der alle zugelassenen Teilmengen liegen, die gegenüber der betrachteten Menge ein Zusatzelement besitzen. Ansonsten sollen sich die "Nachbarn" nicht von der Ausgangsmenge unterscheiden.

Zum Anderen wird das Konzept der Austauschachbarschaft erörtert. Damit werden alle Konkurrenzmenge erfasst, zu denen man durch Aufgabe eines Elements und Einfügung eines geeigneten Elements, welches bisher noch nicht zur betrachteten Teilmenge gehörte, kommt.

Nun geht es darum, bei welchen Problemarten diese Nachbarschaften die sinnvollen Alternativen sind, und wo jeweilige Wechsel in die Nachbarschaft unter Iteration schließlich zum Erfolg oder zumindest zu Verbesserungen führen.

## **Christian Krupke: "Zum Minimalkostenflußproblem: Methoden, Algorithmen und einige Implementierungen im Vergleich "**

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Problemstellungen um Flüsse in Netzwerken zählen zu den wichtigsten Anwendungen der kombinatorischen Optimierung. Neben "maximalen Flüssen" spielen dabei "Flüsse mit minimalen Kosten" eine grundlegende Rolle. Minimalkostenflüsse treten insbesondere beim Transportproblemen auf, wo es um die Bestimmung der kostengünstigsten Gütertransporte von Anbietern zu Abnehmern unter Einhaltung der Kapazitäts- sowie der Angebots- und Nachfragebedingungen geht. Aufgrund der praktischen Relevanz dieser Aufgabe, sind mittlerweile viele effiziente Lösungsmethoden entwickelt und analysiert worden.

Das Standardwerk der Flusstheorie ist nach wie vor die 1993 erschienene und nahezu 850 Seiten umfassende Monographie "Network Flows" von Ahuja, Magnanti und Orlin (Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey). Ausgehend von diesem Buch hat Herr Krupke zunächst die theoretischen Grundlagen des Minimalkostenflussproblems dargestellt, um dann darauf aufbauend die Funktionsweise der wichtigsten effizienten Algorithmen, also Algorithmen mit polynomialer Laufzeit ausführlich zu erklären (wobei noch zwischen schwacher und strikter Polynomialität unterschieden wird).

Den polynomialen Algorithmen liegen im wesentlichen zwei Ansätze zugrunde, nämlich die "Skalierungsmethode" und das "Eliminieren negativer Kostenkreise". Im Rahmen der Untersuchung von Algorithmen aus der zweiten Kategorie bestand die weitere Aufgabe von Herrn Krupke darin, zwei Versionen von Algorithmen zur Berechnung "minimaler Durchschnittskostenkreise" zu implementieren und zu vergleichen, wobei über Ahuja, Magnanti und Orlin hinausgehend noch zwei Arbeiten von Dasdan, Irani und Gupta 1998 und 1999 herangezogen wurden.

## **Martin Mayr: "Implementierung und Visualisierung von Algorithmen zur Berechnung optimaler Zuordnungen in Graphen"**

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

Neben der Berechnung von kürzesten Wegen, minimal aufspannenden Bäumen, maximalen Flüssen und optimalen Touren gehört auch die Bestimmung maximaler Zuordnungen in Graphen zu den grundlegendsten Aufgaben der algorithmischen Graphentheorie. Konsequenterweise bilden diese Themen einen wesentlichen Bestandteil des Bereichs Optimierung der hiesigen Mathematik-Ausbildung, zumal verwandte Problemstellungen auch in der Informatik (Datenstrukturen) und den Wirtschaftswissenschaften (Produktion und Logistik) enorm wichtig sind.

Die algorithmische Graphentheorie ist besonders reizvoll, weil die Problemstellungen meist einen konkreten Praxisbezug haben und weil die vielfältigen Lösungsmethoden häufig intuitiv und anschaulich sehr schön nachvollziehbar sind. Als Dozent von Vorlesungen und den begleitenden Übungen zur algorithmischen Graphentheorie empfand ich es daher als dringlich, eine Software zur Verfügung zu haben, mit der man einerseits leicht Graphen erzeugen und verändern kann, und mit der andererseits die Grundideen einschlägiger Algorithmen visualisiert werden können.

Davon ausgehend ist 2005 im Rahmen der von mir betreuten Diplomarbeit von Frau Maria Schmaus eine erste Version des Softwarepaketes VINA ("Visualisierung und Implementierung von Netzwerken und Algorithmen") entstanden, in dem neben der Erzeugung von Graphen die grundlegendsten Algorithmen aus den vier

Problemklassen "kürzeste Wege", "minimal aufspannende Bäume", "maximale Flüsse" und "Heuristiken zum Traveling Salesman-Problem" verfügbar gemacht wurden.

Im Rahmen der Diplomarbeit von Martin Mayr wurde diese erste Version von VINA nun um den äußerst anspruchsvollen Problemkreis "maximale Korrespondenzen" (bzw. "maximale Matchings") wesentlich bereichert. Im einzelnen hat Herr Mayr

1. den Algorithmus von Edmonds (maximales Matching in allgemeinen Graphen)
2. die Bestimmung der Galai-Edmonds-Zerlegung allgemeiner Graphen
3. den Ungarischen Algorithmus (gewichtsmaximales perfektes Matching in vollständig bipartiten Graphen) implementiert und visualisiert.

## **Michaela Müller: "Anwendungen der Spieltheorie in der Finanzmathematik"**

Erstgutachter: Prof. Prof. Borgwardt, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

Es war die Aufgabenstellung in dieser Diplomarbeit, klassische Vorgänge des Börsen- und Finanzgeschehens als Verhandlungssituationen zu interpretieren und die dabei vorhandenen Konflikte mit spieltheoretischen Methoden zu analysieren und zu lösen. Unter Lösung wird hier unausgesprochen zumeist von einer Suche nach einer Gleichgewichtssituation gesprochen.

Zunächst geht es um das Verhalten von drei Parteien am Terminmarkt (den Verkäufern, den Käufern, dem Makler). Der Makler setzt in den Vorperioden die Preise fest und gleicht die Unterschiede zwischen Angebot und Nachfrage zum festgesetzten Preis aus. Nun hat jeder Spieler das Bestreben, am Ende des Spiels (Terminmarktgeschehens) sein erwartetes Endvermögen maximal zu gestalten, wobei er am Schluss die von ihm verlangte Aktion ausführen kann und einen Zwischendurch-Bankrott vermeiden muss. Danach geht es um Probleme der Finanzierung von Projekten durch einen Kreditgeber und einen Kreditnehmer, welcher allein über die durchzuführenden Projekte mit Hilfe des vom Kreditgeber geliehenen Geldes verfügen kann. Entscheidend ist dabei die Vertragsgestaltung, insbesondere die Details der in jeder auftretenden Situation zu leistenden Zahlung von Kreditnehmer an Kreditgeber, die natürlich allenfalls die Höhe des vom Kreditnehmer erwirtschafteten Vermögens ausmacht. Danach steht die Absicherung einer Kreditfinanzierung im Vordergrund. Bei der Bestimmung von Eigenkapitalanteil, Fremdkapitalanteil, Bankrottentscheidung (wann und wie), Finanzierungsentscheidung kann wieder die schon häufig erwähnte Optionspreisbewertung ansetzen und helfen. Hier ergibt sich eine spieltheoretisch beste Vertragsgestaltung.

Schließlich werden mit Spieltheorie Konflikte bei Übernahmeverhandlungen zwischen einem Übernehmer-Unternehmen A und einem Übernahmekandidaten-Unternehmen B besprochen.

## **Sylvia Pfriemer: "Zum Phänomen der formalen Dualität einiger Klassen fehlerkorrigierender Codes "**

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

Eines der Hauptprobleme der Codierungstheorie besteht darin, bei gegebener Länge  $n$  und vorgegebenem Minimalabstand  $d$  die größtmögliche Anzahl  $A(n, d)$  von Codeworten zu bestimmen, die ein ebensolcher binärer  $(n, d)$ -Code haben kann. Abgesehen von guten Fehlerkorrektureigenschaften ist es in der Praxis auch wichtig, schnelle Codier- und Decodierverfahren zur Verfügung zu haben; man denke etwa an das Abspielen einer Compact Disc. Daher favorisiert man eine besondere Klasse von Codes, nämlich die sog. *linearen* (binären) Codes. Das entsprechende, auf die Klasse aller linearen Codes eingeschränkte Problem, ist somit, ausgehend von  $(n, d)$ , die maximale Anzahl  $A_{lin}(n, d)$  von Codeworten zu bestimmen, die ein linearer binärer  $(n, d)$ -Code haben kann.

Bei vielen Paaren  $(n, d)$ , etwa bei den perfekten *Hamming-Codes* sowie den perfekten *Golay-Codes*, ist es nun glücklicherweise so, dass  $A_{lin}(n, d) = A(n, d)$  gilt — die besten linearen Codes sind optimal schlechthin. Das ist aber nicht immer so! So fand Preparata 1968 eine Familie von optimalen Codes, welche nichtlinear sind und doppelt so viele Codeworte besitzen wie die besten vergleichbaren linearen Codes. Interessanterweise ist die Anzahl der Codeworte eines *Preparata-Codes* eine Potenz von 2 (obwohl sie nichtlinear sind); weiter haben diese Codes, wie alle linearen Codes auch, die schöne kombinatorische Eigenschaft der Äquidistanz, weshalb man ihnen, wie auch allen linearen Codes, ein sog. Gewichtszählpolynom zuordnen kann.

Aufgrund der Linearität existiert zu jedem linearen Code als Gegenstück der Orthogonalraum bzgl. dem üblichen Skalarprodukt — man spricht vom dualen Code. Die (kombinatorische) MacWilliams-Transformation beschreibt einen einfachen Zusammenhang zwischen dem Gewichtszählpolynom eines linearen Codes und dem

seines dualen Partners. Aufgrund des Mangels an Linearität kann man einem nichtlinearen Code keinen dualen Partner zuordnen. Umso erstaunlicher war es daher, dass Kerdock 1972 eine Familie von nichtlinearen Codes vorstellte, welche mehr Codeworte enthalten als die vergleichbar bekannten linearen Codes, und folgende weitere Eigenschaften besitzen: die Anzahl der Codeworte eines *Kerdock-Codes* ist eine Zweierpotenz; *Kerdock-Codes* sind äquidistant; das Gewichtszählpolynom eines *Kerdock-Codes* ist die MacWilliams-Transformierte des Gewichtszählpolynoms eines *Preparata-Codes* (und umgekehrt). Fazit: Die Familien der *Preparata-* und der *Kerdock-Codes* verhalten sich also wie Paare dualer Codes, wären sie linear; man spricht deshalb von *formaler Dualität*.

Nach der Entdeckung dieser beiden Familien hat man etwa 20 Jahre intensiv nach Gründen für das Phänomen der formalen Dualität gesucht. Erst in den 1990-er Jahren wurden in den Arbeiten von Hergert 1990 und Calderbank, Hammons, Kumar, Sloane, Solé 1994 zwei befriedigende und unterschiedliche Erklärungen für dieses Phänomen gegeben. Frau Pfriemer hat in ihrer Diplomarbeit die Familien der *Preparata-* und der *Kerdock-Codes* (samt Verallgemeinerungen derselben) vorgestellt und deren formale Dualität anhand der beiden eben genannten Arbeiten von Hergert 1990 und Calderbank et. al 1994 begründet. Dabei wurde der in der Literatur bisher zu wenig beachteten Arbeit von Hergert mehr Platz eingeräumt.

## **Martin Sättele:** "Faktorisierung von univariaten Polynomen über Galoiskörpern"

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

In Analogie zur eindeutigen Primfaktorzerlegung natürlicher Zahlen gibt es bekanntlich zu jedem monischen (univariaten) Polynom  $f(x) \in F[x]$  mit Grad  $d \geq 1$  ein eindeutiges  $m \geq 1$  und paarweise verschiedene monische irreduzible Polynome  $g_1(x), \dots, g_m(x)$  aus  $F[x]$ , sowie eindeutige Vielfachheiten  $e_1, \dots, e_m$  mit  $f(x) = g_1(x)^{e_1} \dots g_m(x)^{e_m}$ . Man spricht hierbei von der (kanonischen) Faktorisierung von  $f(x)$ ; beim sog. "Faktorisierungsproblem" geht es darum, diese Zerlegung in die irreduziblen Bestandteile effektiv herzustellen. Abgesehen von einigen allgemeingültigen Tatsachen hängt die Konzeption eines entsprechenden Faktorisierungsalgorithmus entscheidend vom zugrundeliegenden Körper  $F$  ab. Die Diplomarbeit von Martin Sättele beschäftigt sich mit der Faktorisierung von Polynomen über *endlichen* Körpern; diese haben Primzahlcharakteristik.

Neben dem klassischen Ansatz von Berlekamp 1967 behandelt Herr Sättele dabei umfassend einen neuen Algorithmus von Niederreiter 1992, welcher auf der Lösung einer Differentialgleichung in positiver Charakteristik beruht. Herr Sättele untersucht darüber hinaus eingehend die Struktur der Berlekamp- und der Niederreiterräume, an denen viele Ähnlichkeiten dieser prinzipiell recht unterschiedlich konzipierten Algorithmen sichtbar werden.

## **Cornelia Speckner:** "Zur Konstruktion von asymptotisch guten fehlerkorrigierenden Codes durch algebraische Funktionenkörper "

Erstgutachter: PD Dr. Hachenberger, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

Die in den 1950-er Jahren entdeckte asymptotische Gilbert-Varshamov Schranke beschreibt das Zusammenspiel von relativem Minimalgewicht und Informationsrate bei fehlerkorrigierenden Codes und garantiert die Existenz guter linearer Codes. Man sah sie lange als bestmögliche untere Schranke an. Um so erstaunlicher war dann die Entdeckung einer Verbesserung durch Tsfasman, Vlăduț und Zink in ihrer bahnbrechenden Arbeit *Modular curves, Shimura curves, and Goppa codes, better than Varshamov-Gilbert bound*, Math. Nachr. **109**, 21-28 (1982).

Wie der Titel dieser Arbeit suggeriert, basiert der Beweis auf den zuvor eingeführten Goppa-Codes; ferner werden tiefliegende Methoden aus der Algebraischen Geometrie verwendet. Aufgrund der anspruchsvollen Methoden ist der ursprüngliche Beweis, insbesondere den Anwendern der Codierungstheorie, leider nur schwer, wenn überhaupt zugänglich.

Glücklicherweise hat sich die Situation in den letzten Jahren aber sehr zum Besseren verändert: Algebraisch geometrische Codes können äquivalent in der Sprache der Funktionenkörper beschrieben werden, was meiner Meinung nach sehr viel einfacher zu verstehen ist, zumal über die Theorie der algebraischen Funktionenkörper mittlerweile sehr gute, einführende Bücher erschienen sind (Stichtenoth 1993, Pretzel 1998) und mit Niederreiter und Xing 2001 ein Werk vorliegt, welches den Stand der Forschung bis zum Jahre 2001 umfassend beschreibt. Darüber hinaus konnten einige Körpertürme, die letztendlich zur Verbesserung der Gilbert-Varshamov-Schranke führen und aus denen die gesuchten Codes resultieren, auch explizit angegeben werden.

Das Thema der vorliegenden Diplomarbeit von Frau Speckner bestand darin, ausgehend von den Werken von Stichtenoth 1993 und Niederreiter/Xing 2001, die Theorie der Funktionenkörper mit dem Ziel der Verbesserung der Gilbert-Varshamov-Schranke darzulegen, die wichtigsten Forschungsaspekte innerhalb der Theorie algebraisch geometrischer Codes aufzuzeigen und dabei auch neue Literatur einzubeziehen, welche die Ergebnisse aus Niederreiter und Xing aus dem Jahre 2001 übertreffen.

**Jutta Wurm:** "Eine empirische Analyse des Nutzens von Informationsvorlauf bei der Optimierung von Online-Rundreisen"

Erstgutachter: Prof. Prof. Borgwardt, Zweitgutachter: Prof. Jungnickel

In dieser experimentellen Diplomarbeit geht es um das Erkennen des Wertes von Vorinformation bzw. Informationsvorlauf in der Online-Optimierung von Rundreiseproblemen. Konkret ist folgendes gefragt: Es mögen  $N$  Punkte  $a_1, \dots, a_N$  der euklidischen Ebene als Problemdaten zu der Problemstellung gehören. Gefragt ist nach der kürzesten Rundreise durch diese Punkte (von einem Startpunkt 0 aus und dorthin auch wieder zurück). So stellt sich die sogenannte Offline-Problemart, wenn alle Punkte  $a_1, \dots, a_N$  bekannt sind, bevor der Optimierungsprozess einsetzt. Anders ist es bei der Online-Problemstellung. Hier sind zu dem Zeitpunkt, wo bereits Festlegungen/Entscheidungen zu treffen sind, beileibe noch nicht alle Datenpunkte bekannt. Statt dessen fließen diese Informationen sukzessiv ein. Dies geschieht in der Weise, dass nach jeder Entscheidung, welcher Punkt nun besucht werden soll, ein neuer Punkt bekanntgegeben wird. Offen ist dabei aber noch die Frage/Eigenschaft, wie viele Punkte insgesamt bekannt sein sollen, bevor eine Besuchsentscheidung zu treffen ist: Und diese Größe wird als einheitlich standardisiert und mit dem Namen Informationsvorlauf versehen. Dabei wird sich in der Regel ein umso besseres Gesamtverhalten einstellen, je größer der Informationsvorlauf ist. Ziel dieser Arbeit ist nun das Erkennen des Qualitätsgewinnes in Abhängigkeit von diesem Informationsvorlauf.

**Mitbetreuung von interdisziplinären Bachelorarbeiten (ausgegeben von Kollegen außerhalb des Instituts):**

**Manuel Bolsinger:** „SEMPA – An algorithm for conditional planning of process activities“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Herr Bolsinger beschäftigt sich in seiner Bachelorarbeit mit der planerischen Bewältigung von Prozessänderungen in Unternehmen. Da solche Prozessänderungen sehr häufig anfallen, erscheint es wünschenswert, für deren Gestaltung und Durchführung automatisierte Werkzeuge/Computerprogramme zur Verfügung zu haben. Diese sollten den Verlauf der Änderung mit allen Nebenwirkungen und Neben- sowie Vor- und Nacharbeiten automatisch entwerfen und zur Umsetzung empfehlen. Es ist sogar interessant, ob solche Designarbeiten nicht als Web-Service implementiert und angeboten werden sollten. Dazu müssen im Wesentlichen aus einer verfügbaren Menge von denkbaren Prozessaktionen ausgewählte in einer zutreffenden und bestmöglichen Weise zusammengefügt sowie angeordnet werden.

**Ralf Wenger:** „Dynamic Pricing – Theorie und Anwendung“

Erstgutachter: Prof. Klein, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In dieser Bachelorarbeit geht es um Methoden der dynamischen Preissetzung im Verlauf einer Verkaufskampagne. Dabei wird grundsätzlich unterstellt, dass der Preis zu jeweiligen aufeinanderfolgenden Zeitpunkten reduziert werden kann, wenn dies der Anpassung an die Marktlage bzw. der Maximierung des Gesamterlöses dient. Eine darin sehr versteckte Frage ist natürlich auch die Bekanntheit/Unbekanntheit der Nachfragefunktionen in den jeweiligen Teilperioden. Man steht also vor der Entscheidung, ob, wann und wie stark reduziert werden soll, um beispielsweise das Lager zu räumen oder möglichst hohe Erlöse zu haben.

## **Mitbetreuung von interdisziplinären Diplomarbeiten (ausgegeben von Kollegen außerhalb des Instituts):**

**Carina Boneberg:** „Kundenwertorientierte Steuerung selbständiger Vertriebsagenten – ein Entlohnungs-Optimierungsmodell und dessen Anwendung bei einem Finanzdienstleister“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich im weiteren Umfeld der Principal-Agent-Problematik damit, wie ein (Finanzdienstleistungs-)Unternehmen seinen freien Vertriebsmitarbeitern Entlohnungsanreize dermaßen setzen kann, dass diese einerseits größtmöglichen Nutzen erwirtschaften, ihre Motivation hoch bleibt und der verbleibende Gewinn für das Unternehmen langfristig optimiert wird.

Dabei wird nicht nur auf das reine Abschlussvolumen der akquirierten Verträge abgehoben, sondern es wird auch auf die Nachhaltigkeit der vom Agenten aufgebrauchten Arbeitsleistung geachtet. So wird zwischen kundenwertorientierten und nicht-kundenwertorientierten Arbeitsanteilen unterschieden. Erstere sind dafür da, eine Kundenbeziehung langfristig zu sichern, also dem Kunden durch Beratung und Betreuung Zusatzwerte über den reinen Vertrag hinaus zu vermitteln. Nicht-kundenorientiert sind Aktivitäten, die kurzfristig auf einen Vertragsabschluss mit entsprechenden Provisionszahlungen ausgerichtet sind, wobei einer Weiterbetreuung und Beratung kein entscheidender Wert eingeräumt wird.

**Alexandra Chapko:** „Improved Interoperability in the Health Care Sector – New Approaches Based on Transaction Cost Economics and Managed Care“

Erstgutachter: Prof. Tuma, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Gegenstand dieser Diplomarbeit ist die Frage nach einer bestmöglichen Strukturierung des Gesundheitswesens einer Gesellschaft. Dabei werden vor allem organisatorische, ökonomische, und in zweiter Linie, auch medizinische Gesichtspunkte erörtert. Die Autorin behandelt die Frage(n), welchen Arten von Solidargemeinschaften und Finanzierungsmodellen der Vorzug gegeben werden sollte.

**Simone Gitschier:** „Entwicklung einer Messgröße für die Umweltleistung im Produktionsprozess am Beispiel der BMW AG“

Erstgutachter: Prof. Michaelis, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Die vorliegende Arbeit entspringt einem Praktikum von Frau Gitschier bei der BMW AG in München.

Dabei geht es um die quantitative Erfassung von Umweltbelastungen, die vom Produktionsprozess sowie von der Zulieferung und Auslieferung von BMW verursacht werden. Diese Erfassung soll auf möglichst kleine Teilbereiche und Produktionskomponenten heruntergebrochen werden, einerseits um analytisch die Schwerpunkte zu erkennen, andererseits um die Problemsegmente zu fokussieren und gezielt dort Abhilfe schaffen zu können.

Das Quantifizierungsschema läuft unter dem Namen Umweltleistung bzw. Umweltleistungskennzahl.

**Oliver Göbler:** „Maschinenbelegungsplanung in einer Gießharzimpregnierung“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: PD Dr. Hachenberger

## **Vasko Isakovic:** „Lebensarbeitszeitkonto – Optimierte betriebliche Altersvorsorge aus Arbeitgeber- und Arbeitnehmersicht“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In der Diplomarbeit von Herrn Isakovic geht es um die Nutzung eines Lebensarbeitszeitkontos zur betrieblichen Altersvorsorge. Betrachtet wird eine rein monetäre Sicht, bei der Gehaltsteile dem Arbeitnehmer nicht ausbezahlt werden, also beim Arbeitgeber – in irgendeiner Form – verbleiben, so dass daraus im Rentenfall eine Zusatzrente für den Arbeitnehmer gezahlt werden kann.

Durch die geänderten steuerlichen und sozialversicherungsrelevanten Handhabungsmethoden ergibt sich folgender Einspareffekt, der von der Höhe des angesparten bzw. vorenthaltenen Gehaltsanteils abhängt.

Für den vorenthaltenen Gehaltsanteil ( $a$  = in Prozent) müssen zunächst keine Steuern durch den Arbeitnehmer und keine Sozialversicherungsbeiträge (durch Arbeitnehmer und Arbeitgeber) abgeführt werden.

Dafür muss dies dann zum späteren Zeitpunkt bei der fälligen Rentenzahlung nachgeholt werden, wobei (in der Regel) der individuelle Steuersatz niedriger liegt.

Daraus ergibt sich für den Arbeitnehmer der Anreiz

- seine Steuer- und Sozialversicherungszahlung zu stunden
- von einem dann niedrigeren Steuersatz zu profitieren.

Kontraproduktiv ist aus seiner Sicht die Gefahr, die Rentenzahlungen gar nicht mehr zu erleben.

## **Linchao Liang:** „Erprobung von Verfahren für die dynamische Tourenplanung“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: PD Dr. Hachenberger

## **André Molls:** „Analyse des Personalbedarfs für die Testprozesse der Waferfertigung von Texas Instruments im Werk Freising“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: PD Dr. Hachenberger

## **Gisela Schmachtel:** „Der effiziente Einsatz proaktiver und reaktiver Datenqualitätsmaßnahmen – ein mehrperiodisches Optimierungsmodell und seine praktische Anwendung“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In dieser Diplomarbeit geht es um die Qualität von Datenbeständen, wie sie bei Firmen über Kunden, potentielle Interessenten, Geschäftspartner, Zulieferer usw. existieren. Dass aus fehlerhaften bzw. unvollständigen oder veralteten Datenbeständen Nachteile entstehen, ist einleuchtend, wie hoch diese quantitativ zu bewerten sind, wurde in einer vor nicht langer Zeit begutachteten Diplomarbeit untersucht.

Nun stellt sich die Frage, wie diesem Missstand begegnet werden soll, welche Maßnahmen effektiv sind und welche nicht. Und wieviel Energie bzw. Kostenaufwand in die jeweiligen Datenqualitätsmaßnahme-Typen gesteckt werden soll, um langfristig den Saldo aus Nutzen und Aufwand bestmöglich zu halten.

## **Cornelia Spachtholz:** „Erstellung eines Anforderungsprofils an ein ERP-System zur Abbildung und Optimierung des Auftragsabwicklungsprozesses bei der ACP GmbH als mittelständischer Automobilzulieferer“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In dieser Diplomarbeit geht es um den Prozess einer Neustrukturierung der unternehmenseigenen Planungs- und Steuerungsmethodik. Konkreter Anlass und fallstudienhafter Kristallisationspunkt ist hier die Lage einer GmbH in Penzberg, welche aus dem MAN-Konzern ausgegliedert wurde und nun die Geschäftstätigkeit eigenständig und eigenverantwortlich ausführen muss. Diese Umstellung wirkt hinunter bis in detaillierte Planungs- und Produktionsabläufe und erfordert reife strategische und organisatorische Vorüberlegungen. Zudem hat sie



sich mit der Frage befasst, ob die Einführung eines ERP-Systems (Enterprise Resource Planning) sich im gegebenen Umfeld bewährt.

**Yu Zhang:** „Aufbau eines Scorecard-Systems für das Source Assessment und Untersuchung der Relation zwischen der Qualität der Lieferanten und den Kosten des Source Assessment bei Fujitsu Siemens Computers GmbH“

Erstgutachter: Prof. Burckhardt, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Die vorliegende Arbeit entspringt einer Praxistätigkeit von Herrn Yu Zhang bei Fujitsu Siemens. Es geht dabei um die Erstellung von Scorecard-Systemen über die Qualität von Zulieferungen durch Lieferanten, insbesondere aus dem Ausland. Zum Zweiten soll hierdurch auch eine Kostenkontrolle erfolgen. Zusammengefasst soll damit eine verlässliche, kostengünstige und wirksame Bewertung von Lieferanten ermöglicht werden, die eine Kontrolle, aber auch eine Begründung für Fortführung oder Ausbau oder Reduktion oder Abbruch der Lieferantenbeziehung ermöglicht.

**Markus Zinsler:** „Steuerung von Änderungen in der Motorenfertigung im DaimlerChrysler-Werk Untertürkheim“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In dieser Arbeit geht es um logistische Probleme, die durch technische Änderungen bei einer Serienfertigung anfallen. In der Regel gibt es dann Bauteile, die im alten Fertigungsmodus noch gebraucht werden, im neuen aber unverwendbar sind. Eine der nun auftretenden Hauptfragen ist, bis wann und in welchem Umfang noch die alten Bauteile hergestellt bzw. bezogen werden sollen, welcher eventuelle Überschuss zu halten ist und inwieweit für die Ersatzteilbeschaffung in der Zukunft bei den Hauptprodukten solche alten Bauteile noch vorgehalten werden sollen/müssen. Nebenaspekte sind dann auch, ob durch technische Maßnahmen die alten Bauteile evtl. durch Modifikation für die neue Serie noch brauchbar gemacht werden können, wie teuer dies ist und in welchem Umfang dies geschehen soll oder ob alles verschrottet werden muss.

**Susanne Zobel:** „Konzeption und Implementierung eines Simulationstools zur Unterstützung des Bestandscontrollings und der Kostenprognose im Auslauf in der Automobilindustrie“

Erstgutachter: Prof. Fleischmann, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

Die Thematik der vorgelegten Diplomarbeit ist die effiziente Verwaltung, Planung und EDV-mäßige Überwachung/Steuerung des Auslaufprozesses von Fahrzeugmodellen. In dieser Phase fallen Anforderungen ganz eigener Art an, wie z.B. Erhaltung eines gewissen Bestandes an Ersatzteilen, aber Vermeidung einer weiterlaufenden Überproduktion von solchen Teilen, oder aber die Feststellung der Verwendung von Restbeständen von Teilen der alten Serie für weiterlaufende Modelle usw.

Diesen Prozess zu planen und rechnerisch/datenmäßig zu steuern, ist eine anspruchsvolle Herausforderung. Frau Zobel hat sich mit einem konkreten Supply Chain Koordinationsmodell befasst und dies mathematisch, EDV-mäßig umgesetzt und komplettiert.

## **Mitbetreuung von interdisziplinären Diplomarbeiten aus dem Elitestudiengang Finance and Information Management (FIM):**

**Patrick Brugger:** „Wertorientierte Vertriebsincentivierung am Beispiel der Gastronomie-Finanzierung“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In der vorliegenden Diplomarbeit geht es vordergründig um die Art und Weise, wie Brauereien mit gastronomischen Betrieben zusammenarbeiten. Dies reicht von der reinen Absatzbelieferung über die Vorfinanzierung bis hin zur Beteiligung. Dabei werden zwischen die Brauereileitung und die Gastronomiebetreiber Mittelsmänner geschaltet, die die lokalen und individuellen Verhältnisse viel besser kennen als die Brauereileitung. Diese übernehmen dann im Auftrag der Leitung die Steuerung dieser Geschäftsbeziehung und können Entscheidungen ohne Genehmigung der Leitung treffen. Als Problematik entwickelt sich daraus die Frage, ob diese Mittelsmänner nun als Lokalrepräsentanten bestmöglich im Sinne der gesamten Brauerei agieren bzw. auf welche Weise sie dazu angeregt/angespornt werden können, ihre Entscheidungen im Unternehmensinteresse zu treffen. Aus einer allgemeineren Sicht wird also hier die sogenannte Prinzipal/Agent-Problematik behandelt: wie bringt der Prinzipal den Agenten dazu, in seinem Interesse zu handeln, ohne ihm die Verantwortung zu entziehen (was bedeutet, dass er eigentlich selbst handeln würde).

**Barbara Mayer:** "Credit as an Asset Class"

Erstgutachter: Prof. Zagst, Zweitgutachter: Prof. Borgwardt

In dieser Diplomarbeit geht es um die Verwendung von Krediten bzw. Kreditinstrumenten zur Anlagegestaltung und Anlageoptimierung, wie es gemeinhin vom Umgang mit Aktien- oder Anleihenportfolios bekannt ist. Bei der Untersuchung dieser Anlagegestaltungsform muss natürlicherweise das Ausfallrisiko eine wesentliche Beachtung finden. Es treten hier – wie für andere Anlagen bekannt – in ähnlicher Weise Korrelationen zwischen den Rückflüssen verschiedener Kontrakte, Chancen zur risikomindernden Diversifikation und Hedgemöglichkeiten auf. Nun war es zum Einen die Aufgabe der Autorin, all diese Möglichkeiten herunterprojiziert auf diese Anlageart detailliert zu erklären. Des weiteren sollten Empfehlungen und Berechnungsmethoden zum optimalen Umgang mit diesem Instrumentarium gegeben werden. Und es sollte erörtert werden, wie sich diese Formen einordnen und mischen lassen mit anderen klassischen Anlageformen.

## **Vorträge / Reisen**

Karl Heinz Borgwardt

**Frauenchiemsee (26. - 28.02.07)**

Teilnahme an der Frühjahrstagung des Elitestudiengangs TOPMATH

**Universität Saarbrücken (05. - 07.09.07)**

Teilnahme an der Tagung "Operations Research 2007" als Mitglied des Organisations- und Programmkomitees für die Tagung "Operations Research 2008" in Augsburg

**Herrsching (17. - 20.09.07)**

Teilnahme an der Sommerschule des Elitestudiengangs TOPMATH

**Universität Karlsruhe (16.11.07)**

Teilnahme am Workshop "Wirtschaftsmathematik" als Vertreter des Instituts für Mathematik der Universität Augsburg

## **Tagesreisen an die TU München zur Organisation und Durchführung des Elitestudiengangs TOPMATH als Advisor für Augsburg und als Stellvertretender Vorsitzender**

Besprechung mit Kollegiaten (14.02.07)

Trägerversammlung und Sitzungsleitung (17.04.07)

schriftliche Vorauswahl (21.05.07)

Aufnahmegespräche (11.06.07)

Disputationsprüfungen und Sitzungsleitung (09.10.07)

Dirk Hachenberger

### **Landsberg am Lech (07.11.07)**

Teilnahme am Berufsinformationsabend, Dominikus-Zimmermann-Gymnasium

### **Schwabmünchen (20.11.07)**

Teilnahme an der 5. Studien- und Berufsinformation des Rotary Club Schwabmünchen, Leonhard-Wagner-Gymnasium

Thomas Wörle

### **Herrsching (17. - 20.09.07)**

Teilnahme an der Sommerschule des Elitestudiengangs TOPMATH

### **TU München (09.10.07)**

Disputationsprüfungen im Elitestudiengang TOPMATH

## **Veröffentlichungen**

Karl Heinz Borgwardt

### **Average-Case Analysis of the Double Description Method and the Beneath-Beyond Algorithm**

Discrete & Computational Geometry **37** Nr.2 (2007), 175-204.

Siehe dazu <http://www.springerlink.com/content/0235kp894h1617j0/>

oder <http://dx.doi.org/10.1007/s00454-006-1257-8>

Dieter Jungnickel

### **A non-existence result for finite projective planes in Lenz-Barlotti class I.4.**

mit D. Ghinelli

Combinatorica **27** (2007), 163-166.

## **Preprints**

Dieter Jungnickel

### **Panmagic Sudoku**

Bull. ICA, erscheint.

### **The Isomorphism Problem for Abelian Projective Planes**

AAECC, erscheint.

## **Herausgabe von Zeitschriften**

Dieter Jungnickel

- Editor-in-Chief, Designs, Codes and Cryptography
- Associate Editor, Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing
- Associate Editor, Finite Fields and their Applications
- Associate Editor, Journal of Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computation

## **Organisation von Tagungen**

Karl Heinz Borgwardt

- Mitglied im Organisations- und Programmkomitee für die Tagung "OR 2008" in Augsburg, zusammen mit den Kollegen Prof. Fleischmann, Prof. Klein, Prof. Tuma (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät)

Dieter Jungnickel

- Mitglied im Organisations- und Programmkomitee für die Tagung "8th International Conference on Finite Fields and Applications: Fq8" vom 09. – 13. Juli 2007 in Melbourne, Australien

## **Funktionsträger**

Karl Heinz Borgwardt

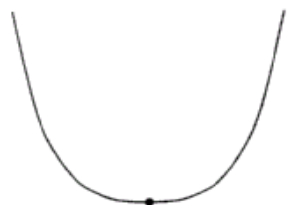
- Betreuer des Betriebspraktikums
- Stellvertretender Vorsitzender im Elitestudiengang TopMath und Advisor für Augsburg, dabei auch Ansprechpartner für den Elite-Studiengang Finance und Information Management
- Vorsitzender des Prüfungsausschusses Wirtschaftsmathematik
- Beauftragter für das Leistungspunktesystem
- Studienberater Januar-März (stellvertretend wegen Freisemester Prof. Colonius)

## Arbeitsgebiete des Lehrstuhls

### Nichtlineare Analysis (Kielhöfer)

Es ist ein allgemeines Prinzip in der belebten wie unbelebten Natur zu erkennen, eine größtmögliche Wirkung bei möglichst geringem Aufwand zu erzielen. Menschen, Tiere, Pflanzen folgen diesem Prinzip meist instinktiv, aber auch ein Lichtstrahl sucht sich in einem inhomogenen Medium den Weg, auf dem er in kürzester Zeit zum Ziel gelangt. Ein Fettagge auf der Suppe ist kreisförmig, weil dadurch der Rand am kleinsten wird, was ein allgemeines physikalisches Prinzip bestätigt, wonach sich stabile Gleichgewichtszustände durch minimale Energie auszeichnen. Die Natur läßt sich deshalb mit Erfolg durch Extremalprinzipien beschreiben, insbesondere, wenn dies in mathematischer Sprache geschieht. Wie minimiert (maximiert) man indessen "Funktionale"? Schon in der Schule lernt man, daß dazu die 1. Ableitung gleich Null zu setzen ist. Bei komplexen Systemen sind die relevanten Funktionale, die z.B. die Energie beschreiben, freilich komplizierter als es eine reellwertige Funktion einer reellen Veränderlichen ist, das Prinzip ist allerdings das gleiche: In einem extremen Zustand verschwindet die „1. Variation“, welche die historische Bezeichnung für die 1. Ableitung eines allgemeinen Funktionals ist.

Das Verschwinden der 1. Variation in Extremalen bedeutet, daß Extremale, welche i.a. Funktionen einer oder mehrerer Veränderlichen sind, mathematische Gleichungen erfüllen müssen, welche in der Regel nichtlineare (partielle) Differentialgleichungen sind. Diese Gleichungen enthalten eine Reihe von Parametern, die physikalische Daten repräsentieren. Es ist bekannt, daß sich bei Änderung der Parameter auch die extremalen Zustände ändern können, wie dies im einfachsten Fall einer reellwertigen Funktion einer Veränderlichen dargestellt ist:



Stabiles Gleichgewicht



Verzweigung

Hier ist skizziert, wie aus einem Minimum (= stabiles Gleichgewicht) durch eine kleine Änderung (Störung) zwei Minima und ein (lokales) Maximum (= instabiles Gleichgewicht) entstehen kann. Am Lehrstuhl für Nichtlineare Analysis studieren wir das Lösungsverhalten nichtlinearer Gleichungen in Abhängigkeit von Parametern („Verzweigungstheorie“). Im skizzierten Fall entstehen aus einer stabilen Lösung insgesamt drei Lösungen, von denen typischerweise die ursprüngliche stabile Lösung ihre Stabilität verliert und diese an die neuen Lösungen abgibt. Dieser „Austausch der Stabilitäten“ geht oft mit einer „Symmetriebrechung“ einher. In der mathematischen Physik wird eine Verzweigung (wie skizziert) auch als „Selbstorganisation neuer Strukturen“, „spontane Symmetriebrechung“ u.v.m. bezeichnet.

## Stochastische Dynamische Systeme (Blömker)

Dynamische Systeme sind mathematische Modelle von Objekten der realen Welt oder unserer Vorstellung, die sich im Laufe der Zeit verändern. Von einfachen Bewegungen eines Fahrzeugs, wie man sie im Physikunterricht der Schule kennenlernt, reichen die Beispiele über komplizierte physikalische Bewegungsabläufe (zum Beispiel Konvektionsprobleme für Fluide, Entmischungsprozesse von Legierungen oder epitaktisches Oberflächenwachstum) bis hin zu Börsenkursen, chemischen Reaktionen, biologischen Wechselwirkungen und soziologischen Interaktionen, also buchstäblich in allen Bereichen unseres Lebens, und zwar auf jeder Größenskala, vom Mikro- bis in den Makrokosmos.

Die zur Beschreibung dynamischer Systeme verwendeten (partiellen) Differentialgleichungen sind in der Regel so kompliziert, dass man sie nicht exakt lösen, sondern nur mit Hilfe qualitativer Methoden an Informationen über das Lösungsverhalten gelangen kann, ohne die Lösungen dabei genau zu kennen. Typische Objekte, die studiert werden, sind invariante Strukturen der Dynamik, welche typisches Verhalten beschreiben, wie zum Beispiel Attraktoren oder invariante Mannigfaltigkeiten. Oft können auch Mehrskalenansätze, welche die natürlichen Skalenunterschiede ausnutzen, dominierende Dynamik räumlicher Muster durch reduzierte Modelle effektiv beschreiben.

Viele Modelle, die direkt aus der Praxis kommen, unterliegen oft Einflüssen, die man nicht bis in die kleinsten Einzelheiten überblickt. Ein typisches Beispiel sind thermische Fluktuationen in physikalischen Systemen oder die unvorhersehbaren Schwankungen in Börsenkursen. Hierbei werden dann zur Modellierung stochastische Terme verwendet, und die resultierenden Modelle durch stochastische (partielle) Differentialgleichungen beschrieben.

## Mitarbeiter

- Rita Moeller (Sekretärin)
- Dr. Stefan Krömer
- Dr. Markus Lilli
- Dr. Martin Rasmussen (Vertretung M. Lilli)
- M.Sc. Wael Mohammed  
(Doktorand, Promotionsstipendium)

## Diplomarbeit

**Carolin Klust** „Existenz von Mischzuständen für Gleichungen vom Typ Allen-Cahn“  
Erstbetreuer: Prof. Scheurle, Zweitgutachten: Prof. Kielhöfer

Gegenstand der Untersuchungen ist die Euler-Lagrange-Gleichung eines Energie-Funktional über der gesamten Ebene, welches quadratisch im Gradienten und in nullter Ordnung ein Zweitpotenzial mit Minimum bei  $u = 0$  und  $u = 1$  ist. Ferner ist das Funktional doppelt-periodisch mit Perioden 1. Offensichtlich sind die Minimierer  $u = 0$  und  $u = 1$  auch Lösungen der Euler-Lagrange-Gleichung, welche als reine Phasen bezeichnet werden. Ziel ist es, Lösungen zwischen 0 und 1 nachzuweisen, welche Mischzustände genannt werden. Es sind dies Minimierer eines Funktional auf abgeschlossenen konvexen Teil-

mengen eines Hilbertraumes, die die Direkten Methoden der Variationsrechnung zulassen. Da diese konvexen Teilmengen nirgends dicht sind, ist der Nachweis, dass Minimierer auch die Euler-Lagrange-Gleichung lösen, nicht offensichtlich. Dies gelingt mittels einer lokalen Minimierungseigenschaft auf offenen Mengen. Dieses Programm ist in einer erst 2003 erschienenen Arbeit von Rabinowitz und Strudulinsky durchgeführt worden. Die vorliegende Diplomarbeit ist zu einem Teil eine Ausarbeitung dieser Originalarbeit, ergänzt im letzten Teil durch den Nachweis einer Bedingung (der gap-Bedingung), von der in der Vorlage ausgegangen wird. Die Idee zum Nachweis dieser Bedingung hat Frau Klust einer Arbeit von Alessio, Jeanjean und Montecchiari entnommen und den Gegebenheiten des vorliegenden Problems angepasst. Bei unterschiedlicher Wahl der konvexen Mengen, auf denen das Funktional minimiert wird, erhält man Mischzustände verschiedenen Typs, die sämtlich in der Arbeit nachgewiesen werden. Fasst man die unbeschränkten x- oder y-Richtungen als Zeitachse auf, sind diese Zustände heterokline oder homokline Lösungen, die in der jeweils anderen Richtung periodisch oder heteroklin sind. Die zwei „Ruhelagen“ in diesem dynamischen Bild sind dabei neben den reinen Phasen  $u = 0$  und  $u = 1$  auch zuvor nachgewiesene Mischzustände, die eine Lücke (gap) gelassen haben. Diese sogenannte „räumliche Dynamik“ ist also sehr komplex.

## **Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen**

Dirk Blömker

Institut für Angewandte Mathematik, Universität Bonn, 5.-16.03.07

SFB611, Universität Bonn, 4.-5.10.2007

Markus Lilli

University of Bath, England (1.2.2007 – 31.1.2008)

## **Vorträge / Reisen**

### **Tagungen**

Dirk Blömker

MACSDIEM 2007, University of Sussex, UK, 22 - 24.02.2007

Vortrag: SPDEs near a change of stability

Symposium on SPDEs, Salzburg, Österreich, 29.03.07

Vortrag: Stochastic Dynamics near a Bifurcation - Amplitude Equations

SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems, Snowbird, Utah, USA, 28.05.-1.06.2007,

Minisymposium, Multi-scale Exploration of Stochastic Partial Differential Equations,

Vortrag: Stochastic Modulation Equations on Large Domains

Joint DMV-UMI Meeting, Perugia, Italien, 18-22.06.2007

Minisymposium Probability

Vortrag: On a model from surface growth

Joint DMV-UMI Meeting, Perugia, Italien, 18-22.06.2007

Minisymposium: Nonautonomous and stochastic dynamical systems

Vortrag: Stabilization by additive noise

Workshop on Random Dynamical Systems, Bielefeld, 30.11.-1.12.2007

Vortrag: Stabilization with additive noise

Stefan Krömer

Introductory lectures and workshop "Quasiconvexity, Quasiregularity, and Rigidity of Gradients"  
Regensburg, 23.-26. Mai 2007,

Joint Meeting UMI-DMV  
Perugia, Italien, 18.-22. Juni 2007,

## Gastvorträge

Dirk Blömker

Oberseminar, Universität Bielefeld, 24.01.07  
Vortrag: Stochastic Dynamics near a Bifurcation - Amplitude Equations

Oberseminar Wahrscheinlichkeitstheorie, Universität Bonn, 13.03.07  
Vortrag: Stochastic Dynamics near a Bifurcation - Amplitude Equations

Oberseminar, TU Darmstadt, 10.05.07  
Vortrag: Eine SPDE zur Modellierung von Oberflächenwachstum

Zwei-Städte-Kolloquium, Universität Regensburg, 26.07.07  
Vortrag: Stochastic Dynamics near a Bifurcation - Amplitude Equations

Kolloquium, Universität Marburg, 14.08.07  
Vortrag: Amplitudengleichungen und stochastische Bifurkation

Oberseminar zur Analysis, TU München, 17.10.07  
Vortrag: Amplitudengleichungen für stochastische PDE

TU Bergakademie Freiberg, 13.12.07  
Vortrag: Amplitudengleichungen für stochastische PDE

## Veröffentlichungen

Hansjörg Kielhöfer

zusammen mit T.J. Healey und M. Lilli:

**Singular Perturbation as a Selection Criterion for Young-Measure Solutions.** SIAM Journal of Mathematical Analysis 39, pp. 195-209, 2007.

Dirk Blömker

zusammen mit M. Romito, R. Tribe:

**A branching process representation for the solutions to some via pruned trees.**  
Annales de l'Institut Poincaré - Probability and Statistics, 43(2):175-192, 2007.

zusammen mit M. Hairer, G.A. Pavliotis:

**Multiscale analysis for SPDEs with quadratic nonlinearities.** Nonlinearity, 20:1721-1744, 2007.



## Proceedings

zusammen mit J. Duan:

**Predictability of the Burgers dynamics under model uncertainty.** 71–90 in Stochastic differential equations: Theory and applications. A Volume in Honor of Professor Boris L Rozovskii (Ed. P. Baxendale, S. Lototsky), 2007.

zusammen mit M. Hairer, G.A. Pavliotis:

**Stochastic Swift-Hohenberg equation near a change of stability.** 27–37 in Proceeding of Equadiff 11, Proceedings of minisymposia and contributed talks, July 25-29, 2005, Bratislava, (Ed. M. Fila, A. Handlovicova, K. Mikula, M. Medved, P. Quittner und D. Sevcovic), 2007.

## Buch

**Amplitude equations for stochastic partial differential equations.** 136S., World Scientific, 2007.

Markus Lilli

**Qualitative behavior of local minimizers of singular perturbed variational problems,** Journal of Elasticity 87, pp. 73-94, 2007.

**Classical solutions for non-elliptic Euler-Lagrange equations via continuation,** SIAM Journal of Mathematical Analysis 39, pp. 801-818, 2007.

zusammen mit T.J. Healey und H. Kielhoefer:

**Singular perturbations as a selection criterion for Young-measure solutions,** SIAM Journal of Mathematical Analysis 39, pp. 195-209, 2007.

Wael Mohammed

zusammen mit E.M.Elabbasy and W.W.Elhaddad

**Oscillation of Second-Order Nonlinear Differential Equations With Damping Term,** E. J. of Qualitative Theory of Diff. Equ., No. 25, 2007.

zusammen mit E.M.Elabbasy and W.W.Elhaddad

**Oscillation Criteria for Nonlinear Differential Equations of Second Order With Damping Term,** Serdica Mathematical Journal (accepted), 2007.

## Reports

Hansjörg Kielhöfer

zusammen mit S. Krömer:

**Radially symmetric critical points of nonconvex functionals.** Preprint, 2007

## **Gäste am Lehrstuhl**

16.01.2007

Hans Crauel (TU Ilmenau)

22.05.2007

Felix Otto (Universität Bonn)

28.06.2007

Nicolas Dirr (MPI Leipzig)

12.-16.07.2007

Thomas Wanner (George Mason University) USA

19.07.2007

Mads Kyed (RWTH Aachen)

29.07.-5.08.2007

Marco Romito (Università di Firenze) Italien

7.-11.11.2007

Greg A. Pavliotis (Imperial College) United Kingdom

13.11.2007

Peter Giesl (University of Sussex) United Kingdom

9.-23.12.2007

Wei Wang (Nanjing University) China.

## **Forschungsförderungsmittel, Drittmittelprojekte**

Dirk Blömker

KON 446/2007, BL 535/8-1, Kongreßreise zur: "SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems", Snowbird, Utah, USA (28.05.-1.06.07)

Robert Bosch Stiftung, "Deutsch-chinesische Forschungsanbahnung: Angewandte Mathematik", Bew.-Nr.: 32.5.8003.0010.0, Reisekosten, 2007/2008

Markus Lilli

1 jähriges DFG-Forschungsstipendium, Aktenzeichen Li 1540/1-1

## **Organisation von Tagungen**

Dirk Blömker

Minisymposium "SPDE and Pattern Formation", 28.05.07, (mit T. Wanner), im Rahmen der "SIAM Conference on Application of Dynamical Systems", 28.05.-1.06.2007, Snowbird, Utah, USA

## Arbeitsgebiete des Lehrstuhls im Jahre 2007

Der Hauptschwerpunkt in der Forschung am Lehrstuhl für Analysis und Geometrie ist die Untersuchung von Strukturen der geometrischen Analysis mit Anwendungen in der theoretischen Physik. Dies schließt Fragestellungen im Rahmen von integrierbaren Systemen in der Geometrie ein, betrifft aber darüber hinaus das Studium von **Indexsätzen** sowie von **konformen Quantenfeldtheorien** und **topologischen Quantenfeldtheorien**.

Obwohl **konforme Quantenfeldtheorien** wohldefinierte mathematische Objekte sind, gibt es nur für sehr wenige solcher Theorien explizite Konstruktionen. Im Falle der sogenannten „superkonformen Feldtheorien auf  $K3$ “ hat man zwar einen bekannten Modulraum der Dimension 80, aber lediglich für Untervarietäten kleinerer Dimension (bis höchstens 16) sind explizite Konstruktionen bekannt. Insbesondere gibt es keine bekannte Methode, die auf direktem Wege superkonforme Feldtheorien auf glatten  $K3$  Flächen liefert. In diesem Zusammenhang werden zum einen Untersuchungen zur Deformationstheorie konformer Quantenfeldtheorien sowie sogenannter Randfeldtheorien durchgeführt. Beide liefern wichtige Zusatzstrukturen in gewöhnlichen konformen Quantenfeldtheorien. Zum anderen ist es mit Hilfe von nicht-klassischen Dualitäten gelungen, zu einer glatten Familie von glatten  $K3$  Flächen superkonforme Feldtheorien explizit zu konstruieren. Es handelt sich um die erste bekannte Familie dieser Art. Anhand dieser Familie wird nun das oben erwähnte Studium der Deformationstheorie sowie der zugehörigen Randfeldtheorien vorangetrieben. Ebenso wird die Möglichkeit studiert, die Techniken und Resultate auf höher dimensionale Beispiele zu verallgemeinern. So ist es gelungen zu beweisen, dass für eine Familie von sogenannten Borcea-Voisin-Varietäten mit Hilfe von Orbifold-Konstruktionen die zugehörigen superkonformen Feldtheorien explizit konstruierbar sind.

Im Zusammenhang mit **konformen Feldtheorien** im allgemeinen geht es vornehmlich um Klassifikationsprobleme (hier für  $N = (2, 2)$  superkonforme Feldtheorien mit zentraler Ladung  $c \leq 3$ ) und um Strukturfragen, z. B. zu Degenerationsmechanismen für konforme Feldtheorien, die auf geometrische Interpretationen führen sollen.

Sogenannte nichtklassische Dualitäten aus der theoretischen Physik können dazu dienen, um Vorhersagen über topologische und geometrische Invarianten zu machen. Hierbei geht es speziell um die Untersuchung von elliptisch gefaserten Calabi-Yau Mannigfaltigkeiten, vor allen Dingen in der Nähe singularer Fasern. In dieser Situation geht es um den Beweis neuer Identitäten für die entsprechenden Invarianten mit Hilfe von Techniken aus der **Indextheorie**. Hier ist es gelungen, eine zuvor unbekannte Formel für Schnittzahlen in der Basis elliptisch gefasertes Calabi-Yau-Mannigfaltigkeiten zu beweisen.

Im Rahmen der **topologischen Quantenfeldtheorien** werden insbesondere die geometrischen Eigenschaften der Modulräume solcher Theorien studiert.

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

- Prof. Dr. Katrin Wendland
- PhD Emma Carberry, Gastprofessorin (26.11.2007 bis 16.07.2008)
- Prof. Dr. Priv.-Doz. Katrin Leschke (bis 31.08.2007)
- Dr. Igor Mencattini (bis 31.07.2007)
- Dr. Emanuel Scheidegger (ab 01.10.2007)
- MMath Oliver Gray
- Alexander Gouberman
- Kirsten Stein, Sekretariat

## Staatsexamensarbeit

Christoph Schlager

(Betreuerin: Prof. Dr. K. Wendland)

Staatsexamen: „GEALAs – Eine Verallgemeinerung der erweiterten affinen Lie-Algebren“

In seiner Arbeit untersucht Herr Schlager den im Februar 2007 erschienenen Artikel „A generalization of extended affine Lie algebras“ von M. Yousofzadeh, in dem es um die Einführung einer neuen Klasse von Liealgebren geht.

Der Begriff *extended affine root system* wurde erstmals 1985 von Kyoji Saito verwendet (und wird im Folgenden mit *SEARS* abgekürzt). Dabei handelt es sich um ein Wurzelsystem mit bestimmten Eigenschaften. In der Folge wurde von verschiedenen Autoren (unter anderem auch Saito) wiederholt versucht, Lie-Algebren zu konstruieren, die als Wurzelsystem ein SEARS aufweisen. Interessanterweise lieferten im Jahre 1990 Høegh-Krohn und Torresani mit ihren *quasi-simple Lie algebras* einen wichtigen Beitrag, obwohl ihnen Saitos Artikel offensichtlich unbekannt war. Eindeutig in der Tradition dieses Artikels steht eine Arbeit von Allison, Azam, Berman, Gao und Pianzola (1997), in der die so genannten *extended affine Lie algebras (EALAs)* eingeführt werden. Das den EALAs zugehörige Wurzelsystem wird mit *EARS* bezeichnet und hängt mit den SEARS zusammen. Es war allerdings über längere Zeit nicht möglich, Lie-Algebren zu finden, deren Wurzelsysteme SEARS von nicht-reduziertem Typ sind. 2004 gelang es Yoshii mit seinen  $(\Delta, G)$ -*gradierten Lie-Algebren* und in der Folge 2005 Azam, Khalili und Yousofzadeh mit ihren *toral type extended affine Lie algebras* (eine Verallgemeinerung der EALAs), Lie-Algebren zu finden, deren nicht-isotrope Wurzeln auch nicht-reduzierte SEARS darstellen können.

Im bearbeiteten Artikel wird eine neue Klasse  $T$  von Lie-Algebren eingeführt (die Herr Schlager als *GEALAs* bzw. *verallgemeinerte erweiterte affine Lie-Algebren* bezeichnet), deren Axiome eine leichte Abänderung der Axiome einer „toral type extended affine Lie algebra“ sind. Wie der Name schon sagt, stellen sie ebenfalls eine Verallgemeinerung des Begriffs der EALA dar. Diese neue Klasse von Lie-Algebren wird über weite Strecken analog zur Diskussion der EALAs behandelt. Außerdem wird gezeigt, dass das Wurzelsystem einer GEALA ebenfalls ein EARS darstellt.

Herr Schlager bringt die technisch schwierige Originalarbeit in eine vollständig neue Form, die gut verständlich und angenehm lesbar ist. In seiner Arbeit werden die wichtigsten notwendigen Begriffe erklärt, insbesondere der eines *spaltenden Torus'*, woraufhin die Axiome für GEALAs genannt und dann näher betrachtet werden. Insbesondere werden die Unterschiede zu EALAs herausgearbeitet, die auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit eine Rolle spielen. Dann wird gezeigt, wie die  $(\Delta, G)$ -*gradierten Lie-Algebren* und eine weitere Klasse  $D$  von Lie-Algebren zum Verständnis der GEALAs beitragen können. Außerdem wird eine Möglichkeit aufgezeigt, GEALAs zu konstruieren, wie auch anhand eines Beispiels illustriert wird. Schließlich werden GEALAs der Nullität Null diskutiert und es wird gezeigt, wie diese mit einigen klassischen Lie-Algebren zusammenhängen. Im Anhang befinden sich Erläuterungen, Ergänzungen und Verbesserungen zu den in der Originalarbeit gegebenen Beweisen.

## **Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen**

Katrin Wendland

Universität Münster - DFG-Begutachtungskolloquium des SPP 1154 „Schwerpunktprogramm Globale Differentialgeometrie (13./14.02.2007)

University of Warwick - Forschungsaufenthalt mit Frau Dr. Anda Degeratu - 15.02.-25.02.2007

Université Saclay - gemeinsames Forschungsprojekt mit Prof. Michel Bauer - 03.03. - 08.03.2007

University of Warwick - Forschungsaufenthalt bei Prof. Miles Reid - 08.03. - 24.03.2007

Katrin Leschke

Universität Tübingen - Forschungsprojekt mit Dr. James Campbell - 26.01. - 28.01.2007

Universität Münster - DFG-Begutachtungskolloquium des SPP 1154 „Schwerpunktprogramm Globale Differentialgeometrie (13./14.02.2007)

Universität Tübingen - Forschungsprojekt mit Dr. Nicolas Schmitt - 15.03.2007

Universität Tübingen - Forschungsprojekt mit Dr. Nicolas Schmitt - 08.06.2007

Technische Universität München - Forschungsprojekt mit Prof. Dr. Josef Dorfmeister - 12.07.2007

Igor Mencattini

Universität Genua, Italien - Forschungsprojekt mit Prof. Bartocci - 02.01. - 06.01.2007

Universita degli Studi di Bergamo, Italien - Forschungsaufenthalt bei Prof. Dr. Marco Pedroni - 12.02.-15.03.2007

International School of Advanced Studies, SISSA / ISAS, Triest, Italien - Forschungsaufenthalt bei Prof. Ugo Bruzzo - 17.03. - 30.03.2007

Universita' degli Studi di Milano-Bicocca, Mailand, Italien - Forschungsaufenthalt bei Prof. Gregorio Falqui und Prof. Marco Pedroni - 02.04. - 13.04.2007

Universita' degli Studi di Milano-Bicocca, Mailand, Italien - Forschungsaufenthalt bei Prof. Gregorio Falqui und Prof. Marco Pedroni - 01.07. - 04.07.2007

Oliver Gray

Forschungsaufenthalt an der University of Warwick, UK - Arbeit mit Stephen Coughlan - 02.03.-29.03.2007

Forschungsaufenthalt an der University of Warwick, UK - Arbeit mit Stephen Coughlan - 09.04.-14.04.2007

Forschungsaufenthalt an der University of Warwick, UK - Arbeit mit Stephen Coughlan - 23.07.-17.08.2007

Forschungsaufenthalt an der University of Warwick, UK - Arbeit mit Stephen Coughlan - 29.08.-21.09.2007

Forschungsaufenthalt an der University of Warwick, UK - Arbeit mit Stephen Coughlan - 24.09.-12.10.2007

Forschungsaufenthalt am University College London, UK - Arbeit mit Alex Rutherford - 21.12.2007

## Vorträge / Reisen

Katrin Wendland

Universität Chapel Hill, NC, USA - Mitglied im Promotionsausschuss von Jay Ihry, Physics Department, mündliche Prüfung (11.-15.01.2007)

Humboldt-Universität Berlin - Vortrag im Forschungsseminar „Geometrische Analysis und Spektraltheorie“ und Einladung von Prof. J. Brüning (24.-26.01.2007)

Vortrag: „K3-surfaces, and how to construct associated conformal field theories“

CEA Saclay - Vortrag im Theorieseminar - 05.03.2007

Vortrag: „How to construct deformations of the  $(2)^4$  Gepner model on smooth K3 surfaces“

Humboldt-Universität Berlin - Minisymposium „Globale Analysis“, DMV Jahrestagung, 29.03. 2007

Hauptvortrag: „The imprint of dualities in complex geometry“

Humboldt-Universität Berlin - Teilnahme an der DMV- Jahrestagung 2007 - 25.03. - 30.03.2007

Nankai University, Tianjin, China - Tagung „Geometry and Analysis on Manifolds“ - 08.04. - 14.04.2007

Eingeladener Vortrag: „From index theory to intersection numbers“

Swansea University, Großbritannien - BMC Tagung 2007 - 16.04. - 19.04.2007

Eingeladener Morgenvortrag: „From dualities to geometry“

Universität Regensburg, Mathematisches Kolloquium - 05.05.2007

Vortrag: „Eine elementare Diskussion von T-Dualität und Spiegelsymmetrie“

Universität Bonn, Oberseminar Globale Analysis - 06.06.2007

Vortrag: „ ‘Nearly attractive’ K3-surfaces - describing and generalizing Kähler-Einstein metrics“

University Varna, Bulgarien - „VII. International Workshop Lie Theory and its Applications“ -18.06. - 24.06.2007

Hauptvortrag: „A reversal of sigma model constructions“

University Kiev, Ukraine - „Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics“ -24.06. - 30.06.2007

Eingeladener Vortrag: „A reversal of sigma model constructions“

Ludwig-Maximilians-Universität München - Oberseminar Geometrie -03.07.2007

Vortrag: „What do quartic K3 surfaces have in common with orbifold limits of K3 ?“

University Cluj, Rumänien - „The Eighth International Workshop on Differential Geometry and its Applications“ -19.08. - 25.08.2007

Hauptvortrag: „The topology and geometry of certain quotient singularities - some new techniques“

**Tagungszentrum Ascona, Schweiz - "International Conference on Symmetries in String Theory" - 26.08. - 31.08.2007**

Eingeladener Vortrag: „On the relation between Conformal Field Theory and Geometry“

**University Alba Iulia, Rumänien - "ICTAMI 2007" -29.08. - 02.09.2007**

Hauptvortrag: „Quantum field theory as an aid to geometers“

**Indian Institute of Technology, Bombay, Indien - 19.09.2007**

Vortrag: „Quantum field theory as an aid to geometers“

**Indian Institute of Science, Bangalore, Indien - 24.09.2007**

Vortrag: „Quantum field theory as an aid to geometers“

**Universität Augsburg - Antrittsvorlesung - 23.10.2007**

Vortrag: "Schritt für Schritt auf dem Weg zu K3"

**Steklov Institute, Moskau, Rußland - Workshop in Memory of Andrei Tyurin - 26.10.2007**

Hauptvortrag: "How do twisted indices on K3 relate to intersection numbers in Calabi-Yau threefolds?"

**Universität Hannover - Oberseminar Algebraische Geometrie - 22.11.2007**

Vortrag: "On K3 surfaces and beyond - from a geometer's and a conformal field theorist's point of view"

Katrin Leschke

**European University College Brussels, Belgien - International Congress on Pure and Applied Differential Geometry - 09.04. - 13.04.2007**

Hauptvortrag: "Darboux transformation on harmonic maps"

**Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach - Workshop „Progress in Surface Theory“ - 29.04. - 04.05.2007**

Vortrag: „Darboux transforms of Willmore surfaces“

**Université de Valenciennes, Frankreich - Symposium on the differential geometry of submanifolds - 03.07. - 07.07.2007**

Hauptvortrag: „Darboux transforms of Willmore surfaces“

Emanuel Scheidegger

**Centre Interfacultaire Bernoulli, EPFL Lausanne, Schweiz - Workshop „On P-adic Aspects of Differential Equations: Crystals, Mirror Symmetry & Modular Forms - 04.11. - 08.11.2007**

**Max-Planck-Institut für Physik, München - Workshop on recent developments in string effective actions and D-instantons - 14.11.-16.11.2007**

Vortrag: "Worldsheet instantons, Torsion Curves, and Superpotentials"

**Universität Regensburg - Gemeinsames Seminar Augsburg / Regensburg „Verallgemeinerte Komplexe Geometrie - 30.11.2007**

Vortrag: "Topological sigma-models with H-flux and twisted generalized complex manifolds"

**Università del Piemonte Orientale, Alessandria, Italien - III. Avogadro-Meeting on Theoretical Physics - 19.12. - 21.12.2007**

Oliver Gray

Department of Mathematics at Swansea University, UK - 59<sup>th</sup> British Mathematical Colloquium (BMC) - 15.04. - 16.04.2007

Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach - Arbeitsgemeinschaft: Conformal Field Theory - 01.04. - 07.04.2007

Vortrag: „Orbifolds“

Universität Regensburg - Gemeinsames Seminar Augsburg / Regensburg „Verallgemeinerte Komplexe Geometrie - 02.11.2007

Vortrag: “Generalized Complex geometry”

## 2007 erschienene Veröffentlichungen

Katrin Wendland

**Friendly giant meets pointlike instantons ? On a new conjecture by John McKay,**

mit A. Degeratu; eingeladener Beitrag zu: Proceedings of the ICMS workshop “Moonshine – The First Quarter Century and Beyond, A Workshop on the Moonshine Conjectures and Vertex Algebras”, LMS Lecture Notes Series (59 Seiten) ; im Druck

**On Superconformal Field Theories Associated to Very Attractive Quartics,**

in: “Frontiers in Number Theory, Physics and Geometry II”, Springer (2007), pp. 223-244.

Katrin Leschke

**Envelopes and Osculates of Willmore surfaces**

mit F. Pedit, Journal of the London Mathematical Society, 2007, doi. 10.1112/jlms/jd1003

**Sequences of Willmore surfaces**

mit F. Pedit, eingereicht 2006 bei: Mathematische Zeitschrift

Igor Mencattini

**On the higher rank Cunnings-Holland correspondence**

eingereicht 2006 bei: Journal of Algebra

## Gäste am Lehrstuhl

06.02.2007

Herr Prof. Dr. **Franco Magri**, Universität Mailand-Bicocca, Italien

Vortrag: “On the inner unity of the theory of integrable systems, from the Kowalevski’s top to the Korteweg-deVries equation“

08.02. - 09.02.2007

Frau Dr. **Meirav Amram Blei**, Department of Computer Science, Universität Bar-Ilan, Israel,

Vortrag: “Braid monodromy and fundamental group“ sowie “On the fundamental group of a real conic-line arrangement with two tangent conics and arbitrary number of tangent lines“



- 07.05. – 09.05.2007  
 Herr Prof. Dr. **Giovanni Felder**, ETH Zürich, Schweiz  
 Vortrag: „Plane curves, random surfaces and polynomial ideals (after A. Okounkov)“
- 14.05. – 17.05.2007  
 Frau **Sinead Ni Chigain**, Dublin Institute for Advanced Studies (DIAS), Irland;  
 Vortrag: “Algebraic K-Theory and Partition Functions in Conformal Field Theory”
- 24.05.-29.05.2007  
 Frau PhD **Emma Carberry**, Duke and University of Sydney, Australien  
 Vortrag: “Bubble, Bubble, Toil and Trouble: Constant Mean Curvature Tori”
- 19.06. – 21.06.2007  
 Herr Prof. Dr. **Fran Burstall**, University of Bath, Großbritannien  
 Vortrag: “Parabolic submanifold geometry”
- 12.07.-13.07.2007  
 Frau Dr. **Sarah Carr**, Institut de Mathématiques de Jussieu, Paris, Frankreich  
 Vortrag: „Cellular Multi-Zeta Values“
- 06.11. – 07.11.2007  
 Herr Prof. Dr. **Werner Müller**, Universität Bonn  
 Vortrag: „Harmonic analysis on locally symmetric spaces and number-theory“
- 07.11. – 09.11.2007  
 Frau Dr. **Béatrice Bleile**, Max-Planck-Institut Bonn,  
 Vortrag: „Poincaré Dualitäts-Komplexe in Niedrigen Dimensionen“
- 14.11. – 15.11.2007  
 Herr Prof. Dr. **Nikolay Tyurin**, Dubna und Max-Planck-Institut Bonn,  
 Vortrag: „Three conjectures on lagrangian tori in the projective plane“
- 26.11. – 27.11.2007  
 Herr Dr. **Mario Micallef**, University of Warwick  
 Vortrag: “The work of Jesse Douglas on Minimal Surfaces and the First Fields Medal”
- 26.11.2007 – 16.07.2008  
 Gastprofessur für Nachwuchswissenschaftlerinnen – Gastprofessorin PhD **Emma Carberry**
- 03.12. – 05.12.2007  
 Frau Dr. **Katrin Leschke**, University of Leicester  
 Vortrag: “The spectral curve of Hamiltonian stationary Lagrangians in  $C^2$ ”
- 09.12. – 15.12.2007  
 Frau Dr. **Anda Degeratu**, MPI Golm  
 Vortrag: „Analysis on crepant resolutions of Calabi-Yau orbifolds“

## Forschungsförderungsmittel, Drittmittelprojekte

- Nuffield Award to Newly Appointed Lecturers in Science, Engineering and Mathematics (No. NAL/00755/G; an der University of Warwick, UK)
- DFG-Projekt „Surfaces of constant mean curvature with prescribed fundamental group“ TU München – Universität Augsburg – Prof. Dr. Josef Dorfmeister mit Prof. Dr. J.-H. Eschenburg, Universität Augsburg
- DFG-Projekt „Surfaces of constant mean curvature, harmonic tori, and pluriharmonic maps“ TU München – Universität Augsburg – Prof. Dr. Josef Dorfmeister mit Prof. Dr. J.-H. Eschenburg, Universität Augsburg
- BMBF-Projekt „Kompendium der Mathematik 2007-2007“ – beteiligte Forscher: Prof. Dr. J. Dorfmeister, Universität Augsburg; Prof. Dr. Kristina Reiss, Prof. Dr. Pekrun (LMU München)
- DFG-SPP 1154 – Sachbeihilfe WE 4340/1-1 „Asymptotic limits of SCFTs and their relation to corresponding geometric structures, combining techniques from SCFT, noncommutative geometry, and algebraic geometry“ – Universität Augsburg, Prof. Dr. Katrin Wendland
- DFG-SPP 1154 – Sachbeihilfe LE 2332/1-1 “Transformations on harmonic maps and Willmore surfaces” – Universität Augsburg, Prof. Dr. Katrin Leschke
- DFG – Sachbeihilfe 4851/142/07 und aus NSF Grant DMS 0139799 (Prof.s. Ron Donagi und Tony Pantev, PIs) – Internationale Fachtagung “From tQFT to tt\* and integrability“- Universität Augsburg, Prof. Dr. Katrin Wendland – 25.05. – 29.05.2007

## Organisation von Tagungen

- International Conference “From tQFT to tt\* and integrability” – Universität Augsburg – 25.05. - 29.05.2007  
Organisatoren: Prof. Dr. Katrin Wendland, Prof. Dr. Ron Donagi

# Stochastik und ihre Anwendungen

**Anschrift**

Universität Augsburg  
Institut für Mathematik  
D-86135 Augsburg

Prof. Dr. Friedrich Pukelsheim  
Prof. Dr. Lothar Heinrich

Telefon: (+49 821) 598 - 2206  
Telefon: (+49 821) 598 - 2210  
Telefax: (+49 821) 598 - 2280

Internet:  
Friedrich.Pukelsheim@Math.Uni-Augsburg.DE  
Lothar.Heinrich@Math.Uni-Augsburg.DE  
[www.math.uni-augsburg.de/stochastik/](http://www.math.uni-augsburg.de/stochastik/)

## Forschung am Lehrstuhl für Stochastik und ihre Anwendungen

Das Fach „Stochastik“ befasst sich mit der Mathematik des Zufalls. Es gliedert sich in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik. Schwerpunkte der Forschung am Lehrstuhl für Stochastik und ihre Anwendungen sind derzeit die Analyse von Abstimmungssystemen, die statistische Versuchsplanung und die stochastische Geometrie.

## Repräsentation und Entscheidungsfindung in politischen Gremien

Methoden der proportionalen Repräsentation werden bei Verhältniswahlen eingesetzt oder bei der Zuteilung von Parlamentssitzen an Wahldistrikte oder bei der Anpassung von statistischen Tabellen an vorgegebene Randhäufigkeiten oder bei gleichgelagerten Fragestellungen. Die Verrechnung von Stimmen in Sitze stellt sich aus mathematischer Sicht als die Aufgabe dar, (kontinuierliche) Stimmenverteilungen durch (diskrete) Sitzanteile zu approximieren, weshalb zu ihrer Untersuchung stochastische wie auch diskrete Ansätze dienlich sind. Dieser doppelte Ansatz hilft auch bei der Analyse gewichteter Entscheidungsverfahren, die für Gremien wie den Ministerrat der Europäischen Union von Bedeutung sind. Ein besonderes Augenmerk gilt dem Anspruch, welche quantitativ-operationale Verfahren mit den qualitativ-normativen Vorgaben aus Verfassungsrecht und Politikwissenschaft möglichst gut harmonieren.

## Statistische Versuchsplanung

Die mathematische Behandlung von Versuchsplanungsproblemen benutzt Methoden der Statistik, der linearen Algebra und der konvexen Analysis. In diesen Querbeziehungen über mehrere mathematische Bereiche hinweg liegt ein besonderer Reiz. Als Beispiel stelle man sich eine mit mehreren Reglern steuerbare Fertigungsmaschine vor, für die eine optimale Einstellung zu finden ist, um für das Endprodukt eine gleichbleibend hohe Qualität zu garantieren. Das Durchprobieren aller möglichen Einstellungen scheitert in der Praxis an Zeit- und Kostenbeschränkungen. Die statistische Versuchsplanung zeigt Wege auf, mit den Daten aus vergleichsweise wenigen Versuchsläufen eine fast optimale Entscheidung zu treffen. Am hiesigen Lehrstuhl werden insbesondere Anwendungen für die Verbesserung von industriellen Fertigungsprozessen untersucht.

## Stochastische Geometrie

Die stochastische Geometrie stellt Modelle zur Beschreibung und Verfahren zur statistischen Analyse von zufälligen geometrischen Strukturen zur Verfügung. Derartige Gebilde treten u.a. als Gefügestrukturen oder bei mikroskopischen Gewebeuntersuchungen und generell bei Problemen der Bildverarbeitung und Mustererkennung auf. Zu den Grundtypen von Modellen zählen die zufälligen Punktmuster (Punktprozesse), Geraden- und Faserprozesse, zufällige Mosaik sowie Keim-Korn-Prozesse. Beim letzteren han-

delt es sich um zufällig verstreute und teils sich überlappende zufällige Figuren. Zur Behandlung solcher Zufallsmengen werden geometrische und stochastische Kenngrößen definiert, zu deren Analyse fortgeschrittene Ergebnisse sowohl der Integralgeometrie als auch der Wahrscheinlichkeitsrechnung herangezogen werden. Ein interessantes und praktisch relevantes Problem ist die Gewinnung von Aussagen über 3D-Strukturen durch die statistische Analyse von linearen und ebenen Schnitten. Derartige Methoden werden unter dem Schlagwort "Stereologie" zusammengefasst.

## Räumliche Statistik und Stereologie

Alle stochastisch-geometrischen Modelle von punkt-, linien- oder kornartigen Strukturen in einem euklidischen Raum verlangen geeignete statistische Verfahren zur Schätzung sowohl von Parametern als auch von nichtparametrischer Kenngrößen, welche die Modelle beschreiben. Damit verbunden sind auch statistische Testverfahren und Methoden zur Modellidentifikation. In der Regel wird dabei von einer einzigen Beobachtung in einem möglichst großen Beobachtungsfenster ausgegangen. Meist wird eine unbegrenzt wachsende Fensterfolge (large domain statistics) angenommen, was bei einigen Modellklassen – insbesondere beim Poissonschen Kornmodell (Boolesches Modell) – zu akzeptablen asymptotischen Verfahren geführt hat. Insgesamt ist festzustellen, dass im Vergleich zur klassischen Mathematischen Statistik die räumliche Statistik noch recht gering entwickelt ist. Hauptprobleme sind einerseits die Modellkomplexität und die vergleichsweise geringe Information aus der Beobachtung und andererseits die den Modellen innewohnenden stochastischen und geometrischen Abhängigkeiten. Ein interessantes und praktisch relevantes Problem ist die Gewinnung von Aussagen über 3D-Strukturen durch die statistische Analyse von linearen und ebenen Schnitten. Derartige Methoden werden unter dem Schlagwort "Stereologie" zusammengefasst.

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

- Gerlinde Wolsleben (Sekretärin)
- Dr. Ute Hahn
- Dr. Thomas Klein
- Olga Ruff, M.Sc.
- Dipl.-Math. oec. Stella David
- Dipl.-Stat. Sebastian Maier

## Diplomarbeiten

**Michael Hacker:** „Asymptotik von empirischen Funktionalen zustandsabhängiger Erstüberschreitungszeiten der geometrischen Brownschen Bewegung“

Erstgutachter: Prof. Heinrich, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

Die Asymptotik der empirischen Verteilungsfunktion von unabhängigen Zufallsvariablen ist sehr gut erforscht. Die Unabhängigkeit kann aber in vielen realen Anwendungen nicht gewährleistet werden. Diese Arbeit untersucht empirische Funktionale von Erstüberschreitungszeiten von Aktienkursen, die einer geometrischen Brownschen Bewegung folgen. Um für empirische Untersuchungen genügend Daten zur Verfügung zu haben, werden auch Abhängigkeiten zwischen den Erstüberschreitungszeiten zugelassen. Für diese wird dann gezeigt, dass die empirische Verteilungsfunktion  $P$ -fast sicher gegen die Verteilung des Erstüberschreitungszeitpunktes konvergiert. Anschließend wird die empirische Verteilungsfunktion skaliert und normiert und auf die schwache Konvergenz im Raum der  $C\grave{a}d\grave{l}a\grave{g}$ -Funktionen gegen einen Gaußschen Prozess untersucht. Das Ganze wird sowohl für die diskrete als auch für die stetige empirische Verteilungsfunktion durchgeführt.

**Lisa Bock:** „Ableitung troposphärischer NO<sub>2</sub>-Karten aus SCIAMACHY-Messungen mit Hilfe geostatistischer Methoden (Kriging)“

Erstgutachter: Prof. Heinrich, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt werden troposphärische vertikale NO<sub>2</sub>-Säulen operationell durch Kombination von Fernerkundungsdaten des Sensors SCIAMACHY mit Ergebnissen von stratosphärischen und troposphärischen Chemie-Transportmodellen ermittelt. Gegenstand dieser Arbeit sind einige Aspekte der Ableitung troposphärischer Säulen und deren geostatistische Interpolation zur Erzeugung flächendeckender Komposite mittels Kriging.

Um exakte troposphärische NO<sub>2</sub>-Säulendichten zu erhalten, ist es wichtig eine gute Kenntnis bezüglich der Höhe der Bewölkung zu besitzen. Deshalb wurde ein Vergleich zwischen vier verschiedenen operationell verfügbaren Algorithmen zur Bestimmung der Wolkenhöhe aus Fernerkundungsdaten durchgeführt.

Es wird deutlich, dass die systematischen Unterschiede in der abgeleiteten Bewölkungshöhe in der Größenordnung von einem Kilometer liegt. Alle Methoden liefern belastbare Ergebnisse.

Da SCIAMACHY prinzipbedingt nur eine geringe Anzahl an Messungen liefert, die sich zur Ableitung von troposphärischem NO<sub>2</sub> eignen, ist der Einsatz der geostatistischen Interpolationsmethode Kriging zur Gewinnung flächendeckender Analysen untersucht worden. Insbesondere die Methode des Cokriging, bei dem die aktuelle Messung mit einer geeigneten Hintergrundinformation, wie zum Beispiel dem Mittelwert der letzten 30 Tage, kombiniert wird, ist prinzipiell für den operationellen Einsatz geeignet.

**Christoph Winkler:** „Entscheidung bei linearer partieller Information“

Erstgutachter: Prof. Opitz, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Andreas Bause:** „Graphische Zeitreihen-Analyse“

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Julia Habeck:** „Statistical Analysis of Medical Claims Databases“

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Jutta Bierwisch:** „Entwicklung eines FTS-Konzepts unter Berücksichtigung des Kostenaspekts und anschließender Ablaufsimulation am Beispiel des Karosseriebaus im BMW Werk Leipzig“

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Arnold Brutler:** „Usability von Statistik-Software (USS) am Beispiel von Mondrian“

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Dennis Diepold:** „Illiquide Assets in der Portfoliooptimierung“

Erstgutachter: Prof. Buhl, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Simone Kraus:** „Analyse von Kreditportfolios mit CreditRisk+ auf Basis von risikoadjustierten Performancemassen“

Erstgutachter: Prof. Steiner, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

**Yemei Yuan:** „Hedging Strategien für Standard-Optionen“

Erstgutachter: Prof. Steiner, Zweitgutachter: Prof. Heinrich

**Olga Erechchenko:** „Immobilienmodell“

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

## Zulassungsarbeiten

**Reinhard Schmider:** „Differenzierbarkeit monotoner Funktionen und singuläre Stetigkeit“

Gutachter: Prof. Heinrich

Diese Zulassungsarbeit handelt von der Differenzierbarkeit monotoner Funktionen und singulärer Stetigkeit. Viele monotone, nicht fallende Funktionen haben eine besondere Eigenschaft: Für nicht fallende Funktionen existiert fast überall eine Ableitung. Allerdings kann diese für gewisse Funktionen durchaus auch fast überall Null sein. Dies bedeutet, dass die Funktion nur innerhalb einer Nullmenge ansteigt. Dieser Arbeit beschränkt sich auf die Betrachtung von Funktionen einer Veränderlichen, die meist vom Einheitsintervall in dieses abbilden, so z.B. die De Rham Funktion oder Minkowskis  $\varphi$ -Funktion. Bei deren Betrachtung stellt sich heraus, dass die genannten Funktionen trotz ihrer Singularität sogar hölderstetig sind. Zudem verbinden sie auf interessante Weise verschiedene Zahlensysteme miteinander.

**Matthias Klottwig:** „Über einen Satz aus der metrischen Kettenbruchtheorie von Gustav Lochs“

Gutachter: Prof. Heinrich

Zentraler Bestandteil dieser Arbeit ist ein Satz von G. Lochs über die Genauigkeit der Darstellung einer irrationalen Zahl durch einen Kettenbruch beziehungsweise Dezimalbruch. Die vorangestellten Kapitel dienen dazu, in das Thema Kettenbrüche einzuführen und Resultate zusammenzutragen und zu vertiefen, die Lochs in seinem Beweis verwendet. Die Arbeit beinhaltet auch einen Abschnitt über Ergodentheorie angewendet auf reguläre Kettenbruchentwicklungen. Zum Schluss wird der Satz von Lochs für ein beliebiges Positionssystem formuliert.

## Dissertation

**Morgan Roger (Université Paris-Sud 11):** „Contributions À La Planification D'Expériences Robuste À L'Erreur Structurelle“

Gutachter: Prof. Pukelsheim, Prof. Pronzato

## Habilitation

**Dr. Ute Hahn:** „Global and Local Scaling in the Statistics of Spatial Point Processes“

Gutachter: Prof. Dr. Adrian Baddeley (University of Western Australia in Perth); Prof. Dr. Lothar Heinrich (Universität Augsburg); Prof. Dr. Volker Schmidt (Universität Ulm); Prof. Dr. Dietrich Stoyan (TU Bergakademie Freiberg)

## Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen

Thomas Klein

Gastprofessur an der Fakultät für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften, Universität Ulm (Oktober 2006 – März 2007)

## Vorträge / Reisen

Stella David

**International Workshop on Stochastic Geometry, Spatial Statistics and their Applications, Schloss Reisenburg, Günzburg (14. – 17.02.07)**

Vortrag: „Asymptotic Goodness-of-Fit Tests for Stationary Point Processes Based on the Integrated Squared Error of Product Density Estimators“

Lothar Heinrich

**International Workshop on Stochastic Geometry, Spatial Statistics and their Applications, Schloss Reisenburg, Günzburg (14. – 17.02.07)**

Vortrag: „Asymptotic behaviour of some functionals of Poisson hyperplane processes in non-spherical expanding sampling domains“

**VI. International Conference on Stochastic Geometry, Convex Bodies and Empirical Measures & Applications to Mechanics and Engineering of Train Transport, Milazzo, Italien (27.05 – 02.06.07)**

Vortrag: „Central limit theorems for Poisson hyperplane tessellations on expanding convex sampling windows“

**14<sup>th</sup> Workshop on Stochastic Geometry, Stereology and Image Analysis, Neudietendorf (23. – 28.09.07)**

Vortrag: „Gaussian and non-Gaussian stable limit laws in Wicksell\*s corpuscle problem“

Thomas Klein

**MAT TRIAD 2007, Będlewo, Polen (22. – 25.03.07)**

Vortrag: „Loewner comparability of moment matrices in cubic mixture models“

**Statistik unter einem Dach, Bielefeld (27. – 30.03.07)**

Vortrag: „Verallgemeinerte Rietz- und Wishart-Verteilungen“

**Comenius Universität, Bratislava, Slowakei (22.10.07)**

Vortrag: „Loewner comparability of exchangeable moment matrices in cubic mixture models“

Sebastian Maier

**TopMath Frühjahrsschule, Frauenchiemsee (28.02.07 – 01.03.07)**

**Workshop on Simulation and other quantitative approaches to the assessment of electoral systems, Alessandria, Italy (03. – 06.06.07)**

Vortrag: „Simulation Comparison of Biproportional Electoral Systems“

**2nd ECPR Summer School in Methods and Techniques, Ljublijana (22.07.07 – 05.08.07)**

**Teilnahme an der Öffentliche Anhörung zur Änderung des Landeswahlgesetzes; Landtag Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (16.08.07)**

**Teilnahme bei der mündlichen Verhandlung des Bundesverfassungsgerichts in Sachen „5%-Klausel bei Kommunalwahlen in Schleswig-Holstein“ (28.11.2007)**

Olga Ruff

**International Workshop on “Distribution of power and voting procedures in the European Union”, Warsaw, Polen (12. – 13.10.07)**

**Teilnahme bei der mündlichen Verhandlung des Bundesverfassungsgerichts in Sachen „5%-Klausel bei Kommunalwahlen in Schleswig-Holstein“ (28.11.2007)**

Friedrich Pukelsheim

**Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt (24.01.07)**

Vortrag: „Ein Europa degressiver Wertigkeiten? Die Wahl zu Europäischen Parlament im Vertrag über eine Verfassung für Europa“

**Universität Zürich, Zürich, Schweiz (04.02.07)**

Vortrag: „Doppeltproportionale Sitzzuteilungsmethoden für Parlamentswahlen“

**TopMath Frühjahrsschule, Frauenchiemsee (28.02.07 – 01.03.07)**

**MAT TRIAD 2007, Będlow, Polen (22. – 25.03.07)**

Hauptvortrag: „The European Parliament election in the Treaty on a Constitution for Europe: An electorate of degressive valencies“

**Kolloquium an der University of Szeged, Szeged (10.04.07)**

Vortrag: „Mathematics of proportional representation systems“

**Workshop on Simulation and other quantitative approaches to the assessment of electoral systems, Alessandria, Italy (03. – 06.06.07)**

Hauptvortrag: „The Augsburg Java-Program “Bazi” for Proportional Representation Apportionment“

**Öffentliche Anhörung zur Änderung des Landeswahlgesetzes; Landtag Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (16.08.07)**

Gutachterliche Stellungnahme: „Stellungnahme zu beabsichtigten Änderungen des Landeswahlgesetzes Nordrhein-Westfalen“

**4<sup>th</sup> ecpr General Meeting, Pisa, Italien (06. – 08.09.07)**

Vortrag: „Seat bias formulas in proportional representation systems“

**International Workshop on “Distribution of Power and voting procedure in the European Union”, Warschau, Polen (12. – 13.10.07)**

Hauptvortrag: „A Parliament of Degressive Representativeness?“



## **Campus Spätlese (13.12.07)**

Vortrag: „Die Zahlen der Macht: Wer zählt wie viel in der EU?“

## **Veröffentlichungen**

Friedrich Pukelsheim

### **Die Mathematik der doppelten Gerechtigkeit**

mit M. Balinski

*Spektrum der Wissenschaft* 4/2007, 76 – 80.

### **Der Jagiellonische Kompromiss – Polen und ein neues Abstimmungssystem für den EU-Ministerrat.**

*Neue Zürcher Zeitung* 228. Jg., Nr. 140 (20. Juni 2007, Internationale Ausgabe) 6.

### **Archimedes schreibt an den Bibliothekar von Alexandria – Ein zwei Jahrtausende alter Brief des griechischen Mathematikers hat den Weg in die Nachwelt gefunden.**

Buchbesprechung: *Neue Zürcher Zeitung* 228. Jg., Nr. 253 (31. Oktober 2007, Internationale Ausgabe) 26.

Lothar Heinrich

### **Limit theorems for functionals on the facets of stationary random tessellations**

mit H. Schmidt, V. Schmidt

*Bernoulli*, 13, 868 – 891.

### **Limit distributions of some stereological estimators in Wicksell's corpuscle problem**

*Image Analysis & Stereology*, 26, 63 – 71.

### **An almost-Markov-type mixing condition and large deviations for Boolean models on the line**

*Acta Applicandae Mathematicae*, 96, 247 – 262.

### **Comment by Lothar Heinrich**

In: Discussion of Modern Statistics for Spatial Point Processes.

*Scandinavian Journal of Statistics*, 34, 695 – 696.

## **Gäste am Lehrstuhl**

01.05.07 – 28.02.08

**Herr Chuan-Pin Lee**, M.Sc., Kaohsiung, Taiwan

22.06.07 – 23.06.07

Professor **S.P. Mukherjee**, University of Calcutta, India

27. – 30.06.07

Dr. **Radoslav Harman**, Univerzita Komenského, Bratislava, Slowakei

03.07.07

Professor **Wolfgang Bischoff**, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Eichstätt

18.09.07 – 02.10.07

Professor **N.R. Draper**, Madison, WI, USA

08.11.07

Professor **Michael Wolf**, PhD, Universität Zürich, Zürich, Schweiz

13.11.07

Professor **Dietrich Stoyan**, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg

## **Erhalt von Forschungsförderungsmitteln, Drittmittelprojekte**

Friedrich Pukelsheim

- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Sachbeihilfe zum Thema „Mandatzuteilungen bei Verhältniswahlen: Mathematisch-statistische Probleme der proportionalen Repräsentation“

Lothar Heinrich

- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Sachbeihilfe für 24 Monate (ab 01.09.2006 bis 31.08.2008) zum Thema „Asymptotik von Diskrepanzmaßen für Charakteristiken zweiter Ordnung von räumlichen Punktprozessen mit Anwendungen zur Modellidentifikation“

## **Herausgabe von Zeitschriften**

Friedrich Pukelsheim

- Herausgeber: *Metrika - International Journal for Theoretical and Applied Statistics* **65(1) - 66(3)**. Physica-Verlag, Heidelberg 2006.
- Herausgeber: F. Pukelsheim/W. Reif/D. Vollhardt, *Augsburger Schriften zur Mathematik, Physik und Informatik*. Logos Verlag, Berlin 2007.

## **Organisation von Tagungen**

Friedrich Pukelsheim

**Statistik unter einem Dach, Bielefeld (27. - 30.03.07)**

Organisator / Sektionsleiter

## Forschungsgebiete am Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie

Der Schwerpunkt der am Augsburger Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie durchgeführten Forschungsarbeiten liegt im Berührungsfeld der Arithmetik und der Darstellungstheorie endlicher Gruppen, welche in aller Regel als Galoisgruppen von Erweiterungen globaler oder lokaler Zahlkörper erscheinen. Die Veröffentlichungen reihen sich damit in die heute allgemein im Zentrum des Interesses stehenden zahlentheoretischen Untersuchungen ein und liefern Beiträge zur Verifikation und Verfeinerung von grundlegenden Vermutungen, die innere arithmetische Zusammenhänge zu beschreiben versuchen.

Die Forschungsarbeit betrifft vornehmlich die weiter unten einzeln vorgestellten Spezialgebiete. Als Motivation sei ein Blick auf die Fermatsche Gleichung

$$x^p + y^p = z^p \quad \text{mit ganzen Zahlen } x, y, z \neq 0 \text{ und Primzahlexponent } p \geq 3$$

geworfen (deren über 300 Jahre vermutete Unlösbarkeit erst 1994, von A. Wiles, bewiesen wurde). Sie läßt sich unter Verwendung einer primitiven  $p$ -ten Einheitswurzel  $\zeta$  (etwa  $\zeta = e^{\frac{2\pi i}{p}} \in \mathbb{C}$ ) in die Produktgleichung

$$\prod_{i=0}^{p-1} (x + \zeta^i y) = z^p$$

verwandeln, die innerhalb der

$$\text{ganzen Zahlen } \mathfrak{o}_K = \left\{ \sum_{i=0}^{p-2} a_i \zeta^i \mid a_i \in \mathbb{Z} \right\} \text{ des Zahlkörpers } K = \left\{ \sum_{i=0}^{p-2} b_i \zeta^i \mid b_i \in \mathbb{Q} \right\} \subset \mathbb{C}$$

mit Hilfe von Teilbarkeitsbetrachtungen untersucht werden kann. Nun muß in  $\mathfrak{o}_K$  allerdings keine eindeutige Primzahlproduktdarstellung gelten, womit uns ein erstes Hindernis (mit Namen *Idealklassengruppe*) in den Weg gelegt ist; des weiteren sind Teilbarkeitsaussagen dadurch schwächer als Gleichheiten, daß Einheitsfaktoren, wie etwa  $1 + \zeta + \zeta^2 + \dots + \zeta^i$  mit  $1 \leq i \leq p-2$ , unberücksichtigt bleiben, woraus ein zweites Hindernis (mit Namen *Einheitengruppe*) entsteht. Die so aufkommenden Komplikationen werden jedoch durch das Vorhandensein gewisser Symmetrien, nämlich *Galoissymmetrien*, gelindert.

### Galoismodulstrukturen

Unter diesen Begriff fallen alle Untersuchungen, die mit der Aufdeckung ganzzahliger Galoisstrukturen, wie der des Rings der ganzen Zahlen, der der Einheiten- oder der der Idealklassengruppe eines Zahlkörpers  $K$ , befaßt sind, sofern  $K$  als galoissche Erweiterung eines Teilkörpers  $k$  vorliegt. Die beschreibenden Daten werden von analytischen Funktionen, wie etwa Artinschen  $L$ -Reihen, vermittelt und zwar meist als spezielle Werte. Dies ist eine überraschende Tatsache, die z.Zt. noch nicht voll verstanden wird und deren erste Beobachtung vor ca. 35 Jahren an Hand konkreter Beispielrechnungen zu Vermutungen führte, die zunächst als "crazy ideas" abgetan wurden. Das systematische Studium von Analogien zwischen arithmetischen und analytischen Eigenschaften im Zusammenhang mit der genannten Problemstellung hat sich aber inzwischen als sehr fruchtbar

erwiesen und schöne und tiefe Ergebnisse hervorgebracht. Die wesentlichen algebraischen Ingredienzen kommen dabei aus der ganzzahligen Darstellungstheorie; diejenigen aus der Zahlentheorie schließen die sogenannte Hauptvermutung der Iwasawatheorie ein und haben sogar zu Verallgemeinerungen davon geführt. Neue, mit Blick auf die Galoisstruktur der globalen Einheiten eingeführte Invarianten und deren vermutete Eigenschaften führen darüber hinaus hin zu den berühmten Vermutungen über  $L$ -Werte aus der arithmetischen Geometrie.

### Komplexe Multiplikation

Elliptische Kurven waren nicht nur beim Beweis der Fermatschen Vermutung ein bedeutendes Hilfsmittel; inzwischen spielen sie auch in der Kryptographie eine nützliche Rolle, weil sie eine natürliche Gruppenstruktur besitzen und sich die Koordinaten ihrer Torsionspunkte durch algebraische Gleichungen beschreiben lassen. Allerdings hat bisher die astronomische Größe der dabei auftretenden Zahlen eine Anwendung verhindert. Wie sich nun in letzter Zeit gezeigt hat, lassen sich die Koordinaten der Torsionspunkte durch Konstruktion geeigneter Funktionen auf algebraische Gleichungen mit bemerkenswert kleinen Koeffizienten zurückführen. Für einen Punkt der Ordnung  $3^4$  auf der Kurve  $y^2 = 4x^3 - 152x + 361$  wird dies durch die folgende Gleichung geleistet :

$$\begin{aligned} & X^{27} + \left(\frac{-9-\sqrt{-19}}{2}\right) X^{26} + \left(\frac{-11-9\sqrt{-19}}{2}\right) X^{25} + \left(\frac{-113+5\sqrt{-19}}{2}\right) X^{24} + \left(\frac{-197-\sqrt{-19}}{2}\right) X^{23} \\ & + \left(\frac{497+77\sqrt{-19}}{2}\right) X^{22} + (14 - 219\sqrt{-19}) X^{21} + \left(\frac{-1507-121\sqrt{-19}}{2}\right) X^{20} + \left(\frac{-3853-313\sqrt{-19}}{2}\right) X^{19} \\ & + (908 + 839\sqrt{-19}) X^{18} + \left(\frac{-1019-1582\sqrt{-19}}{2}\right) X^{17} + \left(\frac{-10159+5715\sqrt{-19}}{2}\right) X^{16} + (13307 - 2428\sqrt{-19}) X^{15} \\ & + \left(\frac{-38379+2225\sqrt{-19}}{2}\right) X^{14} + \left(\frac{38379+2225\sqrt{-19}}{2}\right) X^{13} + (-13307 - 2428\sqrt{-19}) X^{12} + \left(\frac{10159+5715\sqrt{-19}}{2}\right) X^{11} \\ & + (1019 - 1582\sqrt{-19}) X^{10} + (-908 + 839\sqrt{-19}) X^9 + \left(\frac{3853-313\sqrt{-19}}{2}\right) X^8 + \left(\frac{1507-121\sqrt{-19}}{2}\right) X^7 \\ & + (-14 - 219\sqrt{-19}) X^6 + \left(\frac{-497+77\sqrt{-19}}{2}\right) X^5 + \left(\frac{197-\sqrt{-19}}{2}\right) X^4 + \left(\frac{113+5\sqrt{-19}}{2}\right) X^3 \\ & + \left(\frac{11-9\sqrt{-19}}{2}\right) X^2 + \left(\frac{9-\sqrt{-19}}{2}\right) X - 1 = 0 \end{aligned}$$

Ebenfalls konnte mit geeigneten Funktionen die Konstruktion kryptographisch relevanter elliptischer Kurven über endlichen Körpern entscheidend beschleunigt werden. Dabei sind insbesondere solche Kurven von Interesse, deren Kardinalität eine Primzahl ist, weil so der Speicherplatz auf einem Chip optimal ausgenutzt werden kann. Zum Beispiel findet man so die elliptische Kurve

$$E : y^2 = x^3 + ax + b$$

mit

$$\mathbf{a = 1258231723013453855945964651669137089322382058048034022949,}$$

$$\mathbf{b = 767939297652711449647520701772444543315646789707108699427}$$

über dem endlichen Körper mit

$$\mathbf{p = 1569275433846659040586348091658961233251847511610481612889}$$

Elementen ( $p$  eine Primzahl). Dabei ist die Kardinalität der Kurve gegeben durch die Primzahl

$$\mathbf{q = 1569275433846659040586348091738189395766111567729048852599.}$$

Unter Verwendung der klassischen Weber-Funktionen benötigt man zu Bestimmung dieser Kurve auf einem Pentium 4 mit 2.6 MHz noch 694.06 Sekunden, während ein unlängst entwickeltes Verfahren mit anderen Funktionen die Kurve bereits nach 8.19 Sekunden liefert, also um den Faktor 85 schneller.

Am Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie waren 2006 tätig:

Professor Dr. Jürgen Ritter

Professor Dr. Reinhard Schertz

Dipl.-Math. Andreas Nickel

Dipl.-Math. Irene Sommer

Assoziierte Mitglieder des Lehrstuhls waren

Dr. Stefan Bettner

Prof. Dr. Werner Bley

Prof. Dr. Robert Boltje

Priv.-Doz. Dr. G.-Martin Cram

Prof. Dr. Olaf Neiß

Diplomarbeiten

*Die Lokalisierungssequenz der  $K$ -Theorie für Hauptideal-, Dedekindringe und Iwasawaalgebren* von Irene Sommer (Betreuer: Prof. Dr. J. Ritter)

Die Arbeit interpretiert Kraft (und Schwäche) der sogenannten Lokalisierungssequenz der algebraischen  $K$ -Theorie, die in jüngster Zeit in allen Arbeiten erscheint, die mit einer Verallgemeinerung der klassischen Iwasawatheorie beschäftigt sind. Die mit der Sequenz angesprochenen  $K$ -Gruppen und ihre Beziehungen zueinander werden dazu am Beispiel sehr vertrauter Ringe vorgestellt, nämlich für Hauptideal-, Dedekind- und  $p$ -adische Potenzreihenringe. In diesen Fällen kennt man die Isomorphietypen der endlich erzeugten Moduln genau (mit der Einschränkung, daß im zweiten Fall die Idealklassengruppe involviert ist und im dritten die endlichen Moduln verloren gehen); auch haben gleich sämtliche Moduln endliche projektive Dimension und passen damit in die  $K$ -theoretische Landschaft. Die  $K$ -Gruppen vergessen allerdings einiges von den genauen Strukturkenntnissen und behalten tatsächlich von den Moduln nur ihre Kompositionsfaktoren im Gedächtnis; die Lokalisierungssequenz spiegelt bei diesen Beispielringen noch recht offenkundige Zusammenhänge zwischen den die Moduln charakterisierenden Daten und der Arithmetik der Ringe wider.

*Konstruktion kryptographisch relevanter elliptischer Kurven mittels doppelter Eta-Quotienten* von Johannes Epple (Betreuer: Prof. Dr. R. Schertz)

Die Diplomarbeit von Herrn Epple befasst sich mit der Konstruktion kryptographisch relevanter elliptischer Kurven über endlichen Körpern mittels komplexer Multiplikation, ein Verfahren, das gegenüber der zufälligen Wahl der elliptischen Kurve den Vorteil hat, dass man bei der Konstruktion Einfluss auf die Kardinalität hat. Gemäß dem zuerst von H. Hasse beim Beweis der Riemannschen Vermutung für elliptische Funktionenkörper über endlichem Konstantenkörper aufgedeckten Zusammenhang hat man dazu zu einer vorgegebenen Primzahl ein geeignetes imaginär-quadratisches Gitter  $lU$  zu wählen, hierfür die Minimalgleichung der modularen Invariante  $j(lU)$  zu berechnen und dann modulo  $p$  zu faktorisieren. Bedingt durch die aus Sicherheitsgründen geforderte hohe

Klassenzahl (=Grad der Minimalgleichung) sind jedoch die Koeffizienten dieser Polynome so groß, dass das Verfahren in dieser Form praktisch unbrauchbar ist.

Standardmäßig benutzt man daher seit langem die Weberschen Funktionen  $f_i$ , die mit  $j$  über eine algebraische Gleichung zusammenhängen und berechnet zuerst die Minimalgleichungen der entsprechenden  $f_i$ -Werte, welche moderatere Koeffizienten besitzen. In jüngster Zeit ist eine weitere ganz erhebliche Verbesserung erreicht worden, bei der anstelle der Weberschen Funktionen doppelte Eta-Quotienten  $g_{P,Q}$  verwendet wurden. Allerdings sind die diesbezüglichen Programme bislang nur in den Fällen aufgestellt worden, in denen die beiden in den doppelten Eta-Quotienten auftretenden Transformationsgrade  $P$  und  $Q$  der Kongruenz

$$(P - 1)(Q - 1) \equiv 0 \pmod{24}$$

genügen. Die vorliegende Arbeit von Herrn Epple schließt diese Lücke. Das zentrale Problem besteht dabei in der Aufstellung eines Programms, das für gegebene Transformationsgrade  $P$  und  $Q$  die algebraische Gleichung zwischen  $g_{P,Q}$  und  $j$  berechnet, was dadurch erschwert wird, dass im Gegensatz zu den bereits behandelten Fällen neben  $j$  auch noch  $\gamma_2 = \sqrt[3]{j}$  und  $\gamma_3 = \sqrt{j - 12^3}$  in den Koeffizienten auftreten. Da die klassische Methode, bei der mit den  $q$ -Entwicklungen gearbeitet wird, in diesen Fällen zu aufwendig erscheint, wird hier ein anderer, wie sich zeigte sehr effektiver Weg benutzt, der stattdessen auf der Verwendung geeigneter gewählter Werte der beteiligten Funktionen beruht. Die Arbeit enthält entsprechend der Themenstellung neben dem entwickelten Algorithmus eine übersichtliche Darstellung der benötigten theoretischen Grundlagen über elliptische Funktionen, Modulfunktionen und Klassenkörpertheorie.

*Eine moderne Version des Hasse'schen Ansatzes zur Bestimmung elliptischer Kurven über endlichen Körpern mit Anwendungen in der Kryptographie* von Christoph Tinkl (Betreuer: Prof. Dr. R. Schertz)

Die Diplomarbeit von Herrn Tinkl befasst sich mit einer unveröffentlichten Arbeit von Helmut Hasse aus dem Jahr 1935, in der die Riemannsche Vermutung für Kongruenzfunktionenkörper vom Geschlecht Eins mit Mitteln der komplexen Multiplikation bewiesen wird. Der Beweis zeigt einmal, dass jede elliptische Kurve über einem endlichen Körper  $\mathbf{F}_{p^f}$  durch Reduktion einer über einem Ringklassenkörper eines imaginär-quadratischen Zahlkörpers definierte elliptischen Kurve mit komplexer Multiplikation gewonnen werden kann. Zum Beweis der RV werden dann durch Reduktion von Torsionspunkten sowohl Punkte auf der elliptischen Kurve über  $\mathbf{F}_{p^f}$  als auch Punkte in  $\mathbf{P}^2(\mathbf{F}_{p^f})$  konstruiert, die nicht auf der elliptischen Kurve liegen.

Die Hasse'sche Arbeit ist schwer lesbar, einmal, weil sie mit den damals zur Verfügung stehenden Mitteln der komplexen Multiplikation auskommen muss. Zum anderen leidet die Klarheit unter der bekannten Hasse'schen Abneigung, in komplexen Gittern ausgezeichnete Basen zu betrachten, was aber bei der Verwendung von Modulfunktionen höherer Stufe notwendig wird. Die Beschäftigung mit der Hasse'schen Arbeit geschieht in der Hoffnung, dass die darin enthaltenen Ansätze in Verbindung mit den heutigen Methoden zu brauchbaren neuen Ergebnissen führen werden, welche im Zusammenhang mit kryptographischen Anwendungen elliptischer Kurven von Interesse sind.

Ziel der Arbeit ist es, unter Beibehaltung des Originaltextes von Hasse, diesen durch ergänzende Bemerkungen verständlicher zu machen und die in den einzelnen Abschnitten verwendeten Schlussweisen und erzielten Ergebnisse in einer Zusammenfassung den heutigen Methoden und Resultaten gegenüberzustellen. Außerdem wird der in der Hasse'schen Arbeit nicht behandelte Fall „ $f$  gerade“ mit eingeschlossen sowie eine detaillierte Beschreibung der kryptographischen Anwendung des ersten Ansatzes der Hasse'schen gegeben.

### Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen

Jürgen Ritter

1. Department of Mathematical Sciences, University of Alberta, Edmonton, Kanada:  
13. September - 11. Oktober 2007

### Gäste am Lehrstuhl

1. Professor A. Weiss, FRSC, University of Alberta, Edmonton,  
Kanada: Januar 2007 und Juni 2007
2. Professoren Pierrette und Philippe Cassou-Noguès, Bordeaux:  
29.11. – 06.12.2007

### Förderungen/Drittmittel

1. Mittel zur vollständigen Finanzierung meines Aufenthalts in  
Edmonton, Kanada (09/10-2007)
2. DFG-Mittel in Höhe von € 14.830,00 zur Unterstützung der  
Konferenz „Iwasawa 2008“ im Kloster Irsee (29.06. – 04.07.2008)

### Veröffentlichungen

Jürgen Ritter

1. Ritter, Weiss; Non-abelian pseudomeasures and congruences  
between abelian Iwasawa L-functions. Pure and Applied  
Mathematics Quarterly 4 (2008), 1-22 [arXiv:0711.0581]
2. Ritter, Weiss; The integral logarithm in Iwasawa theory: an exercise.  
(2007), 9p. [ar-Xiv:0711.0600]
3. Ritter, Weiss; Congruences between abelian pseudomeasures.  
(2007), 11p., to appear in Math.Res.Lett. 15 (2008)  
[ar-Xiv:0711.0589]
4. Ritter, Weiss; Equivariant Iwasawa theory: an example. (2007), 9p.  
[arXiv:0711.0604]

# Rechnerorientierte Statistik und Datenanalyse

Prof. Antony Unwin, Ph.D.

## Anschrift

Universität Augsburg  
Institut für Mathematik  
D-86135 Augsburg

Telefon: (+49 821) 598 - 22 18  
Telefax: (+49 821) 598 - 22 80

Internet:  
Antony.Unwin@Math.Uni-Augsburg.de  
stats.math.uni-augsburg.de

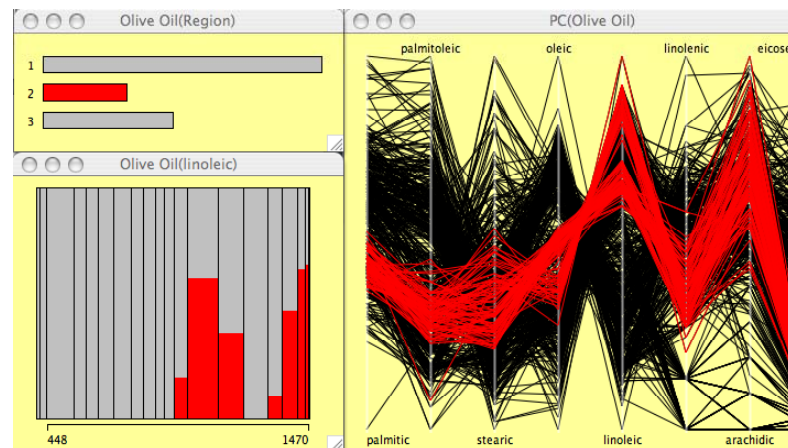
## Arbeitsgebiete des Lehrstuhls

### Datenvisualisierung

Durch den Einsatz von interaktiven statistischen Graphiken können Einsichten in Datensätze gewonnen werden, die durch Standardverfahren der math. Statistik nicht ohne weiteres möglich sind. Gerade bei sehr großen Datensätzen bietet die Visualisierung Überblicksmöglichkeiten die im Bereich des Data Mining entscheidend sind, wie in unserem neuen Buch „Graphics of Large Datasets“ zu sehen ist.

### Explorative Analyse und Explorative Modellanalyse

Die Methoden der Explorativen Daten Analyse, wie sie auf John W. Tukey zurückgehen, werden ausgebaut und um die explorative Analyse von Modellen erweitert. Dies ermöglicht die nahtlose Verbindung von klassischen statistischen Verfahren mit modernen graphischen Methoden.



### Software-Entwicklung

Hauptziel des Lehrstuhls ist es die oben beschriebenen Konzepte voranzutreiben. Dazu ist eine praktische Umsetzung der Ideen in Software unabdingbar. Nur dann können Verfahren in der Praxis eingesetzt und erprobt werden. Dazu wurden und werden eine Familie von interaktiven Software Programmen verwirklicht, „die Augsburger Impressionisten“ von MANET bis GAUGUIN. Diese Software soll unsere Ideen möglichst elegant, konsistent und intuitiv abbilden. Das iPlots Projekt implementiert diese Ideen im R Statistikpaket, und bringt so diese Ideen an ein breites Publikum.



## Mitarbeiter

- Renate Metzger (Sekretärin)
- Dipl. Math. Klaus Bernt
- Dr. Ali Ünlü

## Diplomarbeiten

### **Julia Habeck:** "Statistical Analysis of Medical Claims Databases"

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

In einer Zusammenarbeit mit einer Pharma Firma bekam Frau Habeck die Aufgabe, verschiedene Datenquellen zu der Behandlung der chronischen Atemwegkrankheit COPD zusammenzuführen und zu untersuchen. Sie musste große Datenmengen in verschiedenen Formats abgleichen, eine sorgfältige Filterung von Daten und Variablen vornehmen und ihre Resultate für nicht Statistiker verständlich machen. Das ist ihr alles schön gelungen.

### **Arnold Brutler:** "Usability von Statistik - Software (USS) am Bsp. von Mondrian"

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

Die Usability (Gebrauchstauglichkeit) der graphischen Software Mondrian ist von Herrn Brutler mit Hilfe von gefilmten Tests überprüft worden. Die Stärken dieser Arbeit sind die sorgfältige Vorbereitung und Durchführung von den Tests und die daraus gut begründeten und aufschlussreichen Kritikpunkte.

### **Andreas Bause:** "Graphische Zeitreihen-Analyse"

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

Diese Diplomarbeit hat zwei Ziele verfolgt, erstens die Visualisierung von Zeitreihen zu beschreiben und zu erläutern, und zweitens einen Entwurf vorzubereiten, was eine Software dafür alles machen können sollte. Der Bericht enthält viele interessante Einsichten.

### **Jutta Bierwisch:** "Entwicklung eines FTS-Konzepts unter Berücksichtigung des Kostenaspekts und anschließender Ablaufsimulation am Beispiel des Karosseriebaus im BMW Werk Leipzig"

Erstgutachter: Prof. Unwin, Zweitgutachter: Prof. Pukelsheim

Hier wird die erfolgreiche Durchführung einer Simulationsstudie in der Logistik beschrieben. Im Rahmen der Arbeit gibt Frau Bierwisch eine ausgezeichnete Übersicht des gegenwärtigen Stands der Theorie und Praxis von der Erzeugung von Zufallszahlen.

# Gastaufenthalte an auswärtigen Forschungseinrichtungen

Antony Unwin

Department of Statistics, Iowa State University (03.-11.08.2007)

Ali Ünlü

Institut für Psychologie, Universität Graz (16./17.03.2007 und 23./24.03.2007)

## Vorträge/Reisen

Antony Unwin

### **UCL, London (28.02.07)**

Vortrag: "Exploratory Statistical Software"

### **U. Hertfordshire (01.03.07)**

Vortrag: "What do users want?"

### **Cherry Bud Workshop, Yokohama, Japan (14.03.07)**

Vortrag: "Exploratory Statistical Software"

### **Dong Hwa University, HuaLien, Taiwan (21.03.07)**

Vortrag: "DataVisualization of LARGE datasets (or do we mean large?)"

### **Academica Sinica, Taipei, Taiwan (22.03.07)**

Vortrag: "Visualization of Large Datasets" (Short course)

### **DAGStat Bielefeld (29.03.07)**

Vortrag: "Exploratory Statistical Software"

### **Universität Augsburg (20.04.07)**

Vortrag: "Über vier Augen — moderne Methoden für Datenvisualisierung"

### **Universität Dortmund (29.05.07)**

Vortrag: "Bild, Bilder, am Bildesten: statistische Graphiken in den Medien"

### **IMA Conference Mathematics in Sport, Salford (26.06.07)**

Graphical Analysis of Decathlon Results and the Decathlon Points System"

Vortrag: "Parallel Coordinates for Parallel Events"

### **Statistical Computing, Reisingburg (01.07.07)**

Vortrag: "DataVisualization of LARGE datasets (or do we mean large?)"

### **Joint Statistical Meetings, Salt Lake City, USA (28.07.07)**

Vortrag: "Graphics of Large Datasets" (Short course)

### **Joint Statistical Meetings, Salt Lake City, USA (31.07.07)**

Vortrag: "Exploratory Statistical Software"

**Kongress für angewandte Pflegeforschung 2007, Witten (12.10.07)**

Vortrag: "Sichten und Einsichten: Statistische Graphiken in der Datenanalyse"

**Universität Göttingen (02.11.07)**

Vortrag: "Weight and See"

**Clustertreff Nanotechnologie & Sensorik, Würzburg (08.11.07)**

Vortrag: "Real Statistics in Real Time"

**FU Berlin (15.11.07)**

Vortrag: "Die graphische Darstellung von fehlenden Werten, fehlt etwas?"

Ali Ünlü

**Deutsche Gesellschaft für Klassifikation Freiburg (07.-09.03.07)**

Vortrag: Modified item tree analysis: An empirical application of the coefficient kappa to discrete multivariate inductive reasoning data

**Deutsche Arbeitsgemeinschaft Statistik (DAGStat) Bielefeld (27.-30.03.07)**

Vortrag: Misclassified response data in psychometrics

**Augsburger Mathematisches Kolloquium (17.04.2007)**

Vortrag: Statistical contributions to the theory of knowledge spaces

## Veröffentlichungen

Antony Unwin

"Statistical Consulting Interactions: a personal view" (2007) *AStA Advances in Statistical Analysis* 91: 349-59

"Adaptive Verfahren zur Analyse und Verbesserung realer Lehr-Lern-Systeme" (2007), 150-172 (with Fahrner, U.) In *Der Nutzen wird vertagt...* ed. Reinmann, G., and Kahlert, J. Lengerich: Pabst

"Parallel Coordinates for Parallel Events -- Graphical Analysis of Decathlon Results and the Decathlon Points System"

in: *IMA Mathematics in Sport*, ed. D Percy, Scarf, P., Robinson, C., 233-8. Salford

Ali Ünlü

Ünlü, A. (2007). Nonparametric item response theory axioms and properties under nonlinearity and their exemplification with knowledge space theory.

in: *Journal of Mathematical Psychology*, 51, 383–400.

Ünlü, A. (2007). Misclassified response data in psychometrics. In H.P.

Wolf, G. Kauermann, K. Mosler, & A. Ziegler (Eds.),

in: *Statistics 2007 – Statistics Under One Umbrella* (p. 317). Bielefeld, Germany: Druckerei Tiemann.

Ünlü, A., Brandt, S., & Albert, D. (2007). Corrigendum to "Surmise relations between tests - mathematical considerations". in: *Discrete Applied Mathematics*, 155, 2401–2402.

## Gäste am Lehrstuhl

18. - 21.08.07

Professor **Junji Nakano** Institute of Statistical Mathematics, Tokyo

16.10. - 15.12.07

Dr. **Natsuhiko Kumasaka** Keio University, Yokohama, Japan

29.11. - 01.12.07

Professor **Iain MacDonald**, University of Cape Town, South Africa

## Förderungen/Drittmittelprojekte

- DFG – „Wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen DFG und KOSEF“

## Herausgabe von Zeitschriften

Antony Unwin

- Journal of Statistical Software: Software Editor “

Ali Ünlü

- European Journal of Pure and Applied Mathematics: Associate Editor

## Organisation von Tagungen

Antony Unwin

- CMV2007 5th International Conference on Coordinated & Multiple Views in Exploratory Visualization, 02.07.07, ETH Zürich
- Intelligent Data Analysis IDA 2007 Ljubljana, Slovenia 06. - 8.09.07
- UseR! 2007 08. - 10.08.07

## Ehrungen und Preise

Antony Unwin

- Elected Fellow of the American Statistical Association

## Kolloquien und Gastvorträge

09.01.07

Professor Dr. **Andreas Veese**r, Università degli Studi di Milano  
„Convergence and complexity of adaptive finite elements“

11.01.07

Professor Dr. **Sergey Piskarev**, Moscow State University  
„On approximation of attractors on general approximation scheme“

15.01.07

Dr. **Ricardo H. Nochetto**, University of Maryland, USA  
„Discrete Gradient Flows for Shape Optimization and Applications“

16.01.07

Priv. Doz. Dr. **Hans Crauel**, Technische Universität Ilmenau, Universität Frankfurt  
„Stabilization by Rotation“

18.01.07

Professor Dr. **Andreas Veese**r, Università degli Studi di Milano  
„Convergent adaptive finite elements for the elliptic obstacle problem“

19.01.07

Professor Dr. **Kai Cieliebak**, Ludwig-Maximilians-Universität München  
„Algebraic structures on loop spaces and symplectic geometry“

06.02.07

Professor Dr. **Franco Magri**, Università di Milano-Bicocca  
„On the inner unity of the integrable systems, from the Kowalewski's top to the Korteweg-deVries“

09.02.07

Dr. **Meirav Amram Blei**, Universität Bar-Ilan  
„Braid monodromy and fundamental group“

28.04.07

Herr **Oussama Hijazi**, Nancy  
„Special Spinors and Tensors“

08.05.07

Professor Dr. **Giovanni Felder**, ETH Zürich  
„Plane curves, random surfaces and polynomial ideals (after A. Okounkov)“

09.05.07

Dr. **Bärbel Jansen**, Universität Heidelberg  
„Vergleich verschiedener Finite-Elemente-Approximationen zur numerischen Lösung der Plattengleichung“

10.05.07

Dr. **Alexander Lytchak**, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
„De Rham's theorem for metric spaces“

16.05.07

Dr. **Sinead ni Chiagáin**, Dublin IAS  
„Algebraic K-Theory and Partition Functions in Conformal Field Theory“

- 22.05.07  
Professor Dr. **Felix Otto**, Universität Bonn  
„Musterbildung im Mikromagnetismus“
- 05.06.07  
Professor Dr. **Barbara Wohlmuth**, Universität Stuttgart  
„Gekoppelte Mehrfeldprobleme mit Anwendungen in der Kontinuumsmechanik“
- 08.06.07  
Professor Dr. **Gautier Berck**, Université de Neuchâtel, z.Zt. Scuola Normale Superiore, Pisa  
„Areas and volumes in Finsler spaces“
- 15.06.07  
Professor Dr. **Dieter Kotschick**, Ludwig-Maximilians-Universität München  
„Geometry of recursion operators“
- 15.06.07  
Professor Dr. **Josef Dorfmeister**, Technische Universität München  
„Complex constant mean curvature surfaces: a master theory“
- 18.06.07  
Professor Dr. **A. Weiss**, FRSC aus Edmonton, Kanada  
„Some support for an ‚equivariant main conjecture‘“
- 19.06.07  
Professor Dr. **Fran Burstall**, University of Bath  
„Parabolic submanifold geometry“
- 22.06.07  
Professor **S.P. Mukherjee**, Calcutta  
„Estimation of Weibull parameters“
- 26.06.07  
Professor Dr. **Dietrich Braess**, Ruhr-Universität Bochum  
„Sind a posteriori Schätzer ohne generische Konstanten effizient?“
- 28.06.07  
Dr. **Nicolas Dir**, Max Planck Institut, Leipzig  
„Switching paths for Ising spins with Kac potential“
- 02.07.07  
Professor Dr. **Michael Spiess**, Universität Bielefeld  
„Shimura Kurven über Zahl- und Funktionenkörpern“
- 03.07.07  
Professor Dr. **Wolfgang Bischoff**, Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt  
„Wie hoch waren die Säulen des Philippeions in Olympia?“
- 06.07.07  
Dr. **Sascha Orlik**, Universität Leipzig  
„Kohomologische Aspekte von Periodenbereichen“
- 06.07.07  
Professor Dr. **Stefan Kebekus**, Universität Köln  
„Rationale Kurven auf algebraischen Varietäten“

07.07.07

Dr. **Ulrich Görtz**, Universität Bonn  
„Schlechte Reduktion von Shimura-Varietäten“

07.07.07

Dr. **Ho Hai Phung**, Universität Duisburg-Essen  
„Das Fundamentalgroupoidschema und Anwendungen“

07.07.07

Professor Dr. **Christoph Schweigert**, Universität Hamburg  
„Algebren, Bimoduln und konforme Feldtheorie“

10.07.07

Professor Dr. **Jan Bruinier**, Universität Köln  
„Die Arithmetik von Partitionen“

11.07.07

Dr. **Georg Hein**, Universität Duisburg-Essen  
„Stabilität und Kompaktheit“

11.07.07

Professor Dr. **Helena Verrill**, Louisiana State University, Baton Rouge, USA  
„Modular forms and Calabi-Yau varieties “

12.07.07

Professor Dr. **Sarah Carr**, Institut de Mathématiques de Jussieu, Chevaleret, Paris  
“Cellular Multi-Zeta Values”

12.07.07

Professor Dr. **Thomas Wanner**, George Mason University, USA  
“Der Cahn-Hilliard Attraktor in zwei Raumdimensionen”

17.07.07

Professor Dr. **Wolfgang Dahmen**, Institut für Geometrie und Praktische Mathematik,  
RWTH Aachen  
„Compressed sensing – a new paradigm in signal processing“

17.07.08

Professor Dr. **Vicente Cortes**, University of Regina, Kanada  
“Para-Pluriharmonic Maps and Twistor Spaces”

20.07.07

Professor Dr. **Liviu Mare**, University of Regina, Kanada  
“Connectivity of pre-images for moment maps on various classes of loop groups”

30.07.07

Dr. **Marco Romito**, Universität Florenz, Italien  
„Markov solutions for stochastic Navier Stokes equations in dimension three“

22.10.07

Professor **Andreas Rosenschon**, München  
“Algebraic cycles on products of elliptic curves over p-adic fields”

22.10.07

Professor **Cornelius Greither**, München  
“Kapitulation für Klassengruppen von Ordnungen”

- 22.10.07  
Professor **Sergei Vostokov**, St. Petersburg, Russland  
„The classical reciprocity law as an analog of an Abelian integral theorem“
- 30.10.07  
Professor Dr. **Pierrette Cassou-Noguès**, Université Bordeaux  
“Around the monodromy conjecture”
- 30.10.07  
Professor Dr. **Pierrette Cassou-Noguès**, Université Bordeaux  
“Around the monodromy conjecture”
- 06.11.07  
Professor Dr. **Werner Müller**, Universität Bonn  
„ Harmonic analysis on locally symmetric spaces and number theory“
- 07.11.07  
Dr. **Béatrice Bleile**, Max-Planck-Institut Bonn  
“Poincaré Dualitäts-Komplexe in Niedrigen Dimensionen“
- 09.11.07  
Dr. **G. A. Pavliotis**, Imperial College London, United Kingdom  
“From ballistic to diffusive behaviour in periodic potentials“
- 13.11.07  
Dr. **Peter Giesl**, University of Sussex, Brighton, United Kingdom  
“Zur Bestimmung von Einzugsbereichen von Gleichgewichtspunkten und periodischen Orbits mittels Radialer Basisfunktionen“
- 13.11.07  
Professor Dr. **Dietrich Stoyan**, Technische Universität Bergakademie Freiberg  
„ Statistical Analysis of Random Packings of Hard Spheres“
- 14.11.07  
Professor Dr. **Nikolay Tyurin**, Dubna and MPI Bonn  
“Three conjectures on lagrangian tori in the projective plane“
- 14.11.07  
Herr **Wolfgang Motzer**, Altenmarkt  
“David mit Goliath‘- wie Schüler der Oberstufe mit Schülern der Unterstufe ein Projekt erarbeiten“
- 20.11.07  
Professor Dr. **Martin Grötschel**, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik und TU Berlin  
„Gibt es in der Linearen Optimierung noch etwas zu erforschen?“
- 23.11.07  
Dr. **Bogdan Popescu**, Institute of Mathematics of the Romanian Academy, Bucharest, Romania  
“Banach Lie transformation groups“
- 27.11.07  
Professor Dr. **Mario Micalef**, University of Warwick  
„The work of Jesse Douglas on Minimal Surfaces and the first Fields Medal“
- 30.11.07  
Professor **Iain MacDonald**, University of Cape Town, South Africa  
“Latent-state models with feedback: an extension of hidden Markov models“



04.12.07

Professor Dr. **Carsten Carstensen**, Humboldt-Universität Berlin und TU München  
„Ein konvergenter adaptiver Algorithmus zur Courant-Finiten-Elemente-Diskretisierung für eine große Klasse von konvexen Minimierungsproblemen“

05.12.07

Professor Dr. **Katrin Leschke**, University of Leicester, UK  
„The Spectral Curve of Hamiltonian Stationary Lagrangians in  $C^2$ “

11.12.07

Professor Dr. **Wolfgang Arendt**, Universität Ulm  
„Maximale Regularität: Von Harmonischer Analyse zu nicht-linearen partiellen Differentialgleichungen“

11.12.07

Professor Dr. **Per Tomter**, Universitetet i Oslo, Norwegen  
„Isometric immersions of homogeneous hyperspheres into complex hyperbolic space“

11.12.07

Dr. **Wei Wang**, Nanjing University  
„Multiscale methods in stochastic partial differential equations“

13.12.07

Dr. **L. Belenkaia**, Universität Freiburg  
„Implementierungsaspekte für die P-Laplace Gleichung“

## **Koordinationsstelle für das Betriebspraktikum**

Prof. Dr. Karl Heinz Borgwardt  
Angewandte Mathematik  
Institut für Mathematik  
Universität Augsburg

Universitätsstraße 14  
Raum 3027  
D - 86 135 Augsburg  
Telefon: (0821) 598-2234  
Telefax: (0821) 598-2200  
e-mail: borgwardt@math.uni-augsburg.de  
<http://www.math.uni-augsburg.de/opt/borgward.html>

## **Betriebspraktikum 2007**

Die Studenten und Studentinnen der Diplom-Studiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik sowie des Bachelor-Studiengangs Wirtschaftsmathematik haben nach Prüfungsordnung ein mindestens zweimonatiges Betriebspraktikum in Industrie, Wirtschaft oder Verwaltung zu absolvieren. Dabei sollen erste Einblicke ins Berufsleben und in die außeruniversitäre Arbeitsweise von Mathematikern gewonnen werden. Diese Praktika beeinflussen sowohl die Schwerpunktsetzung im weiteren Studium als auch die später anstehende Entscheidung für eine Branche oder für ein Unternehmen bei der Arbeitsplatzsuche. Auch für die beschäftigenden Unternehmen ergeben sich daraus regelmäßig Vorteile. Neben der Mithilfe der Praktikanten liegt ein beiderseitiger Nutzen in der Herstellung von Kontakten und im intensiven Kennenlernen über einen zweimonatigen Zeitraum. Schon häufig hat dies zu endgültigen Anstellungen unserer Absolventen geführt. Auch im Jahr 2007 war die Zusammenarbeit mit Firmen und Institutionen diesbezüglich sehr gut. Es wurden ausreichend viele Plätze zur Verfügung gestellt und die Praktika verliefen zur beiderseitigen Zufriedenheit. Deshalb bedanken wir uns bei allen Anbietern von Praktikumsstellen und allen Betreuern. Sie haben dazu beigetragen, daß unsere Studiengänge realitäts- und praxisnah gestaltet werden können. Wir hoffen auf eine Fortsetzung dieser fruchtbaren Zusammenarbeit.

In der folgenden Liste sind die Praktikumsplätze zusammengestellt, die Studenten und Studentinnen der Mathematik und der Wirtschaftsmathematik im Jahr 2007 zur Verfügung gestellt wurden.

**6 Praktikumsplätze:** Fujitsu Siemens, FSC VP BC E CE, 86199 Augsburg HO 1

**3 Praktikumsplätze:** Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft  
80791 München

**je 2 Praktikumsplätze:** Bayern LB, 80277 München  
explido WebMarketing GmbH & Co.KG  
86167 Augsburg  
GSF - Forschungszentrum, 85764 Neuherberg

**je 1 Praktikumsplatz:** abraxas, Gotenstr. 6, 86749 Königsbrunn  
Amt für Stadtentwicklung, 86150 Augsburg  
AUDI AG, 85045 Ingolstadt

**BIB Augsburg GmbH**, 86159 Augsburg  
**BMW AG**, 80788 München  
**Daimler AG**, 76726 Germersheim  
**Datev**, 90329 Nürnberg  
**Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG**  
90549 Röthenbach  
**EADS Deutschland GmbH**, 88039 Friedrichshafen  
**Federal - Mogul Friedberg GmbH**,  
86316 Friedberg  
**GENO-Verband**, 70191 Stuttgart  
**Glaxosmithkline GmbH & Co. KG**  
80339 München  
**Hirschvogel Umformtechnik GmbH**  
86920 Denklingen  
**HypoVereinsbank**, 81927 München  
**IDS GmbH**, Königinstr. 28, 80802 München  
**Institut für Meteorologie u. Klimaforschung**  
82467 Garmisch-Partenkirchen  
**Instyler Software**, Adolf-Kolping-Str. 40  
86415 Mering  
**Fa. KUKA** , 86073 Augsburg  
**Klinikum Ingolstadt**, 85049 Ingolstadt  
**MAN Diesel SE**, 86224 Augsburg  
**Mercer Human Resource Consulting GmbH**  
80539 München  
**netzathleten.net GmbH**, Werner-von-Siemens-Str. 6 86159  
Augsburg  
**Stadtsparkasse Düsseldorf**, 40212 Düsseldorf  
**Stadtsparkasse München**, 80791 München  
**Union Finanzservice**, 86633 Neuburg/Do  
**Von Braun & Schreiber**, 80539 München  
**Wafa Kunststofftechnik GmbH**, Schafweidstr. 37  
86179 Augsburg  
**Watson Wyatt Deutschland GmbH**  
80339 München

Wir hoffen auf eine auch in der Zukunft erfolgreiche Kooperation bei der Praktikumsvermittlung zum Vorteil der beteiligten Institutionen und Firmen sowie unserer Studenten und Studentinnen und bedanken uns auf das Herzlichste.