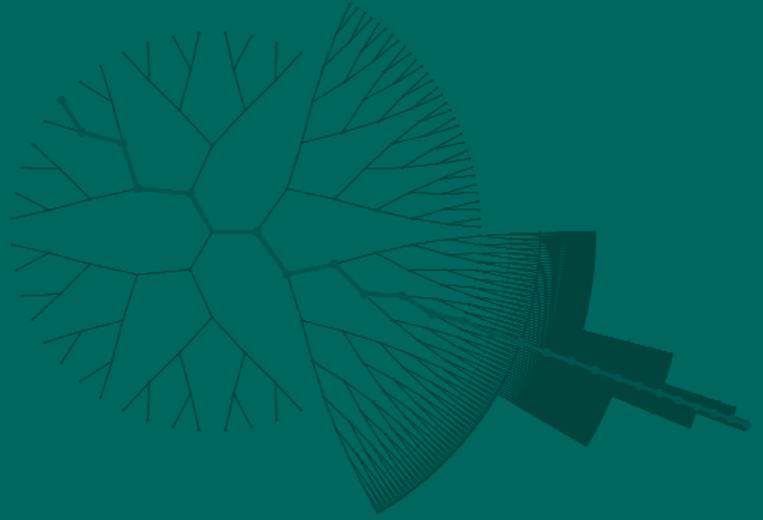


# Forschung und Lehre mit Profil

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik  
Universität Paderborn



INSTITUT  
FÜR ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK



INSTITUT  
FÜR INFORMATIK

INSTITUT  
FÜR MATHEMATIK



**UNIVERSITÄT PADERBORN**  
*Die Universität der Informationsgesellschaft*

# Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik bündelt die Universität Paderborn ihre Forschungs- und Lehrkapazitäten auf all jenen Gebieten, die für die technologische Fortentwicklung der Informationsgesellschaft von zentraler Bedeutung sind. Neben der Erforschung und Vermittlung

methodischer Grundlagen auf den Gebieten der Informatik, Mathematik und Systemtheorie befassen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der Weiterentwicklung und Anwendung intelligenter Informationstechnologien.

Die Stärke der Paderborner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind der Wille und die Fähigkeit zu erfolgreicher interdisziplinärer Zusammenarbeit. So

ist die Fakultät an mehreren interdisziplinär angelegten Einrichtungen beteiligt – Wissenschaftliche Zentren, Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs, International Graduate School –, in denen sie eine tragende Rolle spielt. Der hohe Grad an Interdisziplinarität spiegelt sich auch im Studienangebot wider: Neben Studiengängen in Elektrotechnik, Informatik und Mathematik werden eine Reihe von



Rechts: Prof. Dr. Peter Glotz, Universität Sankt Gallen, mit Rektor Prof. Dr. Nikolaus Risch (rechts) und dem damaligen Dekan Prof. Dr. Gregor Engels (links) beim Tag der Fakultät 2004. Prof. Glotz hielt den Gastvortrag zum Thema „Die Universität in der Informationsgesellschaft“.

Oben: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Theodor Berchem, Präsident des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD), mit dem Prorektor für Forschung wissenschaftlichen Nachwuchts, Prof. Dr. Wilhelm Schäfer (links), und Dekan Prof. Dr. Michael Dellnitz (rechts) beim Tag der Fakultät 2007. Prof. Berchem hielt den Festvortrag zum Thema „Austausch und Mobilität in Zeiten der Globalisierung“.



## Inhalt

### 4 Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

- 5 Internationalität
- 6 Studiengänge in der Fakultät
- 7 Nachwuchsförderung

### 8 Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

- 9 Studiengänge
- 10 Schwerpunktprojekte
- 12 Ausgewählte Kooperationen
- 13 Unternehmensgründungen
- 14 Informationstechnik
- 15 Nachrichtentechnik  
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach
- 16 Datentechnik  
Prof. Dr. Sybille Hellebrand
- 17 Nachrichtentheorie  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter
- 18 GET Lab  
Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching
- 19 Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik  
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé
- 20 Mikrosystemtechnik
- 21 Angewandte Datentechnik  
Prof. Dr.-Ing. Fevzi Belli

- 22 Sensorik  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann
- 23 Schaltungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert
- 24 Theoretische Elektrotechnik  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann
- 25 Höchstfrequenzelektronik  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede
- 26 Automatisierungstechnik
- 27 Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker
- 28 Regelungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Frank Dörrscheidt
- 29 Steuerungs- und Regelungstechnik  
Prof. Dr. techn. Felix Gausch
- 30 Elektrische Messtechnik  
Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning
- 31 Nachhaltige Energiekonzepte  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voss

### 32 Institut für Informatik

- 33 Studiengänge
- 34 Schwerpunktprojekte
- 37 Ausgewählte Kooperationen
- 38 Unternehmensgründungen
- 39 Modelle und Algorithmen
- 40 Codes und Kryptografie  
Prof. Dr. Johannes Blömer

- 41 Methoden des Operations Research  
Prof. Dr. Wilfried Hauenschild
- 42 Algorithmen und Komplexität  
Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide
- 43 Effiziente Nutzung paralleler Systeme  
Prof. Dr. Burkhard Monien
- 44 Weitere Wissenschaftler – Modelle und Algorithmen  
Dr. Matthias Fischer
- 44 Algorithmen und Komplexität  
Jun.-Prof. Dr. Christian Sohler
- 45 Effiziente Nutzung paralleler Systeme  
Jun.-Prof. Dr. Robert Elsässer  
Dr. Rainer Feldmann  
Dr. Ulf Lorenz
- 47 Softwaretechnik und Informationssysteme
- 48 Datenbanken und E-Commerce  
Prof. Dr. Stefan Böttcher
- 49 Datenbank- und Informationssysteme  
Prof. Dr. Gregor Engels
- 50 Programmiersprachen und Übersetzer  
Prof. Dr. Uwe Kastens
- 51 Wissensbasierte Systeme  
Prof. Dr. Hans Kleine Büning
- 52 Softwaretechnik  
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer  
Dr. Ekkart Kindler  
Jun.-Prof. Dr. Holger Giese

Kombinationsstudiengängen angeboten, so zum Beispiel Ingenieurinformatik, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen und Technomathematik.

Mit der vorliegenden Broschüre verfolgt die Fakultät das Ziel, ihre Forschungsaktivitäten einer interessierten Öffentlichkeit vorzustellen. Sie richtet sich insbesondere an Entscheidungsträger aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Weitergehende und ständig aktualisierte Informationen über unsere Fakultät können jederzeit im Internet abgerufen werden: [www.upb.de/eim](http://www.upb.de/eim). Interessenten sind gerne eingeladen, Kontakt mit uns aufzunehmen. Als kompetenter Gesprächspartner steht Ihnen der Geschäftsführer der Fakultät, Herr Dr. math. Michael Laska, zur Verfügung, den Sie unter der E-Mail-Adresse [mlaska@upb.de](mailto:mlaska@upb.de) erreichen können.

Herzlich, Ihr

Prof. Dr. Michael Dellnitz  
Dekan der Fakultät für Elektrotechnik,  
Informatik und Mathematik

Unten: Die Preisträger der Fakultät mit dem Prorektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs, dem Dekan und den Prodekanen sowie den Vertretern der Sponsoren beim Tag der Fakultät 2007. Die Fakultät vergibt die Preise alljährlich für die besten Studienleistungen und die besten Promotionen; darüber hinaus vergibt die Fakultät den „Weierstraß-Preis für ausgezeichnete Lehre“.



Oben: Dr. Arend Oetker, Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, mit Rektor Prof. Dr. Nikolaus Risch (rechts) und dem damaligen Dekan Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter (links) beim Tag der Fakultät 2006. Dr. Oetker hielt den Festvortrag zum Thema „Die Säulen der Informationsgesellschaft: Innovation und Bildung“.

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <p>54 Spezifikation und Modellierung von Softwaresystemen<br/>Prof. Dr. Heike Wehrheim</p> <p>55 Mensch-Maschine-Wechselwirkung</p> <p>56 Computergrafik, Visualisierung und Bildverarbeitung<br/>Prof. Dr. Gitta Domik</p> <p>57 Informatik und Gesellschaft<br/>Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil</p> <p>58 Didaktik der Informatik<br/>Prof. Dr. Johann S. Magenheim</p> <p>59 Mensch-Computer-Interaktion<br/>Prof. Dr. Gerd Szwillus</p> <p>60 Weitere Wissenschaftler – Informatik und Gesellschaft<br/>Jun.-Prof. Dr. Thorsten Hampel</p> <p>61 Eingebettete Systeme und Systemsoftware</p> <p>62 Rechnernetze<br/>Prof. Dr. Holger Karl</p> <p>63 Technische Informatik<br/>Prof. Dr. Marco Platzner</p> <p>64 Entwurf Verteilter Realzeitsysteme<br/>Prof. Dr. Franz J. Rammig</p> <p>65 Weitere Wissenschaftler – Entwurf Verteilter Realzeitsysteme<br/>Dr. Bernd Kleinjohann<br/>Dr. Lisa Kleinjohann<br/>Dr. Wolfgang Müller</p> | <p>66 Institut für Mathematik</p> <p>67 Studiengänge</p> <p>68 Schwerpunktprojekte</p> <p>69 Unternehmensgründungen</p> <p>70 Algebra und Zahlentheorie</p> <p>71 Zahlentheorie<br/>Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Karl-Heinz Indlekofer</p> <p>72 Algebra und Darstellungstheorie<br/>Prof. Dr. Henning Krause</p> <p>73 Geometrie von Darstellungen und Singularitäten<br/>Prof. Dr. Helmut Lenzing</p> <p>74 Arithmetische Geometrie<br/>Prof. Dr. Torsten Wedhorn</p> <p>75 Wissenschaftliches Rechnen</p> <p>76 Algebraische Komplexitätstheorie<br/>Prof. Dr. Peter Bürgisser</p> <p>77 Angewandte Mathematik – Numerische Mathematik und Dynamische Systeme<br/>Prof. Dr. Michael Dellnitz</p> <p>78 Diskrete Optimierung<br/>Prof. Dr. Friedrich Eisenbrand</p> <p>79 Angewandte Mathematik und Stochastik</p> <p>80 Stochastik<br/>Prof. Dr. Hans M. Dietz</p> <p>81 Numerische Mathematik<br/>Prof. Dr. Norbert Köckler</p> | <p>82 Stochastik<br/>Prof. Dr. Björn Schmalfuß</p> <p>83 Analysis</p> <p>84 Analysis, insbesondere Funktionalanalysis<br/>Prof. Dr. Klaus D. Bierstedt</p> <p>85 Mikrolokale Analysis<br/>Prof. Dr. Sönke Hansen</p> <p>86 Lie-Theorie<br/>Prof. Dr. Joachim Hilgert</p> <p>87 Analysis, insbesondere Banachraumtheorie<br/>apl. Prof. Dr. Wolfgang Lusky</p> <p>88 Didaktik der Mathematik<br/>Prof. Dr. Peter Bender<br/>Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens<br/>Prof. Dr. Hartmut Spiegel</p> <p>92 Nachwuchswissenschaftler<br/>PD Dr. Dirk Kussin</p> <p>93 Emeriti<br/>Prof. Dr. Eberhard Kaniuth<br/>Prof. Dr. Karl-Heinz Kiyek<br/>Prof. Dr. Reimund Rautmann<br/>Prof. Dr. Hermann Sohr</p> <p>95 Assoziierte Einrichtungen</p> <p>108 Aktivitäten von Studierenden und Absolventen</p> <p>109 Impressum</p> |
|--|--|---|

# Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Die Technologien der Informationsgesellschaft durchdringen alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft. Sie verändern die Art und Weise, wie wir leben, wie wir lernen, arbeiten und wie wir unsere Freizeit gestalten. In Zukunft werden Computer und Netze noch stärker in den Alltag integriert sein und den Bürgern eine Vielzahl von Diensten und Anwendungen zugänglich machen. In der Vision der „Intelligenten Umgebung“ rückt der individuelle Nutzer in den Mittelpunkt der zukünftigen Entwicklungen für eine breite Wissensgesellschaft für alle. Die Verwirklichung dieser Vision erfordert massive Forschungsanstrengungen, die den wichtigsten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen Rechnung tragen und eine parallele Entwicklung der Technologien und ihrer Anwendungen gewährleisten.

In der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik bündelt die Universität Paderborn ihre Aktivitäten auf all jenen Gebieten, die für die technologische Fortentwicklung der Informationsgesellschaft von zentraler Bedeutung sind. Über die Erforschung und Vermittlung methodischer Grundlagen hinaus befassen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der Anwendung und Weiterentwicklung moderner Informationstechnologie. Mit ca. 60 Professorinnen und Professoren, mehr als 200 wissenschaftlichen Mitarbeitenden sowie über 4.000 Studierenden gehört die Fakultät zu den größten der fünf Fakultäten der Universität Paderborn. Wissenschaftler der Fakultät sind gefragte Partner in Wissenschaft und Wirtschaft. Sie sind maßgeblich an zentralen Einrichtungen der Universität sowie an zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten,

häufig federführend, beteiligt. Das dadurch in den letzten Jahren erzielte jährliche Drittmittelvolumen erreicht Spitzenwerte von über 12 Millionen Euro. All diese Projekte sind durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität gekennzeichnet. Sie ist eines der Alleinstellungsmerkmale der Fakultät. In der Lehre wird den Studierenden eine hochwertige, bedarfsorientierte Ausbildung geboten, die einer ständigen Qualitätskontrolle unterzogen wird. Die Anerkennung der Leistungen in Forschung und Lehre drückt sich in den einschlägigen Rankings aus: So nahm der Bereich Elektrotechnik/Informationstechnik im zuletzt veröffentlichten DFG-Ranking mit Platz 7 unter 82 Instituten eine Spitzenstellung ein, ebenso die Informatik im letzten CHE-Ranking mit einem Platz in der Spitzengruppe gemeinsam mit drei anderen von insgesamt 77 Institutionen.

## Fakultätsstruktur

### Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik



Dekan:  
Prof. Dr.  
Michael Dellnitz



Studiendekan:  
Prof. Dr.  
Michael Dietz



Geschäftsführer:  
Dr. Michael  
Laska

#### Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik



Prodekanin:  
Prof. Dr.  
Sybille  
Hellebrand

#### Institut für Informatik



Prodekan:  
Prof. Dr.  
Friedhelm Meyer  
auf der Heide

#### Institut für Mathematik



Prodekan:  
Prof. Dr.  
Joachim Hilgert

# Internationalität

Die Fakultät strebt seit vielen Jahren ein hohes Maß an Internationalität in Forschung und Lehre an. Kooperationen mit ausländischen Einrichtungen, Kooperationen im Rahmen von internationalen Netzwerken und von Beteiligungen an internationalen Forschungsprojekten sind Schwerpunkte der internationalen Ausrichtung der Fakultät. Ferner fördert die Fakultät nachhaltig die Internationalität der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in der NRW International Graduate School und in den Graduierten-Kollegs. Darüber hinaus bietet die Fakultät ihren Studierenden eine international wettbewerbsfähige Ausbildung in ihren Bachelor-/Master-Studiengängen sowie durch Austauschprogramme mit ausländischen Hochschulen und durch englischsprachige Lehrangebote.

Das **Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik** unterhält intensive Kontakte zu Universitäten in Ägypten, Australien, China, Indien, Kanada, Südkorea, USA sowie zu mehreren Universitäten in Europa. Das Institut plant die Einführung eines englischsprachigen Master-Studiengangs, dessen Ausgestaltung mit ausgewählten Partneruniversitäten wie die Queensland University of Technology (Brisbane, Australien), das Indian Institute of Technology Dehli (Indien), die Beijing University of Aeronautics and Astronautics (Peking, China) und die Ain Shams University (Kairo, Ägypten) abgestimmt wird. Das **Institut für Informatik** spielt eine sehr aktive Rolle bei der Einwerbung und Durchführung von EU-Projekten und EU-Netzwerken. Das Institut war im Verlaufe des 5. und 6. Forschungsrahmenprogramms an bis zu sieben EU-Forschungsprojekten, davon zwei

Research Training Networks, gleichzeitig beteiligt. Austauschabkommen bestehen mit der Carleton University (Ottawa, Kanada), der Nanjing University (China), der Western Michigan University (Kalamazoo, USA) sowie acht weiteren Universitäten in Europa. Das Institut wird in Kürze einen englischsprachigen Masterstudiengang einführen. Da mathematische Forschung traditionell international ausgerichtet ist, verfügt jede Arbeitsgruppe im **Institut für Mathematik** über vielfältige Forschungskontakte ins Ausland. Eine besondere Rolle spielt hier das gemeinsam mit der Universität Metz gegründete deutsch-französische Graduiertenkolleg. Kooperationsverträge bestehen mit der Eötvös Loránd Universität Budapest (Ungarn), der Universität Debrecen (Ungarn) und sowohl mit der Universität als auch der Russischen Akademie der Wissenschaften St. Petersburg (Russland).



Oben: Vertreter des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik zu Gast an der Beihang University in Peking (China) im Herbst 2006; hintere Reihe von links: Prof. Yuan Haiwen, Prof. Joachim Böcker, Prof. Li Xingshan, Prof. Horst Grotstollen, M. Sc. Cui Yong; vordere Reihe: Ehefrau von Herrn Yuan, Frau Dr. Yang Bo, Frau Böcker, Frau Prof. Bärbel Mertsching, Frau Grotstollen, Frau Prof. Zheng Hong. Mit der Beihang University besteht ein wechselseitiges Studentenaustauschprogramm, unterstützt vom DAAD.

Unten: Teilnehmer aus zehn verschiedenen Ländern beim jährlichen Workshop des EU-Projekts DELIS in Bertinoro (Italien) im Januar 2007. Die Paderborner Informatik ist mit Prof. Meyer auf der Heide und Prof. Monien und ihren Arbeitsgruppen an diesem Projekt beteiligt. Prof. Meyer auf der Heide ist darüber hinaus Leiter und Gesamtkoordinator des Projekts.



Links: Teilnehmer des „Seminars Sophus Lie“ in Metz (Frankreich) im Jahr 2004. Das Seminar startete 1990 als deutsch-deutsche Veranstaltung. Es findet zweimal im Jahr statt und wurde im Laufe der Zeit immer internationaler. Die nächsten drei Treffen werden in Bielefeld, Budapest und Klausenburg sein. Im Jahr 2005 fand das Seminar in Paderborn unter der Leitung von Prof. Hilgert statt.

# Studiengänge in der Fakultät

Die Fakultät verfolgt als Ziel, den Studierenden eine hochwertige universitäre Ausbildung zu vermitteln. Sie ist wissenschaftlich fundiert und qualifiziert unsere Absolventinnen und Absolventen gleichermaßen für die industrielle Praxis und für Forschung und Entwicklung. Das Angebot der Studiengänge, deren Struktur und Inhalte sowie die Qualität der Vermittlung und die Wirksamkeit der Beratung werden regelmäßig überprüft und verbessert. Gezielte Informationen für Studieninteressierte und wirksame Beratung tragen zu einem zielgerichteten, erfolgreichen Studium bei. Im Einzelnen werden folgende Studiengänge angeboten.

## Studiengänge im Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

- Diplom Elektrotechnik\*
- Bachelor/Master Elektrotechnik
- Diplom Informationstechnik\*
- Diplom Berufsbildungsingenieur\*
- Master Berufsbildung Elektrotechnik (in

Verbindung mit Bachelor Elektrotechnik)

- Diplom Wirtschaftsingenieurwesen, Schwerpunkt Elektrotechnik (Kooperation mit Fakultät für Wirtschaftswissenschaften)\*
- Bachelor/Master Wirtschaftsingenieurwesen, Schwerpunkt Elektrotechnik (Kooperation mit Fakultät für Wirtschaftswissenschaften)
- Diplom Ingenieurinformatik, Schwerpunkt Elektrotechnik (Kooperation mit Institut für Informatik)\*
- Bachelor/Master Ingenieurinformatik, Schwerpunkt Elektrotechnik (Kooperation mit Institut für Informatik)

## Studiengänge im Institut für Informatik

- Bachelor/Diplom Informatik\*
- Bachelor/Master Informatik
- Lehramt für Sekundarstufe II\*
- Lehramt Informatik an Gymnasien und Gesamtschulen
- Diplom Wirtschaftsinformatik (Kooperation mit Fakultät für Wirtschaftswissenschaften)\*

## Studiengänge im Institut für Mathematik

- Diplom Mathematik\*
- Bachelor/Master Mathematik
- Diplom Technomathematik (Kooperation mit Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. mit Fakultät für Maschinenbau)\*
- Bachelor/Master Technomathematik (Kooperation mit Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. mit Fakultät für Maschinenbau)
- Lehramt Mathematik für Primarstufe\*
- Lehramt Mathematik für Sekundarstufe I\*
- Lehramt Mathematik für Sekundarstufe II\*
- Lehramt Mathematik an Grund-, Haupt-, Real- und Gesamtschulen entweder mit dem Schwerpunkt Grundschule oder mit dem Schwerpunkt Haupt-, Real- und Gesamtschule
- Lehramt Mathematik an Gymnasien und Gesamtschulen
- Lehramt Mathematik an Berufskollegs

\* wird auslaufen



Rechts: Studierende im Service Center



Oben: Studentinnen der Ingenieurwissenschaften



Oben: Die Uni von Süden



Unten: Studierende in einer Grundvorlesung im Auditorium maximum

# Nachwuchsförderung

In der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik hat die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses höchste Priorität. Schon frühzeitig werden begabte Studierende an aktuelle Forschungsthemen herangeführt, die sie nach Abschluss des Studiums im Rahmen der über 200 Assistenten- und Doktorandenstellen weiter vertiefen können.

Das von der DFG geförderte **Graduiertenkolleg „Wissenschaftliches Rechnen: anwendungsorientierte Modellierung und Algorithmenentwicklung“** ist in das Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCo) eingebettet und bietet hoch qualifizierten Nachwuchswissenschaftlern die Möglichkeit, in dem Bereich des Wissenschaftlichen Rechnens an der Universität Paderborn zu forschen und zu promovieren. [www.pasco.upb.de/gk/](http://www.pasco.upb.de/gk/)

Im Oktober 2005 wurde das **deutsch-französische Graduiertenkolleg „Geometrie und Analyse von Symmetrien“** in Zusammenarbeit mit der Universität de Metz (Frankreich) eingerichtet. Es wird von der Deutsch-Französischen Hochschule, der DFG und dem französischen Bildungsministerium gefördert. Forschungs- und Studienprogramme werden gemeinsam mit den Partnern in Metz entwickelt und in Doppelbetreuung durchgeführt. Es existiert für die Doktoranden die Möglichkeit eines 18-monatigen Auslandsaufenthalts beim jeweiligen Partner. <http://irtg.upb.de/>

Exzellenz und Internationalität sind die Markenzeichen der im Herbst 2001 vom Land Nordrhein-Westfalen an der Universität Paderborn eingerichteten **NRW International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“**. An der interdisziplinär ausgerichteten Einrichtung promovieren ca. 50 hoch qualifizierte Doktoranden aus unterschiedlichen Herkunftsländern in den Fächern Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Mathematik und Wirtschaftsinformatik. Im Mittelpunkt des dreijährigen englischsprachigen Promotionsstudiengangs und der damit verbundenen anwendungsorientierten Grundlagenforschung stehen dynamisch-vernetzte intelligente Systeme (Embedded Systems). <http://www.uni-paderborn.de/graduateschool>



Oben: Doktoranden der NRW International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“ zu Besuch im DaimlerChrysler Forschungszentrum, Ulm, März 2006



Unten: Die Stipendiatinnen und Stipendiaten des Graduiertenkollegs „Wissenschaftliches Rechnen“



Rechts: Mitglieder des deutsch-französischen Graduiertenkollegs „Geometrie und Analyse von Symmetrien“ aus Metz und Paderborn anlässlich eines gemeinsamen Seminars im Januar 2005

# Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

Die Informationsgesellschaft ist geprägt durch den rasanten technologischen Fortschritt und tief greifende Veränderungen von Arbeits- und Lebensbedingungen. Diese Entwicklung reflektiert in besonderem Maße das vielseitige Berufsbild des Ingenieurs der Elektrotechnik und Informationstechnik. Unsere Absolventen arbeiten in der Elektro- und Elektronikindustrie, der Computerindustrie, in der Telekommunikationstechnik und der elektrischen Energieversorgung, sind aber auch in interdisziplinären Branchen wie z. B. dem Maschinenbau, der Fahrzeug- und Verkehrstechnik oder der Medizintechnik überaus gefragt. Das Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Paderborn steht für eine ausgezeichnete zukunftsorientierte Ausbildung, indem

es solides Wissen in den Grundlagen vermittelt und zugleich vielfältige Möglichkeiten zu einer an den persönlichen Interessen der Studierenden orientierten Spezialisierung bietet. Viele Fächer führen direkt zu beruflichen Qualifikationen oder ermöglichen den Absolventen eine Weiterqualifizierung in Wissenschaft und Forschung. Die Forschungsaktivitäten der Paderborner Elektrotechnik und Informationstechnik konzentrieren sich auf die Bereiche Informationstechnik, Mikrosystemtechnik und Automatisierungstechnik. Die Informationstechnik, befasst mit Entwurf und Weiterentwicklung von Systemen zur Informationsübertragung und -verarbeitung, verzeichnet insbesondere auf dem Gebiet der optischen Übertragungstechnik international beachtete Erfolge. Die Mikrosystemtechnik liefert der Industrie wichtige Impulse mit ihren hervorragenden

Ergebnissen in den Bereichen Mikroelektronik, Mikromechanik und Softwaretechnik. Als entscheidendes Bindeglied der Informatik zur Welt der Anwendungsgebiete präsentiert sich die Paderborner Automatisierungstechnik insbesondere im Projekt „Neue Bahntechnik“ (RailCab) innovativ und zukunftsorientiert. Hochgradige fachliche Aufgeschlossenheit und Interdisziplinarität sind unserem Ziel verbunden, die Leistungsbereitschaft und Kreativität unserer Absolventen zu fördern, damit sie verantwortungsbewusst die Zukunft unserer Gesellschaft gestalten können.

Wir freuen uns sehr über Ihr Interesse!

## Arbeitsgruppen des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik

Informationstechnik	Mikrosystemtechnik	Automatisierungstechnik
<p><b>Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach</b> Nachrichtentechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Fevzi Belli</b> Angewandte Datentechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker</b> <b>Prof. Dr.-Ing. Horst Grotstollen</b> Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik</p>
<p><b>Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand</b> Datentechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann</b> Sensorik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Frank Dörrscheidt</b> Regelungstechnik</p>
<p><b>Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter</b> Nachrichtentheorie</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann</b> <b>Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski</b> Theoretische Elektrotechnik</p>	<p><b>Prof. Dr. techn. Felix Gausch</b> Steuerungs- und Regelungstechnik</p>
<p><b>Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching</b> Grundlagen der Elektrotechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert</b> Schaltungstechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning</b> Elektrische Messtechnik</p>
<p><b>Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé</b> Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede</b> Höchstfrequenzelektronik</p>	<p><b>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voss</b> Nachhaltige Energiekonzepte</p>

# Studiengänge des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik

Das Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik bietet, z. T. in Kooperation mit anderen Fakultäten und Instituten, mehrere Diplomstudiengänge sowie Bachelor- und Master-Studiengänge an. In den Bachelor-Studiengängen absolvieren Studierende eine berufsqualifizierende Ausbildung. Die anschließenden Masterstudiengänge vertiefen wie die Diplomstudiengänge die wissenschaftliche und berufliche Qualifikation und bieten die Möglichkeit, durch Setzen von Schwerpunkten das Studium nach persönlichen Interessen zu gestalten.

Der **Studiengang Elektrotechnik** (Bachelor, Master, Diplom) ermöglicht ein Studium der Elektrotechnik mit den Studienschwerpunkten Energie und Umwelt, Kognitive Systeme und Prozessdynamik. Zusätzlich werden im Bachelor- und Master-Studiengang die Schwerpunkte Kommunikationstechnik, Mikroelektronik und Optoelektronik angeboten.

Der **Studiengang Informationstechnik** (Diplom) ist für Studierende konzipiert, die eine Spezialisierung in den Bereichen Kommunikationstechnik, Mikroelektronik und Optoelektronik anstreben.

Der **Studiengang Ingenieurinformatik** (Bachelor, Master, Diplom) mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik ist ein interdisziplinärer Studiengang, der eine fundierte Ausbildung für Studierende bietet, die ihr zukünftiges Arbeitsgebiet an den Schnittstellen von Elektrotechnik und Informatik sehen.

Der **Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen** (Bachelor, Master, Diplom) mit der Studienrichtung Elektrotechnik verbindet technische und betriebswirtschaftliche Ausbildungsinhalte. Absolventinnen und Absolventen arbeiten primär an der Schnittstelle zwischen Markt und Unternehmen.

Der **Studiengang Berufsbildung Elektrotechnik** (Master, Diplom) qualifiziert sowohl für eine ingenieurwissenschaftliche als auch für eine pädagogische Tätigkeit in der schulischen, betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung.

Das Angebot des interdisziplinären **Studiengangs Technomathematik** mit elektrotechnischem Schwerpunkt richtet sich an Studierende, die in ihrer beruflichen Praxis besonderes mathematisches Fachwissen zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben der Ingenieurwissenschaften einbringen möchten.

<http://ei.upb.de/studium>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
STUDIENGÄNGE  
9



Oben: Modernste Ausstattung: Computerarbeitsplätze für Studierende



Oben: „Learning by Doing“ in einer Lehrveranstaltung



Rechts: HNF-Messe „Zukunft und Beruf“: Elektrotechnik zum Anfassen



Oben: Schülerinnen und Schüler bei der Projektarbeit im Rahmen des Schnupperstudiums

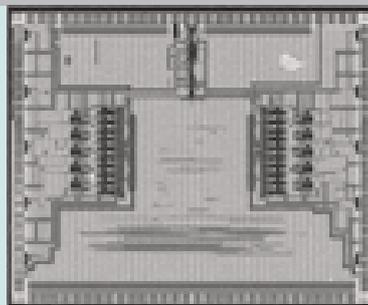
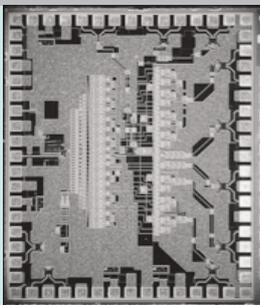
# Schwerpunktprojekt Optoelektronik

Im Schwerpunktprojekt Optoelektronik arbeiten fünf Gruppen, mit ausgezeichneter Ausstattung für die Herstellung Si-basierter integriert-optischer Schaltkreise, den Entwurf photonischer Komponenten, die breitbandige optische Kommunikation – derzeit bis zu 160 Gbit/s je optische Wellenlänge – und die Entwicklung höchstfrequenter und höchstintegrierter elektronischer Schaltkreise. Um gigantische Übertragungskapazitäten für den weltweiten Datenverkehr zu erzielen, erforschen wir geeignete optische Modulations- und Signalentzerrungsverfahren. Ebenso entwickeln wir breitbandige integrierte elektronische Schaltkreise für das Senden und Empfangen von bis zu 40 Gbit/s je Teilsignal. Seit Kurzem will die Telekommunikationsindustrie die Datenübertragung auch deutlich preisgünstiger gestalten.

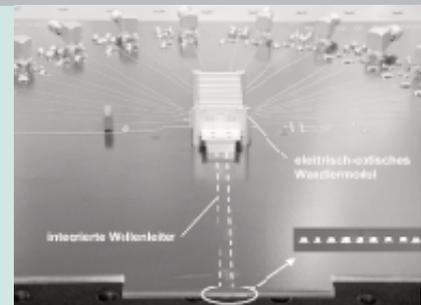
Wir koordinieren ein EU-Projekt mit dieser Zielsetzung, in dem wir weltweit erstmalig optische Quadratur-Phasenumtastung mit Synchronmodulation unter Verwendung von Standardlasern demonstriert haben. Die optische Datenübertragung dringt sogar in elektronische Baugruppen ein; dies ist ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten. Für die Sensortechnik entwickeln wir integrierte Optik. Zur numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder erforschen wir Diskretisierungsmethoden. Mit weitreichender Perspektive werden so Metamaterialien entworfen, die völlig neuartige optische Eigenschaften aufweisen. Zusammen mit Gruppen aus der Fakultät NW bilden wir das Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn (CeOPP).

## Beteiligte Professoren des Instituts

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann  
 Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert  
 Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann  
 Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede

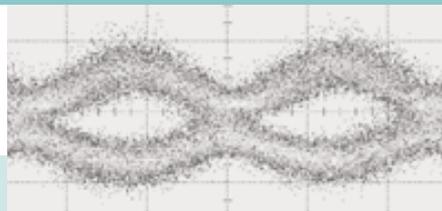


Oben: 5-Bit-Analog-Digital-Wandler und Träger- und Datenrückgewinnung für optische Quadratur-Phasenumtastung mit 20 Gbit/s

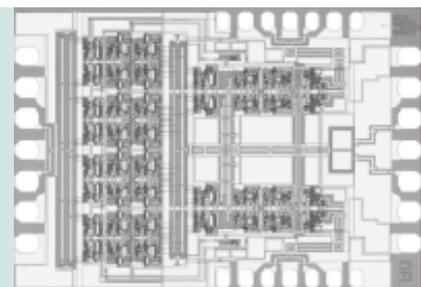
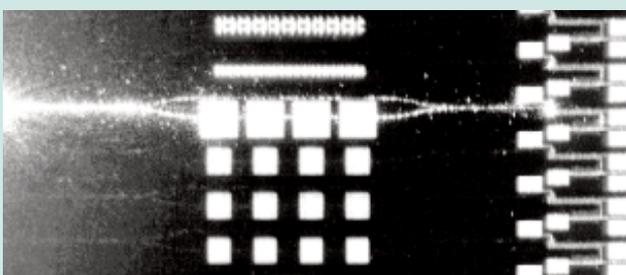


Oben: Mehrlagige Leiterplatte mit optischen Wellenleitern

Rechts: 40-Gbit/s-Augendiagramm bei der optischen Datenübertragung von 5,94 Tbit/s über 324 km



Unten: Drucksensor mit integriert-optischem Interferometer



Oben: 20-Gbit/s-Entscheiderbaustein mit quantisierter Rückkopplung für elektronische Signalentzerrung

# Schwerpunktprojekt

## Neue Bahntechnik Paderborn (NBP)

### „Elektrotechnik setzt in Bewegung“

In dem von Land NRW, Stadt und Universität Paderborn geförderten Projekt NBP wird ein zukunftsweisendes Transportsystem erforscht, welches durch zielreinen, bedarfsgesteuerten Betrieb individuelle Mobilität und Komfort bietet. Das System basiert auf kleinen autonom agierenden RailCabs, die die bestehenden Schienenverkehrswege nutzen können.

Die Fahrzeuge werden durch doppelt gespeiste Linearmotoren verschleißfrei angetrieben. Diese bestehen aus im Fahrweg verlegten bestromten Statoren und separat gespeisten Läufern an der Unterseite der Fahrzeuge. Neben der Antriebsfunktion bietet der doppelt gespeiste Motor die Möglichkeit, Energie kontaktlos zum Fahrzeug zu übertragen. Antrieb und Betriebsleittechnik

ermöglichen zudem ein berührungsloses Zusammenschließen mehrerer Fahrzeuge zu Konvois, um Energie zu sparen und die Transportkapazität zu erhöhen.

Mittlerweile wurde ein zweites Versuchsfahrzeug aufgebaut, um den simultanen Betrieb zweier Fahrzeuge auf der Teststrecke der Universität zu erproben. Aktuelle Forschungsarbeiten betreffen die automatische Konvoi-Bildung und -Auflösung. Weitere Schwerpunkte liegen im Bereich der Fahrdynamikregelung, der Sicherheits- und Leittechnik. Nach den Forschungsarbeiten an der Versuchsanlage der Universität im Maßstab 1:2,5 wird mittelfristig als nächster wichtiger Schritt der Aufbau einer 1:1-Versuchsstrecke in der Region angestrebt.

#### Beteiligte Professoren des Instituts

Prof. Dr.-Ing. Horst Grotstollen  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker

#### Weitere beteiligte Professoren der Fakultät

Prof. Dr.-Ing. W. Schäfer

#### Beteiligte Professoren anderer Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. W. Dangelmaier  
Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier  
Prof. Dr.-Ing. J. Lückel  
Prof. Dr.-Ing. H. Richard  
Prof. Dr.-Ing. A. Trächtler  
Prof. Dr.-Ing. J. Wallaschek

<http://www.railcab.de>

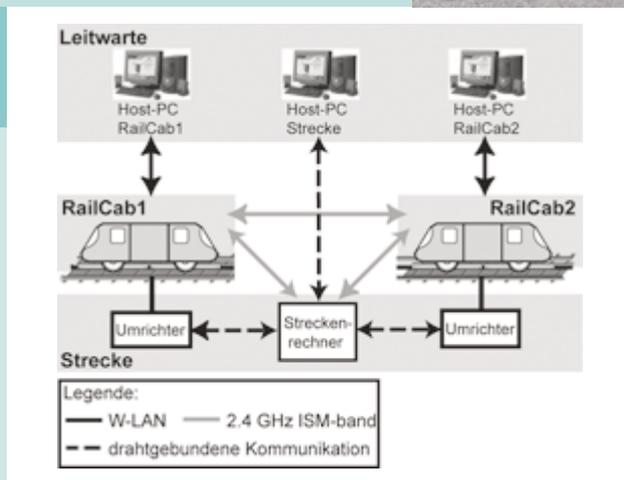
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
SCHWERPUNKTPROJEKTE  
11



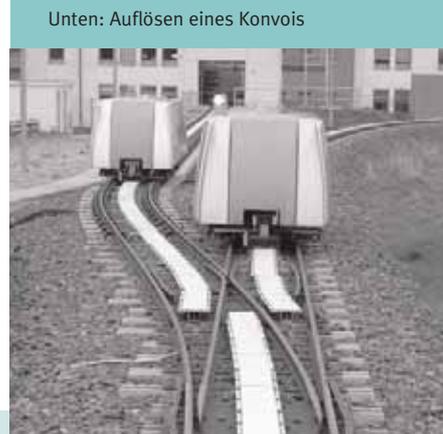
Oben: NBP-Testanlage mit 530 m Streckenlänge



Oben: Simultaner Betrieb von zwei RailCabs



Oben: Leittechnik für zwei RailCabs



Unten: Auflösen eines Konvois

# Ausgewählte Kooperationen mit Wissenschaft und Industrie

## L-LAB

Die Hella KG Hueck & Co. und die Universität Paderborn haben ein gemeinsames Forschungszentrum für Lichttechnik und Mechatronik (L-LAB) eingerichtet, das als Public-Private-Partnership geführt wird. Die dauerhaft angelegte Kooperation soll das wissenschaftliche Potenzial der an der Universität bestehenden Forschungsschwerpunkte mit den Erfahrungen des Automobilzulieferers Hella in der Entwicklung von Lichtsystemen zusammenführen, um neue Forschungsergebnisse zu erarbeiten und schnell in industrielle Anwendungen umsetzen zu können.

**Kooperationspartner am Institut:**  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann  
 Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

## Infineon Technologies AG, München

Infineon ist Europas größtes Unternehmen der Halbleiterindustrie und entwickelt, produziert und vermarktet ein breites Portfolio von Halbleiterprodukten und kompletten Systemlösungen für ausgewählte Anwendungsbereiche. Die Produkte finden Anwendung in der mobilen und drahtgebundenen Kommunikation, im Computer-, Sicherheits- und Chipkartenbereich sowie in der Automobil- und Industrieelektronik. Jährlich wendet Infineon über 1 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung auf. Es wurden etwa 100 Projekte und Forschungsvorhaben mit Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt, darunter vier mit der Universität Paderborn.

**Kooperationspartner am Institut:**  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

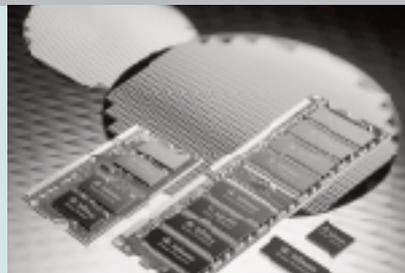
## Studierendenaustausch mit der Queensland University of Technology (QUT), Brisbane, Australien

Das Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik unterhält, gründend auf der langjährigen Zusammenarbeit der Arbeitsgruppe Schaltungstechnik und des Smart Devices Lab der Queensland University of Technology in Brisbane, Australien, ein Austauschprogramm, das besonders qualifizierten Studierenden die Möglichkeit bietet, an Lehrveranstaltungen und Forschungsprojekten der jeweils anderen Hochschule teilzunehmen. Gefördert im Rahmen des ISAP-Programms des DAAD, absolvierten bereits mehr als 30 Paderborner Studierende ein oder zwei Semester an der australischen Universität.

**Koordinatoren:**  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert  
 Prof. Dr. Joaquin Sitte (QUT)



Projektion von Informationen mit einem Aktiven Scheinwerfer



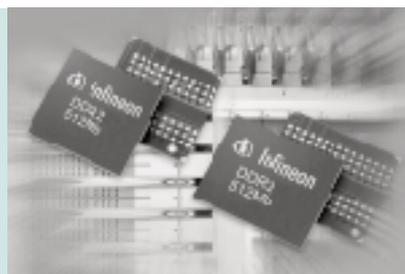
Green Products enthalten nur noch minimale Spuren (< 0,1%) von Blei und Halogenen.



Campus der Universität Paderborn



Eye-Tracking-System-Einsatz bei Testfahrten auf der Straße



DRAMs mit 512 Mbit Speicherkapazität und Double-Data-Rate-II-Ein-/Ausgabeprotokoll



Campus der Queensland University of Technology

# Unternehmensgründungen aus dem Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

## **RailCab Development GmbH**

Die Gründung des Unternehmens im Jahr 2003 erfolgte mit dem Ziel, die vielversprechenden Ergebnisse des öffentlich geförderten Forschungsprojekts Neue Bahntechnik Paderborn zur Produktreife und Markteinführung zu bringen. Mittelfristiges Ziel ist die Realisierung einer Pilotstrecke im Maßstab 1:1 möglichst in der Region. Das RailCab-System zeichnet sich durch kleine, autonom und bedarfsgerecht agierende Schienenfahrzeuge aus, die Passagiere und Güter individuell, schnell und komfortabel befördern.

Böcker\*, Dangelmeier\*, Gausemeier\*, Grotstollen\*, Lückel\*, Richard\*, Wallaschek\*

<http://www.railcab.de>



## **Xionics GmbH, eine Xionics Inc. Company, jetzt Oak Technology GmbH, eine Zoran Inc. Company**

Das Unternehmen bietet moderne und hoch spezialisierte Dienstleistungen für Entwicklung, Test, Verifikation und Programmierung anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (sogenannter ASICs).

Das 1994 von Mitarbeitern des Fachgebietes Schaltungstechnik (Prof. Rückert) gegründete Unternehmen entwickelte seinen ersten Baustein für den Einsatz in multifunktionalen Peripheriegeräten (All-In-Ones: Scannen, Drucken, Faxen, Kopieren). Heute ist die Oak Technology GmbH eine Tochter der Zoran Corporation mit Hauptsitz in Sunnyvale, CA.

Zoran entwickelt und liefert „Solutions-on-a-Chip“ für Digitalkameras, DVD-Player, digitales Fernsehen und den Drucker-Bereich.

Rückert/10\*

<http://www.zoran.com>

## Weitere Unternehmensgründungen

**Bothor AG**, gegründet 1999, Internetdienstleistungen/Softwareentwicklung

Voss/5\*

<http://www.bothor.de>

**ENEX AG**, gegründet 1999, Energieberatung/Ingenieurdienstleistungen

Voss/30\*

<http://www.enex-ag.de>

Institut für Gesamtökologischen Wohnungsbau, gegründet 1999, Gesamtenergetische Bilanzierungen

Voss/1\*

<http://www.mhu.de>

**NEAM GmbH**, gegründet 1998, IT-Systeme/Security Consulting/Ausbildungskonzepte

Voss/35\*

<http://www.neam.de>

**NOVATECH Kommunikationstechnik GmbH**, gegründet 1997, EDV-Schulungen/EDV-Handel/Softwareentwicklung

Voss/7\*

<http://www.novatech-online.de>

**Schnieder GBR**, gegründet 1997, EDV-Betreuung und Netzwerkservice/Beschriftungssysteme

Voss/1\*

**System&Dynamik Beratungsunternehmen**, gegründet 2003, Ingenieurdienstleistungen/Geschäftsfeldberatung

Energieversorgung

Voss/1\*

<http://www.systemdynamik.de>

**Westfälisches Umwelt Zentrum**, gegründet 1993, Forschung/Förderung wissenschaftlicher Zwecke

Voss, Warnecke, Pahl, Hempel, Bitter,

Tominski/10\*

<http://www.wuz.de>

\*Name des Professors, aus dessen Arbeitsgruppe die Gründung hervorgegangen ist/  
Anzahl der Unternehmensmitarbeiter

# Informationstechnik

Die Informationstechnik befasst sich mit dem Entwurf und der Weiterentwicklung von Systemen der Informationsübertragung und -verarbeitung.

Professor Noé erforscht die optische Informationsübertragung. Wichtige Ergebnisse sind die hochpräzise Messung und verteilte Kompensation von Polarisationsmodendispersion, attosekundengenaue Laufzeitbestimmung sowie synchrone QPSK- und bandlimitierte 5,94-Tbit/s-Datenübertragung.

Professorin Hellebrand arbeitet in der Datentechnik an effizienten Test- und Diagnoseverfahren für mikroelektronische Systeme. Insbesondere bei „Systems-on-

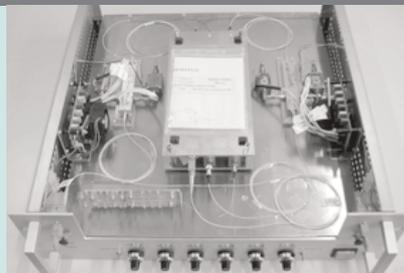
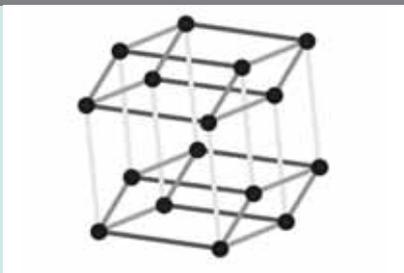
a-Chip“, die viele von außen nur schwer zugängliche Komponenten auf einem Chip integrieren, sind kostengünstige Lösungen nur möglich, wenn Testeinrichtungen mit in das System integriert werden. Dazu werden geeignete Hardwarestrukturen und Algorithmen zur Aufbereitung der Testdaten sowie zur Synthese testfreundlicher Strukturen entwickelt. In der Nachrichtentechnik arbeitet Professor Hüb-Umbach an Themen aus dem Bereich Funkkommunikation und -ortung sowie Sprachsignalverarbeitung und Spracherkennung. Ein Beispiel ist die adaptive Strahlausrichtung einer Mikrophongruppe auf

einen sich bewegenden Sprecher. In der Nachrichtentheorie entwickelt Professor Meerkötter effiziente Algorithmen für die digitale Signalverarbeitung. Dazu gehören Werkzeuge für den Entwurf und die Synthese von Digitalfiltern und „passive“ Simulationsverfahren. Das Leitthema des GET Labs von Professorin Mertsching sind „kognitive Systeme“. Es werden (semi-)automatische Bildverarbeitungssysteme (aktive Sehsysteme, telesensorische Systeme), Systeme für die Audio- und Bildsignalverarbeitung und Werkzeuge für die Erstellung multimedialer Lehrmaterialien (Autorensysteme) entwickelt.

## Mitglieder des Bereichs Informationstechnik

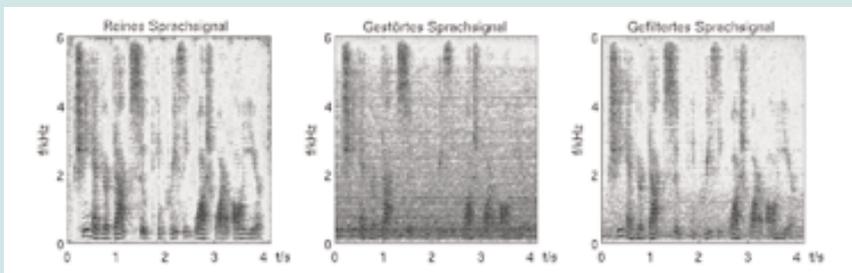
(v. l. n. r.)

- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter
- Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand
- Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching
- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Hüb-Umbach



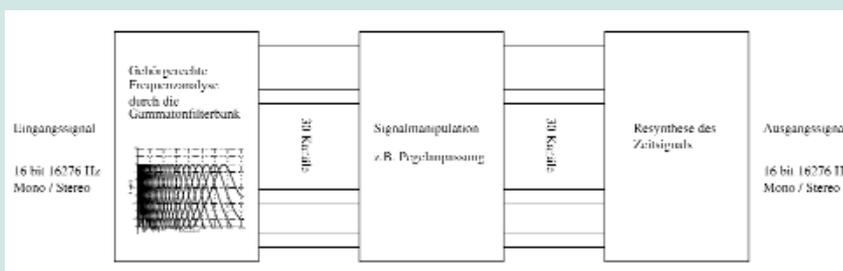
## Optische Quadratur-Phasenumtastung (QPSK) kombiniert mit Polarisationsmultiplex

Die 16 Zustände dieses dispersions- und rauschtoleranten Modulationsverfahrens können durch die Ecken eines vierdimensionalen Würfels symbolisiert werden. Den dazugehörigen optischen 40-Gbit/s-Sender haben wir im EU-Projekt „synQPSK“ entwickelt.



## Entstörung eines verrauschten Sprachsignals

Dargestellt sind drei Spektrogramme, welche die Leistungsdichte der jeweiligen Signale als Funktion der Zeit (Abszisse) und Frequenz (Ordinate) zeigen. Man erkennt, dass das entstörte Signal (rechts) weitgehend wieder dem rauschfreien Sprachsignal (links) entspricht.



## Verlustleistungsarme Informationsverarbeitung

Wir verringern den Leistungsbedarf komplexer Daten- und Signalverarbeitungssysteme in mobilen Geräten. Eine typische Applikation ist die gehörgerechte Sprachvorverarbeitung, welche als Frontend für Spracherkennung, digitale Hörgeräte und Sprachgütebewertung eingesetzt wird.

# Nachrichtentechnik

**Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach**

„Statistische Methoden als Schlüssel zum Erfolg“

Verbindendes Element der Forschungsaktivitäten am Fachgebiet Nachrichtentechnik ist die statistische Sichtweise: Methoden der statistischen Signalverarbeitung und Mustererkennung finden vielfältige Anwendungen in nachrichten- und informationstechnischen Fragestellungen.

Ein Themenschwerpunkt ist die Verbesserung der Sprachkommunikation von Mensch zu Mensch und Mensch zu Maschine. Wir beschäftigen uns mit ein- und mehrkanaliger Sprachqualitätsverbesserung (Geräuschunterdrückung, Enthüllung, Echokompensation). Aber auch Verfahren zur robusten automatischen Spracherkennung werden erforscht.

Weiterhin untersuchen wir, wie der nichtverbale Informationsgehalt aus dem akustischen Signal extrahiert werden kann, z.B. die Anzahl der Sprecher in einem Raum, die Sprecherposition und -identität. Diese akustische Szenenanalyse liefert wichtige Kontextinformation, mit der sich beispielsweise Anwendungen automatisch an den Nutzer und die Situation anpassen lassen.

Im Bereich der klassischen Nachrichtentechnik beschäftigen wir uns mit Mehrträgerübertragungsverfahren (OFDM) sowie mit der Extraktion von Ortungsinformation aus Mobilfunksignalen. Beispielsweise lässt sich aus den statistischen Eigenschaften des schwundbehafteten Empfangssignals auf Position und Geschwindigkeit des Endgeräts schließen.

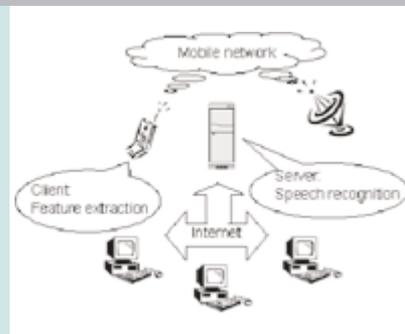
**Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach** ist seit April 2001 Leiter des Fachgebiets Nachrichtentechnik der Universität Paderborn. Er promovierte 1988 in Aachen, verbrachte anschließend ein Forschungsjahr am IBM Almaden Research Center, San Jose, und war von 1990 bis 2001 Mitarbeiter der Philips Forschungslaboratorien, zuletzt als Senior Scientist in Eindhoven. Seine Forschungsschwerpunkte sind Sprachsignalverarbeitung und Spracherkennung sowie Detektions- und Estimationsverfahren in der Nachrichtentechnik.

<http://www-nt.upb.de>

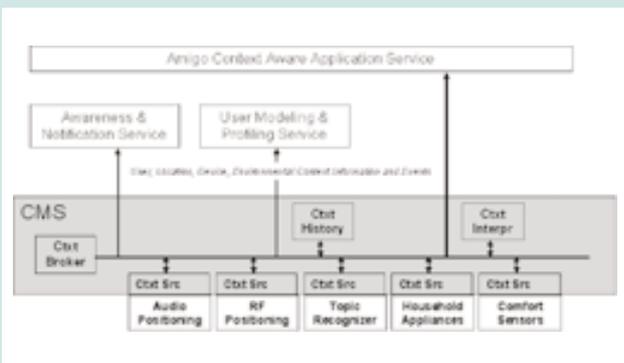
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
INFORMATIONSTECHNIK  
15



Experimentelle Arbeiten im Akustiklabor des Fachgebiets



Verteilte Spracherkennung nach dem Client-Server-Modell



Architektur der Amigo (EU IST-004182) „Context Management Middleware“ mit akustischer Positionsbestimmung



Verfolgung der Position eines Mobilfunkgeräts

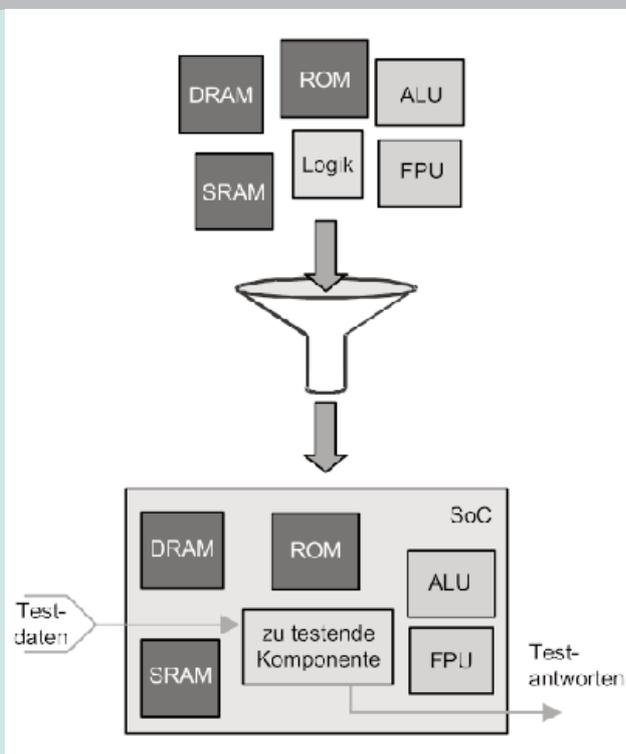
# Datentechnik

## Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand „Test und Diagnose von Systems-on-a-Chip“

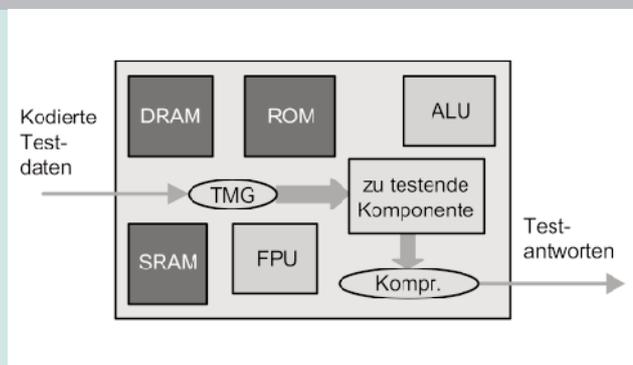
„Systems-on-a-Chip“ implementieren komplexe mikroelektronische Systeme auf einem Chip und finden sich mittlerweile in allen Bereichen des täglichen Lebens, insbesondere auch in sicherheitskritischen Anwendungen. Zur Qualitätssicherung werden effiziente Test- und Diagnoseverfahren benötigt, die defekte Bausteine möglichst schnell und mit möglichst geringen Kosten identifizieren können. Konventionelle Verfahren mit externen Testgeräten reichen nicht mehr aus, da viele Systemkomponenten von außen nur schwer zugänglich sind und große Mengen von Testdaten über Kanäle mit geringer Bandbreite transportiert werden müssten.

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt darin, Test- und Diagnoseverfahren zu entwickeln, die den gesamten Test oder zumindest Teile davon direkt auf den Chip verlagern und damit kostengünstige Lösungen bieten („Built-in Self-Test“, „Built-in Diagnosis“, „Test Resource Partitioning“). Dabei geht es zum einen um Hardware-Architekturen, die zur Erzeugung von Testdaten und zur Auswertung von Testantworten genutzt werden können. Zum anderen werden Algorithmen zur Komprimierung und Aufbereitung von Testdaten sowie zum automatischen Entwurf leicht testbarer Strukturen entwickelt.

**Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand** leitet die Arbeitsgruppe Datentechnik seit Dezember 2004. Sie promovierte 1991 an der Universität Karlsruhe und ging nach einem einjährigen Postdoktorandaufenthalt am INPG in Grenoble als wissenschaftliche Mitarbeiterin an die Universität GH Siegen. Während der Zeit in Siegen arbeitete sie auch mehrere Monate als Gastforscherin bei Mentor Graphics in Portland, Oregon, USA. Nach der Habilitation wechselte sie 1997 als Dozentin an die Universität Stuttgart. Von 1999 bis 2004 war sie Professorin an der Universität Innsbruck, seit 2001 als Gründungsvorstand des Instituts für Informatik, und seit 2004 als Dekanin der neu gegründeten Fakultät für Mathematik, Informatik und Physik. Sybille Hellebrand ist Mitherausgeberin von JETTA (Journal of Electronic Testing – Theory and Applications) und von IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Circuits and Systems.



„Systems-on-a-Chip“ (SoC) integrieren eine Vielzahl unterschiedlicher Komponenten. Enorme Mengen an Testdaten und von außen nur schwer zugängliche Komponenten führen zu Engpässen bei Test und Diagnose.



Beispiel für „Test Resource Partitioning“ (TRP): Ein Testerkanal mit geringer Bandbreite genügt, um die kodierte und komprimierten Testdaten schnell auf den Chip zu bringen. Der integrierte Testmuster-Generator (TMG) expandiert die Daten. Die Testergebnisse werden auf dem Chip komprimiert und können dann problemlos nach außen transportiert werden.

# Nachrichtentheorie

## Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter „Algorithmen für die Signalverarbeitung“

Neben allgemeinen Untersuchungen im Bereich der Netzwerk-, Signal- und Systemtheorie werden Forschungsarbeiten vor allem auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung und Simulation durchgeführt.

Ein derzeitiger Schwerpunkt ist die Entwicklung eines leistungsfähigen Werkzeuges zur Simulation physikalischer Systeme, das langfristig robuste und genaue Ergebnisse bei kurzen Simulationszeiten erwarten lässt.

Beiträge sind der Entwurf geeigneter numerischer Integrationsverfahren sowie die automatisierte Erzeugung von Simulationsmodellen.

Digitale Audiosignalverarbeitung, Analyse und Entwurf von Digitalsystemen sowie die Verarbeitung komplexer zeitdiskreter Signale sind weitere bearbeitete Themengebiete.

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter** studierte von 1968 bis 1973 Elektrotechnik an der Ruhr-Universität Bochum (RUB), nachdem er zuvor mehrere Jahre im Bereich der Fernsprechvermittlungstechnik tätig war und ein Ingenieurstudium in Dortmund absolvierte. Von 1973 bis 1979 war er wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik an der RUB und promovierte 1979 bei Fettweis zum Doktoringenieur. Im Jahr 1983 nahm er einen Ruf auf die Professur Nachrichtentheorie an der Universität Paderborn an. Von 1995 bis 1999 war Professor Meerkötter Mitglied des Rektorats und war dort als Prorektor für den Bereich „Forschung und wissenschaftlicher Nachwuchs“ verantwortlich. Er ist Mitglied des Fachausschusses „Integrierte Systeme“ der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) und leitet seit 1999 die ITG-Fachgruppe „Algorithmen für die Signalverarbeitung“.

**Privatdozent Dr.-Ing. Dietrich Fränken** hat im Sommersemester 2003 habilitiert und die Lehrbefugnis für Digitale Signalverarbeitung und Netzwerktheorie erhalten

www-nth.uni-paderborn.de

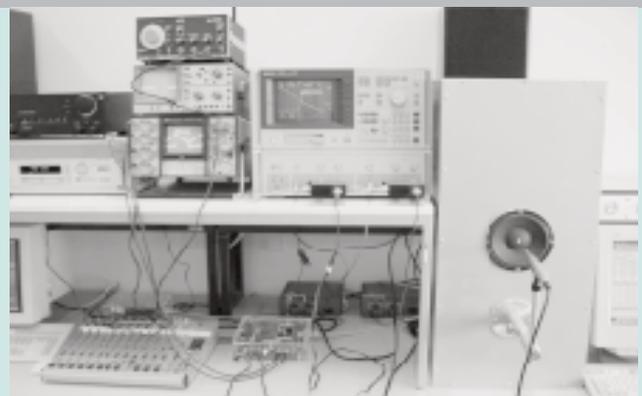
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
INFORMATIONSTECHNIK

17

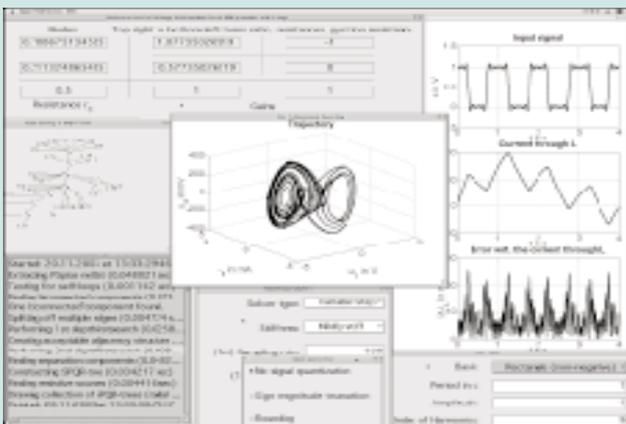
$$D_{\nu}^2 := \frac{1}{\pi T_{\nu}} \int_{\mathbb{R}} \left| \frac{\partial X}{\partial \varphi_{\nu}} \right|^2 d\varphi_{\nu} \quad B_{\nu}^2 := \frac{1}{\pi T_{\nu}} \int_{\mathbb{R}} |\varphi_{\nu} X|^2 \frac{d\varphi_{\nu}}{1 + \varphi_{\nu}^2}$$

$$\sum_{\nu=1}^n D_{\nu}^2 \sum_{\nu=1}^n B_{\nu}^2 \geq \frac{1}{4} \sum_{\nu=1}^n D_{\nu}^2 \left\{ \sum_{\nu=1}^n \frac{(1 + B_{\nu}^2)^2}{D_{\nu}^2} \right\} \geq \frac{1}{4} \left( n + \sum_{\nu=1}^n B_{\nu}^2 \right)$$

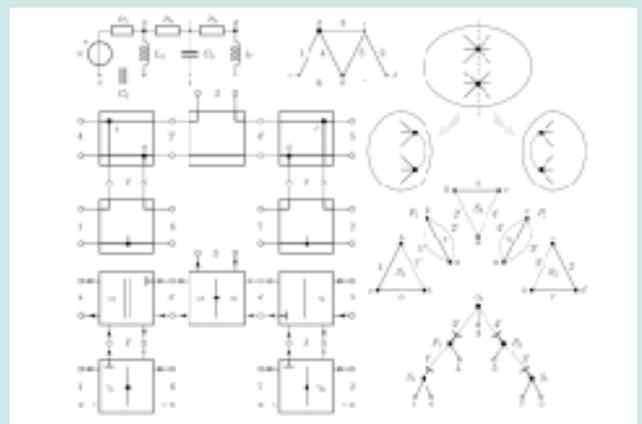
Unschärfebeziehung für n-dimensionale diskrete Signale der Energie E



Anwendung von digitalen Signalprozessoren zur Audiosignalverarbeitung



Werkzeug zur Simulation physikalischer Systeme



Automatisierte Erzeugung von Simulationsmodellen unter Einsatz graphentheoretischer Methoden

# GET Lab

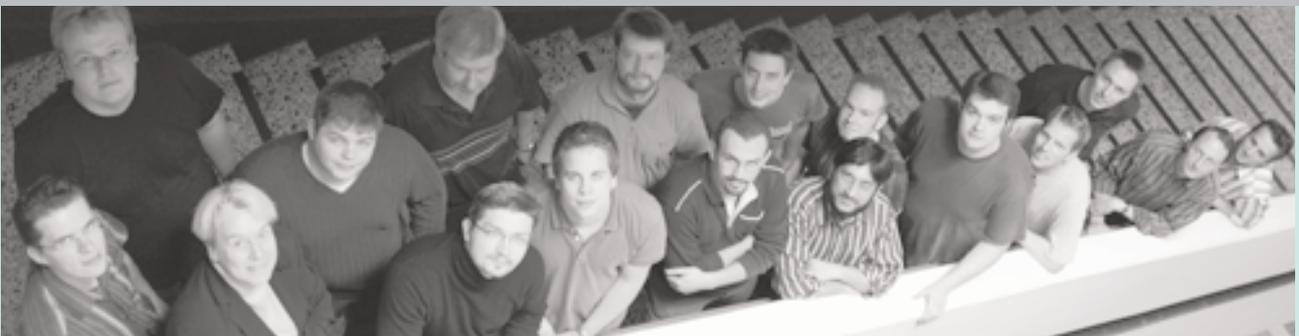
## Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching „Technik kognitiver Systeme“

Das „GET Lab“ ist ein interdisziplinäres Labor mit dem Arbeitsschwerpunkt „kognitive Systeme“. Unser Forschungsschwerpunkt liegt in der Entwicklung (semi-)automatischer Bildverarbeitungssysteme (aktiver Sehsysteme, telesensorischer Systeme). Hierbei dienen uns Lebewesen als Vorbild: Ergebnisse aus psychophysischer und neurowissenschaftlicher Forschung („Wie sehen und greifen Menschen und Tiere?“) motivieren die Entwicklung von Algorithmen. Maschinelles Sehen ist ein wichtiges Beispiel für das Eindringen kognitiver Leistungen in technische Systeme.

Leistungsmerkmale biologischer visueller Systeme werden nutzbar gemacht und in unterschiedlichen Anwendungen zum Einsatz gebracht (z. B. in sichtgestützten, autonomen oder telesensorisch geführten (Service-) Robotern). In einem zweiten Schwerpunkt beschäftigen wir uns neben der Beschleunigung von zeitkritischen Algorithmen und ihrer Umsetzung in Spezialhardware mit der Minimierung der Verlustleistung beim Schaltungsentwurf von Signalverarbeitungsalgorithmen. Darüber hinaus realisieren wir Werkzeuge für die Entwicklung multimedialer Lehrmaterialien (Autorensysteme). Alle Forschungsarbeiten entstehen unter Mitwirkung vieler Studierender in Kooperation mit anderen Arbeitsgruppen und mit finanzieller Unterstützung durch BMBF, DFG und andere.

**Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching** promovierte 1990 in Paderborn bei Prof. Hartmann. Anschließend arbeitete sie als Oberingenieurin, ehe sie Mitte 1994 einem Ruf an den Fachbereich Informatik der Universität Hamburg folgte. Dort leitete sie die AG „Informatikmethoden für Mikroelektronikanwendungen“, bis sie im April 2003 nach Paderborn zurückkehrte und die Leitung des GET Labs übernahm. Prof. Mertsching ist Vorsitzende des Vorstands des Advanced System Engineering Center (asec). Von 1998 bis 2004 war sie Koordinatorin des DFG-Schwerpunktprogramms 1076 „Grundlagen und Verfahren verlustarmer Informationsverarbeitung“. Weiterhin fungiert sie als Sprecherin der Fachgruppe „Bildverstehen“ der Gesellschaft für Informatik, Mitherausgeberin der Zeitung „Künstliche Intelligenz“ und als Mitglied im Projektausschuss der Deutsch-Israelischen Projektkooperation DIP des BMBF.

**Dr.-Ing. Siegbert Drie** ist akademischer Oberrat und leitet den Schwerpunkt „Telepräsenzsysteme“.



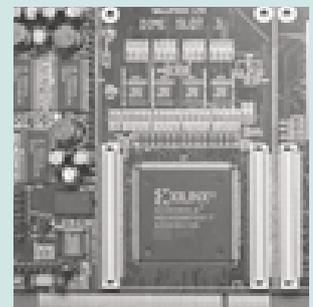
Mitglieder des GET Lab



Multimodale Signalverarbeitung für mobile Roboter



Virtuelles Prototyping



Eingebettete Systeme

# Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik

**Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé**

„Modulation und Entzerrung hochbitratiger optischer Signale“

Internet- und Telefonverkehr werden zum Großteil über Lichtwellenleiter abgewickelt. Der Datenverkehr verdoppelt sich etwa alle zwei Jahre, und atemberaubendes Wachstum wird auch für die Zukunft erwartet. Wir entwickeln Techniken, mit denen sich Reichweite und Kapazität optischer Datenübertragungstrecken erhöhen lassen. Einerseits sind dies fortschrittliche Modulationsverfahren, etwa Quadratur-Phasenumtastung (QPSK) kombiniert mit Polarisationsmultiplex. Damit halten wir seit über 1 1/2 Jahren für Entfernungen von mehr als 250 km im optischen C-Band den Kapazitätsrekord, 5,94 Tbit/s. Außerdem beherrschen wir, bisher als Einzige, die optische QPSK-Datenübertragung mit Standardlasern und Synchrondemodulation in Echtzeit.

Um das Laserphasenrauschen zu überwinden, wird der Träger rückkopplungsfrei in einem optischen Überlagerungsempfänger zurückgewonnen. Wir detektieren und kompensieren auch lineare Signalverzerrungen der Lichtwellenleiter, etwa Polarisations Transformationen im Fall polarisationssensitiver Modulationsverfahren sowie die Polarisationsmodendispersion, eine durch Polarisationsabhängigkeit der Signallaufzeit bedingte Impulsverbreiterung. Am ehesten stört aber die chromatische Dispersion, eine Impulsverbreiterung durch Wellenlängenabhängigkeit der Signallaufzeit. Dafür haben wir ein kostengünstiges Messverfahren entwickelt, das selbst Signallaufzeitsschwankungen von nur  $10^{-16}$  s (100 Attosekunden) detektiert.

**Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé**

(Foto links unten) ist Professor (C4) im Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik. Unterstützt von der Studienstiftung des deutschen Volkes studierte er Elektrotechnik an der TU München (1979–1984). 1987 promovierte er dort. Nach einem Postdoc-Jahr bei Bellcore in New Jersey forschte er ab 1988 bei Siemens in München über kohärente optische Datenübertragung. 1992 wurde er nach Paderborn berufen, 1995 lehnte er einen Ruf der Univ. Linz ab, und 2001 verbrachte er ein Praxissemester bei Infineon in Berlin. Prof. Noé hat über 170 internationale wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und ist in 149 Patentanmeldungen/Patenten als Erfinder genannt. Er ist Mitherausgeber der Zeitschrift „Electrical Engineering“, Mitglied der Programmkomitees mehrerer Tagungen und der DFG-Forschergruppe „Integrierte Optik in LiNbO<sub>3</sub>: neue Bauelemente, Schaltkreise und Anwendungen“, und Koordinator des EU-Projekts „Key Components for Synchronous Optical Quadrature Phase Shift Keying“.

<http://ont.upb.de/>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
INFORMATIONSTECHNIK

19



Erstmalige optische QPSK-Datenübertragung mit Standardlasern und Synchrondemodulation (<http://ont.upb.de/synQPSK>). Ein digitaler optischer Überlagerungsempfänger gewinnt Träger und Daten in Echtzeit zurück.



Hier wird Duobinärmodulation in zwei Quadraturen für eine dispersionstolerante vierstufige Intensitätsmodulation eingesetzt.



Hier werden 40 Laserfrequenzen mit jeweils 40 Gbaud moduliert, und zwar durch differenzielle Quadratur-Phasenumtastung kombiniert mit Polarisationsmultiplex. Je Symbol werden so 4 Bit übertragen. Bei Einsatz von Fehlerkorrektur Elektronik entspricht das einer Gesamtdatenrate von 5,94 Tbit/s (5.940.000.000 Bit pro Sekunde), wobei lediglich das optische C-Band gebraucht wird. Außer dem Sender umfasst der Aufbau 324 km Lichtwellenleiter in vier Strecken von je 81 km Länge, optische Erbium- und Ramanverstärker, einen schaltbaren optischen Dispersionskompensator, eine optische Polarisationsregelung, ein Interferometer zur Datendemodulation und einen optischen Gegendempfänger mit Takt- und Datenrückgewinnung.

# Mikrosystemtechnik

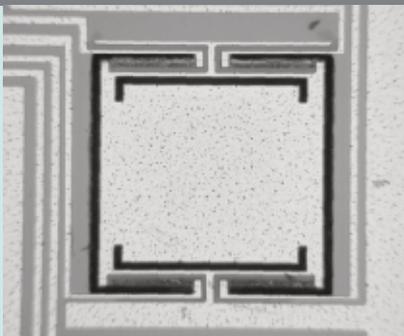
Die Verbindung aus Mikroelektronik, Mikromechanik, Softwaretechnik und Mikrooptik, kurz Mikrosystemtechnik genannt, ermöglicht neue Anwendungen im Bereich der Medizintechnik, der Biotechnologien und der Sensorik. So verbessern beispielsweise im Kraftfahrzeug mikrosystemtechnische Bauelemente die Insassensicherheit über Airbag-Sensoren und den Fahrkomfort durch elektronische Stabilisierungssysteme.

## Mitglieder des Bereichs Mikrosystemtechnik (v. l. n. r.)

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann  
Prof. Dr.-Ing. Fevzi Belli  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede  
Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann

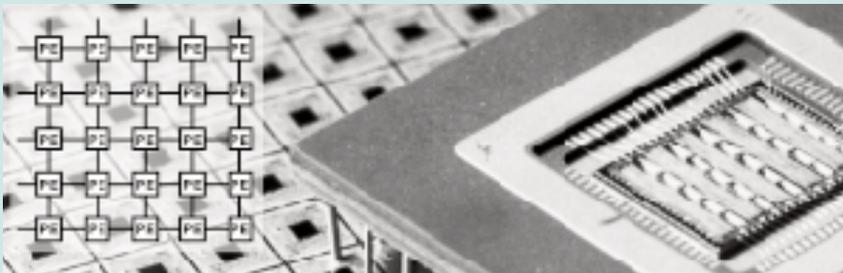
Die erforderlichen Schaltungen und Strukturen werden am Computer simuliert, berechnet und entworfen, in der Halbleitertechnologie gefertigt und an speziellen Messplätzen geprüft und charakterisiert. Neben einer geforderten hohen Sensorempfindlichkeit sind eine schnelle Signalverarbeitung und die Zuverlässigkeit der Systeme eine Herausforderung für die Entwickler. Dazu werden zunehmend neue Materialien wie organische Halbleiter und Polymere eingesetzt. Unser Institut deckt aus diesem Spektrum die wichtigsten Teilbereiche in Forschung und Lehre ab: Modellierung

und Herstellung mikromechanischer und optoelektronischer Bauelemente, Entwicklung der zugehörigen analogen und digitalen mikroelektronischen Schaltungen sowie die Softwareentwicklung zum Test und Betrieb der kompletten Mikrosysteme. Unsere Absolventen aus dem Bereich Mikrosystemtechnik sind aufgrund der zukunftsorientierten Ausbildung in der Elektronikindustrie besonders gefragt.



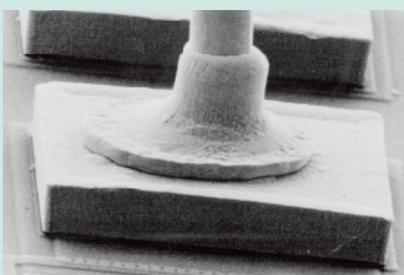
## Mikromechanik und -optik

Analog kippbare Mikrospiegel eignen sich für eine aktive Lichtregelung im Kraftfahrzeugscheinwerfer. Das gezeigte Element wird elektrisch über Widerstandsheizungen aus gelenkt. Das Bild rechts zeigt den Rotor eines integrierten Mikromotors zur Modulation von Lichtsignalen als Beispiel für einen mikromechanischen Aktuator.



## Mikroelektronik

Wir entwickeln mikroelektronische Komponenten und Systeme in digitaler sowie analoger Schaltungstechnik. Besondere Berücksichtigung finden massiv-parallele und ressourceneffiziente Realisierungsvarianten. Abgebildet ist ein mikroelektronischer Baustein, der auf einem einzigen Chip 25 einfache Prozessoren integriert.



## Organische Halbleiter

Zur Herstellung elektrischer Anschlüsse vom Chip zum Gehäuse dienen Bondverbindungen. Die Abbildung links zeigt den Nagelkopf einer Thermokompressionsverbindung auf dem Anschlusspad einer Schaltung. Rechts ist eine einfache Logikschaltung aus organischem Halbleitermaterial dargestellt. Organische Halbleiter sind die Grundlage für extrem preisgünstige Schaltungen.

# Angewandte Datentechnik

**Prof. Dr.-Ing. Fevzi Belli**

„Vertrauen ist gut, Testen ist besser!“

Die Anwendungen der Mikrosystemtechnik in allen erdenklichen Bereichen des täglichen Lebens werden immer anspruchsvoller, dementsprechend steigen der Umfang und die Komplexität der Software sowie ihr Anteil an Gesamtentwicklungskosten. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die Verlässlichkeit dieser Systeme, vor allem in sicherheitsrelevanten Bereichen. Man schätzt, dass der Testaufwand solcher Systeme inzwischen bis zu 70% der Gesamtentwicklungskosten ausmacht.

Die Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets liegen im Bereich systematischer Konstruktion und Prüfung hardwarenaher und anwendungsspezifischer Software sowie im Bereich Wiederverwendbarkeit und Qualität von IT-Komponenten und IT-Systemen. Die laufenden F+E-Projekte sind entsprechend in folgenden Gebieten gelagert, deren Inhalte sich auch in Lehrveranstaltungen widerspiegeln:

- Spezifikation, Entwurf und Validation zuverlässiger, fehlertolerierender Systeme
- Zuverlässigkeitsquantifizierung und -optimierung
- Systematisches Testen in Theorie und Praxis
- „Design for Reusability and Testability“

**Prof. Dr.-Ing. Fevzi Belli**

studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Berlin, promovierte und habilitierte ebenfalls dort im Fachbereich Informatik. 1975 bis 1978 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung in Bonn. 1978 bis 1983 wurde er als Software-Ingenieur und Projektleiter in einem Systemhaus in München beschäftigt. 1983 erhielt er einen Ruf für Praktische Informatik an die Hochschule Bremerhaven, Fachgebiet Algorithmen und Programmierung. Seit 1989 vertritt er das Fachgebiet Angewandte Datentechnik (Softwaretechnik) an der Universität Paderborn.

<http://adt.upb.de>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
MIKROSYSTEMTECHNIK  
21



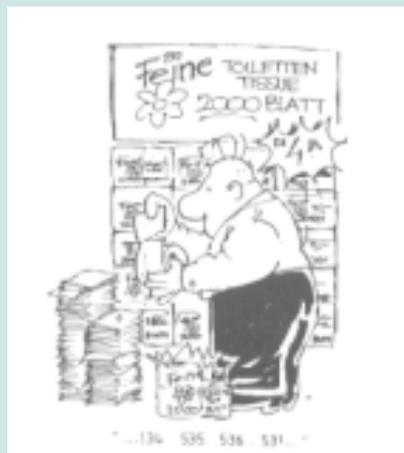
Randstreifenmäher



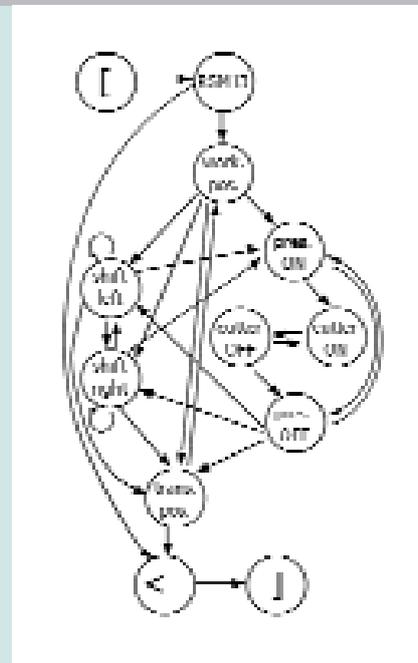
Bedienterminal eines Randstreifenmähers



Zuverlässigkeit kooperierender/  
konkurrierender Systeme



„Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.“



Modell des Bedienterminals

# Sensorik

## Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann „Mikrotechnologie für Sensoranwendungen“

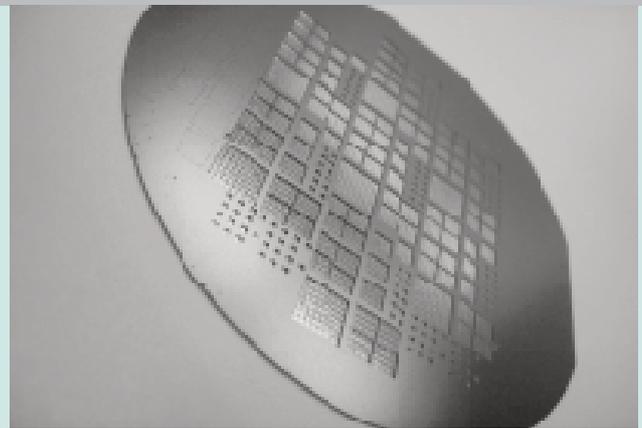
Der Kompetenzschwerpunkt der Arbeitsgruppe Sensorik liegt in der Entwicklung innovativer Sensoren durch Mikrostrukturierung von Silizium oder anderer Substratmaterialien mittels Fotolithografie-, Ätz- und Abscheidetechniken. Im fachgebietseigenen Reinraum der Klasse 1000 werden unter Anwendung der Planartechnik Sensoren, integrierte Schaltungen und mikromechanische Strukturen aufgebaut: Oberflächenwellensensoren zur Feuchtemessung in Ölen, Hochtemperatur-Drucksensoren auf Diamant, organische Feldeffekt-Transistoren aus dem Halbleitermaterial

Pentacen und elektrisch ansteuerbare mikromechanische Miniaturspiegelarrays. Speziell entwickelte Stufenätztechniken ermöglichen die Integration von Strukturen im Nanometermaßstab. Die hergestellten Sensoren und integrierten Schaltungen werden anschließend im Prüflabor des Fachgebiets auf ihre Funktion hin getestet und hinsichtlich der Technologie bewertet. Parallel zur Grundlagenforschung werden industrielle Fragestellungen zu Sensorproblemen gelöst, z. B. die optische Erkennung von wenige Mikrometer großen Schmutzpartikeln, Ultraschall-Verschleißmessungen an Maschinen, drahtlose Sensornetze zur Regalinhaltsüberprüfung sowie die Entwicklung von RFID Informationssystemen zur Produktkennzeichnung.

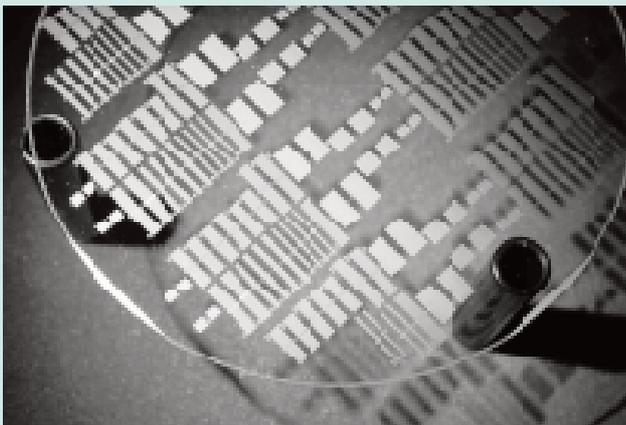
**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann** leitet seit Oktober 1999 das Fachgebiet Sensorik der Universität Paderborn. Er studierte von 1978 bis 1984 Physik an der Universität Dortmund und wechselte nach seinem Diplom zum Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, Duisburg. Im Oktober 1985 kam er als Leiter der CMOS-Technologie-Linie zurück zur Universität Dortmund in die Fakultät für Elektrotechnik. Hier promovierte er 1988 mit einer Dissertation zum Thema „Laser-Rekristallisation von Silizium“. Seine Habilitation schloss er 1994 mit der Schrift „Integrierte Optik auf Silizium – Ein Beitrag zur Mikrosystemtechnik“ ab. Prof. Hilleringmann ist erster Vorsitzender und Mitinitiator des Nanotechnologie-Verbandes NRW. Er ist stellvertretender Vorsitzender im CeOPP sowie Mitglied im ASEC.



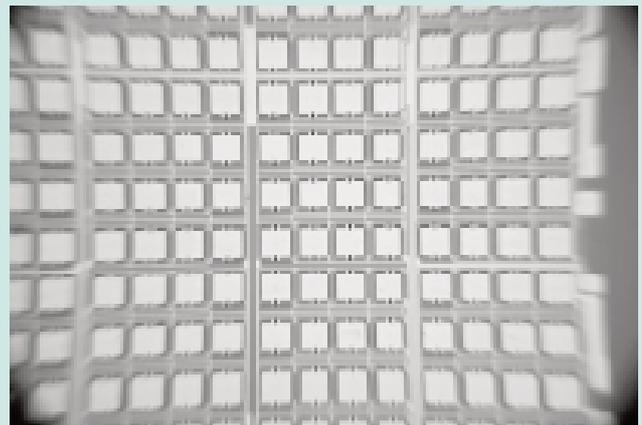
Organische Feldeffekt-Transistoren aus Pentacen auf Silizium-Substrat



Mikrospiegelarrays, durch Tiefenätzen eines Silizium-Wafers strukturiert



Oberflächenwellen-Feuchtesensoren auf Quarzwafer



Mikroskopaufnahme eines mikromechanischen elektronisch steuerbaren Spiegelarrays

# Schaltungstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert**

„Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie und Herausforderung“

Mit der zunehmenden Anwendung der Integrationstechnik in nahezu allen Lebensbereichen hat sich die Mikroelektronik zur Schlüsseltechnologie der modernen Informationsgesellschaft entwickelt. Der ungebrochene revolutionäre Fortschritt der Mikroelektronik ist die treibende Kraft für die Entwicklung neuer technischer Produkte mit deutlich erweiterter Funktionalität und gesteigerter Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig niedrigeren Kosten. Vor diesem Hintergrund entwickelt die Fachgruppe Schaltungstechnik mikroelektronische Komponenten und Systeme in digitaler sowie analoger Schaltungstechnik. Besondere Berücksichtigung finden massiv-parallele

Realisierungsvarianten sowie die Bewertung der Ressourceneffizienz entsprechender Implementierungen. Ressourceneffizienz bedeutet hier, mit den physikalischen Größen Raum, Zeit und Energie sorgfältig umzugehen. Unsere Forschungs- und Technologietransferaktivitäten konzentrieren sich auf die Schwerpunkte Kognitronik und Mediatronik. In der Kognitronik beschäftigen wir uns mit der Entwicklung mikroelektronischer Schaltungen zur ressourceneffizienten Realisierung kognitiver Systeme. Mediatronik ist ein neues interdisziplinäres Forschungsfeld, in dem wir uns mit der situativen Integration technischer Produkte und Dienste in offene Systeme befassen.

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert**

gründete die Arbeitsgruppe Schaltungstechnik im Februar 1995 mit seiner Berufung an das Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Er promovierte 1989 an der Universität Dortmund. Nach einer vierjährigen Tätigkeit als Oberingenieur folgte er 1993 einem Ruf an die Technische Universität Hamburg-Harburg. Prof. Rückert ist Leiter des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik, Sprecher des Graduiertenkollegs „Automatische Konfiguration in offenen Systemen“ und Leiter der ITG-Fachgruppe „Mikroelektronik neuronaler Netze“. Seit 2002 ist er Adjunct Professor der „Faculty of Information Technology“ an der Queensland University of Technology in Brisbane, Australien.

**Dr.-Ing. Mario Pormann**

leitet den Forschungsschwerpunkt Mediatronik.

**Dr.-Ing. Ulf Witkowski**

leitet den Forschungsschwerpunkt Kognitronik.

<http://www.hni.upb.de/sct>

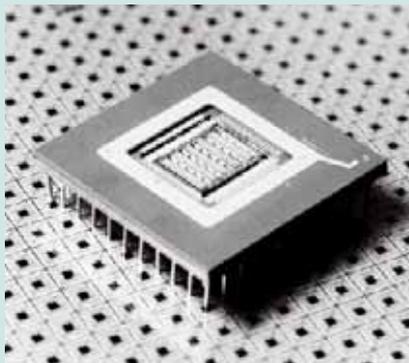
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
MIKROSYSTEMTECHNIK  
23



Mikroelektronik als technologische Basis für Kognitronik und Mediatronik



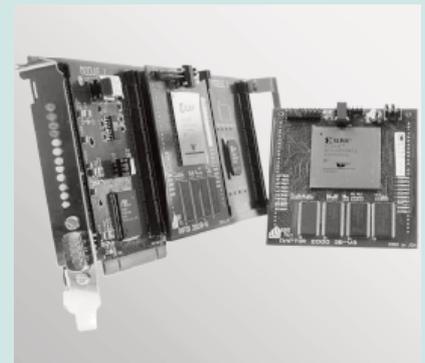
Das Team der Arbeitsgruppe Schaltungstechnik



In der Arbeitsgruppe entwickelter Multiprozessor



Miniroboter mit FPGA- und Kameramodul



Rapid-Prototyping-System RAPTOR2000

# Theoretische Elektrotechnik

**Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann**

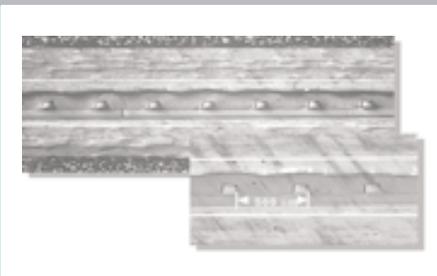
„Elektromagnetische Felder – von Theorie über Simulation zur technischen Anwendung“

Die elektromagnetische Feldtheorie gilt als Fundament der Elektrotechnik und Informationstechnik. Ein gutes Verständnis der maxwell'schen Gleichungen – eines der Hauptziele der Lehre am Fachgebiet TET – ist entscheidend in vielen Bereichen der Grundlagenforschung oder bei der Analyse und Entwicklung moderner Anwendungen. Beispiele reichen von sogenannten Metamaterialien über Antennen und Bauteile der Mikrowellentechnik, Leitungsverbindungen auf integrierten Schaltungen und optische Bauelementen bis hin zu Komponenten der Medizintechnik.

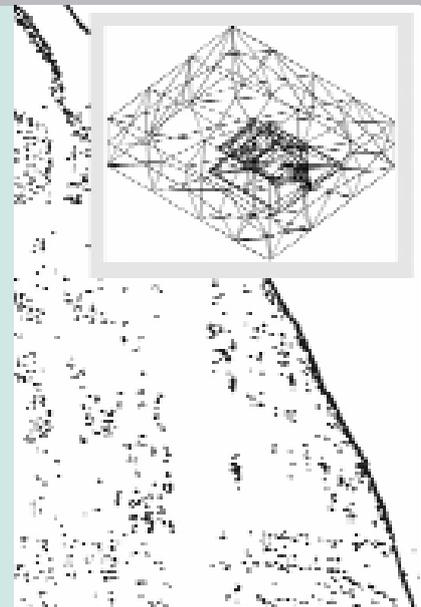
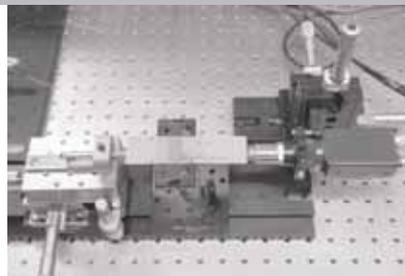
Viele solcher Anwendungen lassen sich mit den klassischen Methoden der Feldberechnung nicht mehr ausreichend behandeln, insbesondere wenn komplizierte geometrische Anordnungen modelliert werden müssen. Ein Schwerpunkt des Fachgebiets liegt daher in der numerischen Lösung der maxwell'schen Gleichungen, also der Entwicklung und Anwendung von Computeralgorithmen zur Simulation elektromagnetischer Felder und Wellen. Ziele sind dabei die kontinuierliche Verbesserung bestehender Algorithmen, die Ausweitung ihres Anwendungsspektrums und schließlich ihr Einsatz in aktuellen Projekten aus Forschung und Entwicklung. Im Mittelpunkt der Forschung an der Simulationstechnik stehen gitterbasierte Ansätze (Finite Integration, Finite Elemente) und hybride Algorithmen.

**Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann** ist seit Ende 2005 Leiter des Fachgebiets Theoretische Elektrotechnik. Er wurde 1999 an der TU Darmstadt mit einer Arbeit über eine Erweiterung der Methode der Finiten Integration zum Dr.-Ing. promoviert. Anschließend leitete er bis zu seiner Habilitation im Jahre 2005 eine Arbeitsgruppe am Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder der TU Darmstadt. Die gegenwärtige Forschungstätigkeit erfolgt in Zusammenarbeit mit der Firma CST in Darmstadt und der Arbeitsgruppe Optische Verbindungstechnik (OIT) im C-LAB, einer Forschungseinrichtung, die gemeinsam von der Universität Paderborn und der Firma Siemens getragen wird. Das Fachgebiet TET ist außerdem Mitglied im Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn (Ce-OPP).

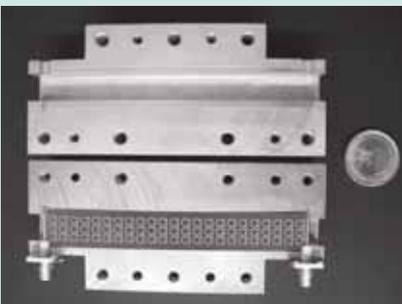
**Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski** leitete das Fachgebiet seit seiner Berufung an die Universität Paderborn im Jahre 1980 bis zu seinem Ruhestand im August 2005.



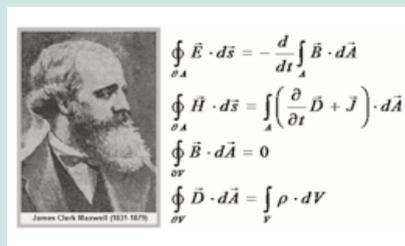
Optische Verbindungstechnik: Leiterplatte mit integrierten optischen Polymerwellenleitern (mehrlagiger Aufbau), Messplatz im C-LAB



Rechengitter und Besetzung der Systemmatrix zur numerischen Feldsimulation



Wellenleiter mit Einsatz eines elektromagnetischen Metamaterials



Die maxwell'schen Gleichungen

$$\begin{aligned} \oint_{\partial A} \vec{E} \cdot d\vec{s} &= - \frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ \oint_{\partial A} \vec{H} \cdot d\vec{s} &= \int_A \left( \frac{\partial}{\partial t} \vec{D} + \vec{J} \right) \cdot d\vec{A} \\ \oint_{\partial V} \vec{B} \cdot d\vec{A} &= 0 \\ \oint_{\partial V} \vec{D} \cdot d\vec{A} &= \int_V \rho \cdot dV \end{aligned}$$

# Höchstfrequenzelektronik

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede**

„Applikationsspezifische Schaltkreise für integrierte Systeme“

Hauptarbeitsgebiet des Fachgebietes ist der Entwurf und die messtechnische Charakterisierung integrierter applikationsspezifischer Schaltkreise (ASIC), die in kommerziellen Technologien hergestellt werden.

Der Chipentwurf wird in enger Kooperation mit der Industrie im Kontext vollständiger integrierter Systemlösungen durchgeführt. So entsteht im Rahmen des aktuellen EUREKA-Projektes EMCPack ein Kfz-Radar in CMOS-Technologie, das im Kraftfahrzeug gleich mehrfach als Abstandswarnradar, Spurwechselassistent, Einparkhilfe und Hecksensor Verwendung finden kann und aufgrund der geringen Kosten vielfältige weitere Anwendungen z.B. als Türöffner oder Lichtschalter ermöglicht.

Projektpartner sind das Fraunhofer-IZM/ASE, die Infineon Technologies AG, die Hella KGaA Hueck & Co. und die Innosent GmbH.

In einem von der DFG geförderten Projekt werden in SiGe:C-Heterobipolar-technologie für die optoelektronische Datenübertragung Regeneratoren mit einer Datenrate von 40 Gbit/s entwickelt, die 3,3 Millionen Telefongesprächen oder 20 000 Videokanälen entsprechen.

Eine GaAs-Technologie findet bei der ebenfalls von der DFG geförderten Entwicklung integrierter Sensoren für die Vermessung elektromagnetischer Felder im Nahbereich von Leiterplatten und integrierten Schaltkreisen Verwendung.

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede**

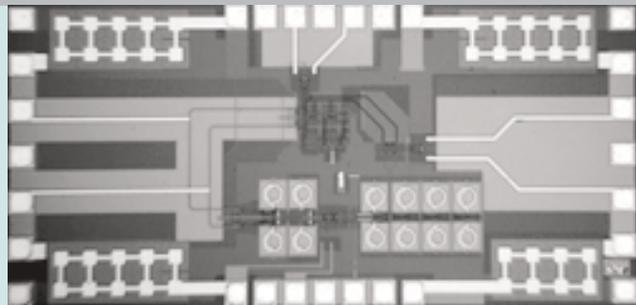
gründete das Fachgebiet Höchstfrequenzelektronik im September 1999 mit seiner Berufung an die Universität Paderborn. Er wurde 1961 in Berlin geboren, promovierte 1990 an der Technischen Universität Dresden und war danach bis 1999 Gruppenleiter am Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik Freiburg. Prof. Thiede ist Mitglied der Vorstände der Paderborner International Graduate School, des Advanced Systems Engineering Center (ASEC) sowie des Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn (CeOPP).

<http://groups.upb.de/hfe/>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
MIKROSYSTEMTECHNIK  
25



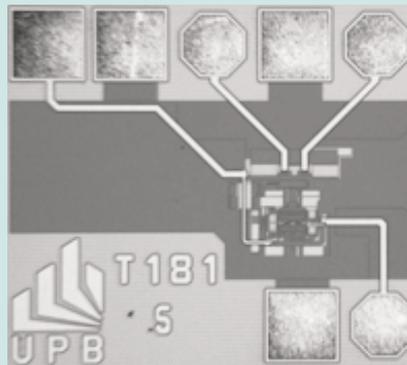
Die Arbeitsgruppe Höchstfrequenzelektronik



10 Gbit/s Clock-Daten-Rückgewinnung in 0.18  $\mu\text{m}$  CMOS-Technologie



Studierende im CAD-Labor



71 GHz Frequenzteiler in SiGe: C-Heterobipolar-technologie



Hochfrequenzmessungen auf dem Wafer

# Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik stellt in einer Informationsgesellschaft das entscheidende Bindeglied der Informatik zur Welt der Anwendungsgebiete (Prozesstechnik, Fertigungstechnik, Energietechnik, Verkehrstechnik, Medizintechnik usw.) dar. Die Automatisierungstechnik ist eine ausgeprägt interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft, die Verfahrens- und Produktentwicklung möglich macht.

Die Automatisierungstechnik verfügt mit der von ihr entwickelten System- und Regelungstheorie sowie der stark interdisziplinär geprägten Prozess-

modellierung über eine leistungsfähige Methodik und Technik zur effizienten Lösung automatisierungstechnischer Probleme. Die Automatisierungstechnik gewährleistet:

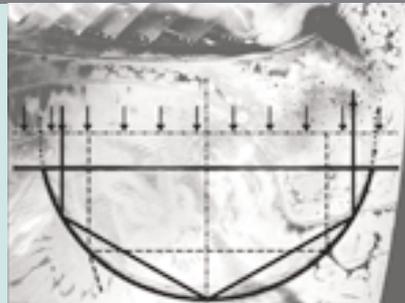
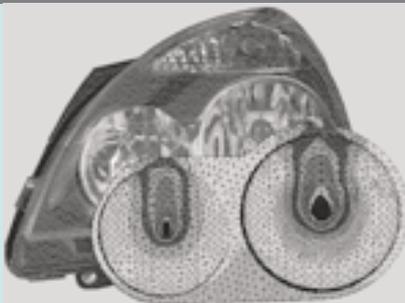
- die messtechnische Erfassung und Verarbeitung elektrischer und nichtelektrischer Prozessgrößen,
- das Steuern und Regeln von Prozessen in offenen und geschlossenen Wirkungskreisen,
- das Optimieren des Betriebs technischer Systeme bezüglich Produktqualität, -dauer, Material- und Energieverbrauch sowie Umweltbelastung,

- den Schutz der technischen Anlagen während des Betriebes
- sowie den Schutz des Menschen.

Die jungen Absolventen der Fachrichtung Automatisierungstechnik haben hervorragende berufliche Perspektiven, denn Zukunft und Fortschritt erfordern eine starke Wirtschaft, die sich nur mit kreativen und hoch motivierten Ingenieuren meistern lässt.

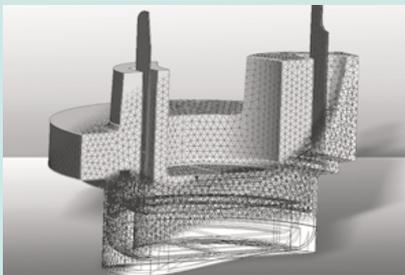
## Mitglieder des Bereichs Automatisierungstechnik (v. l. n. r.)

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voss  
 Prof. Dr. techn. Felix Gausch  
 Prof. Dr.-Ing. Horst Grotstollen  
 Prof. Dr.-Ing. Frank Dörrscheidt  
 Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning  
 Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker



## Modellierung und Simulation komplexer Systeme

Zunehmende Miniaturisierung und wachsende funktionelle Komplexität in der Produktentwicklung sind heute nur beherrschbar durch die computergestützte Simulation unter Berücksichtigung elektrischer, magnetischer, thermischer und mechanischer Effekte, noch bevor Prototypen entstehen. Die Automatisierungstechnik befasst sich mit der Modellbildung, Simulation und Validierung. (Bilder: CFD-Betaungssimulation im Scheinwerfer; Messung der Betaung)



## Piezelektrische Systeme

Piezelektrische Systeme finden vielfach Anwendung in Industrie und im täglichen Leben. Die Automatisierungstechnik entwickelt piezelektrische Systeme und appliziert diese in Messsystemen (linkes Bild: Ultraschallsensor), in Aktoren sowie in Piezotransformatoren (rechtes Bild). Piezelektrische Systeme sind wichtiger Bestandteil mechatronischer Systeme.



## Autonome Systeme

Zukünftig werden selbstständig agierende technische Systeme, z. B. als Roboter, vielfältige Aufgaben in der Wirtschaft und Gesellschaft übernehmen. Mithilfe kognitiver Fähigkeiten bzw. integrierter künstlicher Intelligenz werden autonome Systeme in der Lage sein, Situationen oder auch Objekte in einer komplexen Szenerie zu erkennen, zu überwachen sowie selbsttätig und ressourceneffizient die gestellten Aufgaben auszuführen. (Bilder: RailCab, Patientenüberwachung)

# Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker**

„Leistung effektiv stellen und Bewegung dynamisch regeln“

Die Bewegungssteuerung mittels elektrischer Antriebstechnik hat alle Lebensbereiche durchdrungen. Sie bleibt oft unbemerkt oder wird vom Nutzer als selbstverständlich hingenommen. Verstellbare Drehzahlen sind heute selbst für Haushaltsgeräte Stand der Technik. Anspruchsvollere Antriebe finden sich in Bahn- und Straßenfahrzeugen oder Aufzügen. Komplizierte Bewegungsabläufe, z. B. für Roboter, Druck- oder Fräsmaschinen, benötigen hochdynamische elektrische Antriebe. Leistungselektronik und elektrische Antriebstechnik ermöglichen eine effiziente und bedarfsgerechte Erzeugung, Umformung und Nutzung elektrischer Energie und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Energieproblems. Sie sind Voraussetzung sowohl für die Nutzung erneuerbarer

Energiequellen durch Windkraft-, Photovoltaik- und Meeresenergieanlagen als auch für Energieeinsparungen aufseiten der Verbraucher.

Leistungselektronik und elektrische Antriebstechnik gehören daher zu den Schlüsseltechnologien einer modernen Industriegesellschaft.

Die Forschung der Arbeitsgruppe konzentriert sich dabei auf:

- Drehstromantriebe, insbesondere verlustminimierter Betrieb
- Hybridantriebe für Fahrzeuge: optimierte Bemessung und Betriebsführung
- Elektronische Stromversorgungen: Wirkungsgrad-, Volumen- und Gewichtsoptimierung und digitale Regelung
- Antriebe für Schienenfahrzeuge
- Piezomotoren
- Energiemanagement für Speicher und Bordnetze

**Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker**

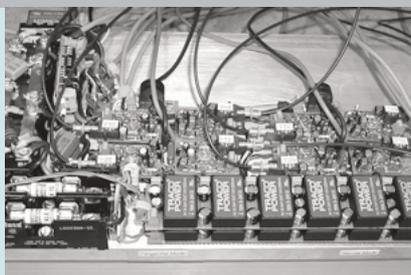
ist seit Juli 2003 an der Uni Paderborn und leitet die Arbeitsgruppe. Herr Böcker studierte Elektrotechnik an der TU Berlin und promovierte dort 1987 am Institut für Mechanik. Von 1988 bis 2001 arbeitete er als Leiter der Gruppe Regelungstechnik im Forschungslabor für Antriebstechnik und Leistungselektronik der AEG, später DaimlerChrysler. Danach führte er ein eigenes Ingenieurbüro.

**Dr.-Ing. Norbert Fröhleke**

leitet den Forschungsschwerpunkt elektronische Stromversorgungen.

<http://www.lea.upb.de>

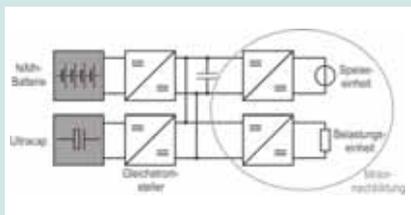
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK  
27



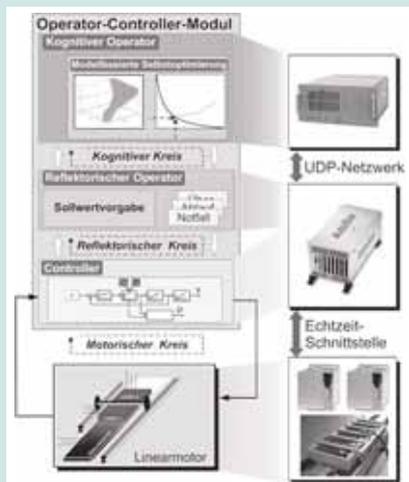
Stromversorgung für eine piezoelektrische Flugzeugbremse



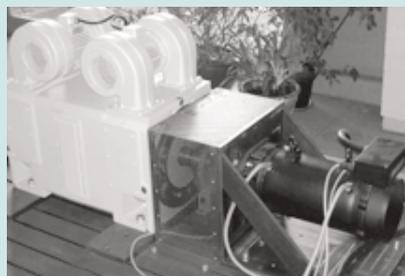
Fahrzeuge der Neuen Bahntechnik Paderborn (RailCab) in Konvoifahrt



Struktur eines hybriden Energiespeichersystems



Struktur selbstoptimierender Antriebssysteme



Prüfstand für hybride Fahrzeugantriebe



FPGA-basierte Antriebsregelung

# Regelungstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Frank Dörrscheidt**

„Modellbildung und Simulation komplexer Prozesse“

Das Fachgebiet Regelungstechnik befasst sich mit der mathematischen Modellierung und digitalen Simulation komplexer biologischer und technischer Prozesse. Neben grundlegenden Forschungsarbeiten zur rechnergestützten Modellbildung mittels objektorientierter Methoden stehen Arbeiten zur mathematischen Modellierung des Energiestoffwechsels menschlicher Muskelzellen (in Zusammenarbeit mit dem Sportmedizinischen Institut – Leitung: Prof. Dr. Heinz Liesen –

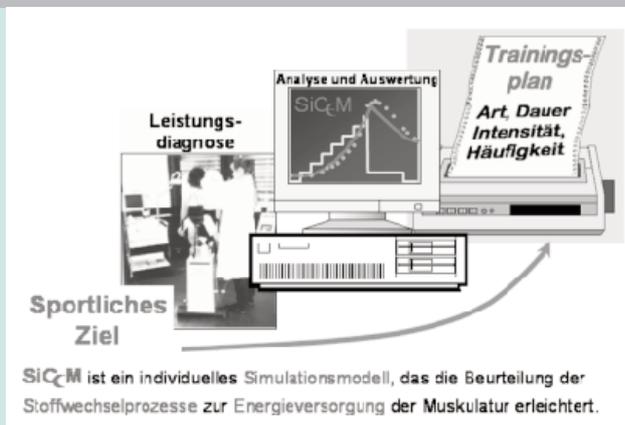
der Universität Paderborn) und zur Modellierung und CFD-Simulation der Durchströmung von Kfz-Scheinwerfern und -Leuchten im Rahmen der Kooperation der Fa. Hella KG (Lippstadt) und der Universität Paderborn im „LightLab“.

**Prof. Dr.-Ing. Frank Dörrscheidt**

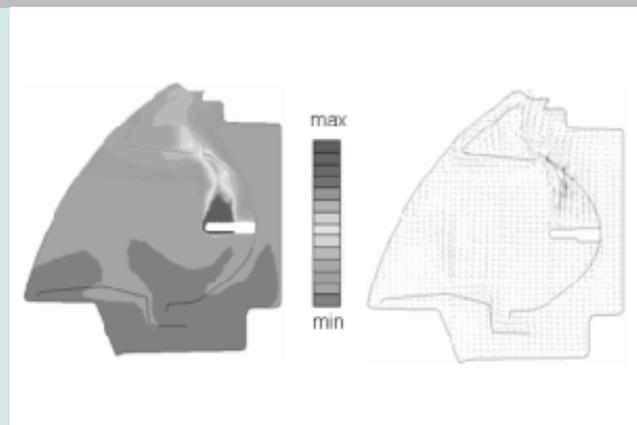
Nach dem Studium der Elektrotechnik, Technischen Elektronik und Regelungstechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt war er von 1966 bis 1976 als Entwicklungsingenieur, Projektleiter und Leiter der Fachgruppe Automationstheorie und Rechentechnik im Institut für Automation der AEG in Frankfurt a. M. tätig. 1974 externe Promotion am Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme – Leiter Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. Otto Föllinger – der Universität Karlsruhe (TH). 1977 wurde er zum ordentlichen Professor ernannt und an die Universität Paderborn berufen.

**Akad. Dir. Dr.-Ing. Bernd Reußenweber**

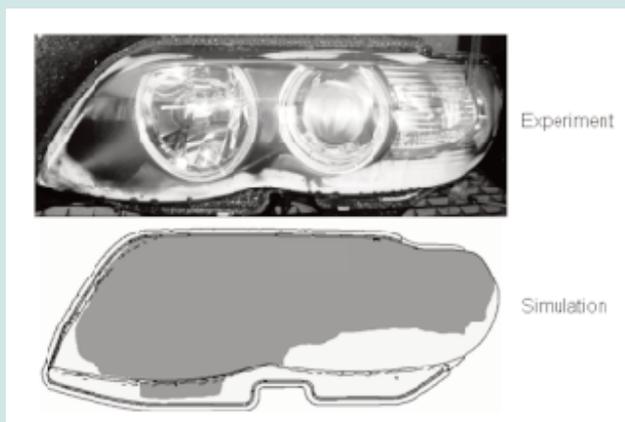
ist Chefredakteur der Zeitschrift „at-Automatisierungstechnik“, München, Oldenbourg-Verlag.



Modellgestützte Leistungsdiagnostik



CFD-Simulation eines Kfz-Scheinwerfers



Kondensation an der Abschlusscheibe eines Kfz-Scheinwerfers

# Steuerungs- und Regelungstechnik

Prof. Dr. techn. Felix Gausch

„Theorie und Praxis nichtlinearer dynamischer Systeme“

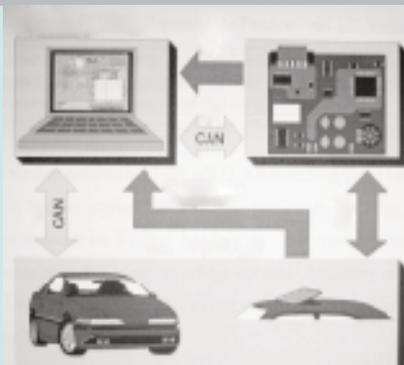
Die Arbeiten der Arbeitsgruppe sind zielgerichtet auf die Lösung regelungstechnischer Aufgabenstellungen bzw. die Automatisierung von Prozessen und reichen von der mathematischen Modellbildung und der numerischen Simulation bis zum rechnergestützten Entwurf und zur Realisierung von digitalen Regeleinrichtungen. Im Rahmen des Entwurfs robuster Regelungen bei harten Beschränkungen werden effiziente Entwurfsverfahren zur optimalen Auslegung von Regelkreisen unter Berücksichtigung gegebener Beschränkungen von Systemgrößen entwickelt, wobei die Einhaltung dieser Beschränkungen auch dann gewährleistet sein soll, wenn die Übertragungseigenschaften des Systems nicht genau bekannt sind.

Besondere Beachtung findet die Entwicklung von Verfahren zur exakten Linearisierung und Entkopplung des Eingangs-/Ausgangsverhaltens von nichtlinearen Mehrgrößensystemen; von großer Bedeutung hierbei sind die Ergebnisse auf dem Gebiet der Deskriptorsysteme, weil die Beschreibung der Dynamik eines aus Teilsystemen aufgebauten Gesamtsystems unter Beibehaltung der modularen Struktur aufgrund von Koppelbedingungen zu einem mathematischen Modell in Deskriptorform führt. Die jüngsten Forschungsergebnisse wurden im Zusammenhang mit der Beobachtung von Systemgrößen in nichtlinearen Deskriptorsystemen erzielt.

**Prof. Dr. techn. Felix Gausch** übernahm im Jahre 1995 die Arbeitsgruppe für Steuerungs- und Regelungstechnik und konzentrierte ihr anwendungsorientiertes Arbeitsfeld auf den Entwurf und die Realisierung von digitalen Regelungen, während ihr regelungstheoretisches Arbeitsfeld überwiegend auf nichtlineare Deskriptorsysteme gerichtet wurde. Er studierte bis 1979 Regelungstechnik und Elektrotechnische Grundlagenforschung an der Technischen Universität Graz; 1983 Promotion und 1992 Habilitation für das Fach Regelungstechnik und Prozessautomatisierung an der Fakultät für Elektrotechnik der TU Graz. 1980 bis 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter am dortigen Institut für Regelungstechnik bei Professor Gerd Schneider. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Modellbildung und Simulation dynamischer Prozesse, der Entwurf und die Realisierung von Regelungen für nichtlineare Systeme sowie die Entwicklung von Verfahren zur Analyse und Synthese nichtlinearer Systeme – insbesondere von Deskriptorsystemen.

<http://www-srt.upb.de>

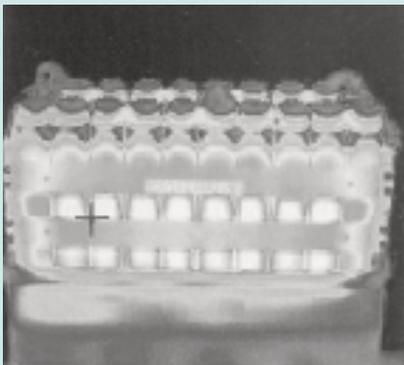
INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK  
29



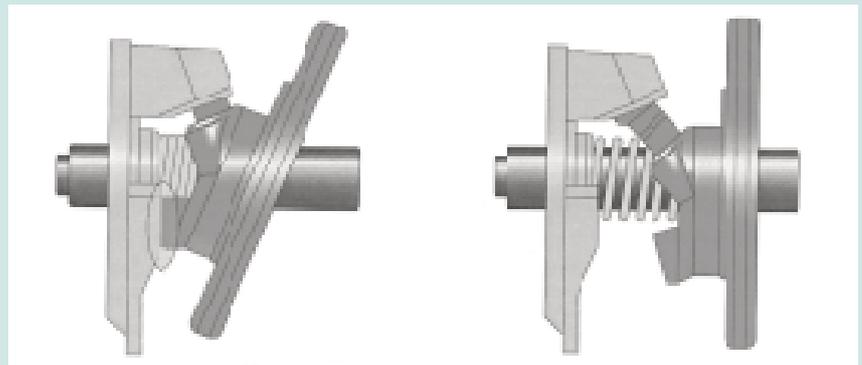
Datenerfassung für den Einklemmschutz bei PKW-Schiebefenstern und PKW-Schiebedächern



Automatisches Aufbringen des Klebstoffes für die Montage eines PKW-Daches



Regelung der Temperatur einer Traktionsbatterie eines Hybrid-PKW



Dynamik eines Taumelscheibenkompressors für eine PKW-Klimaanlage

# Elektrische Messtechnik

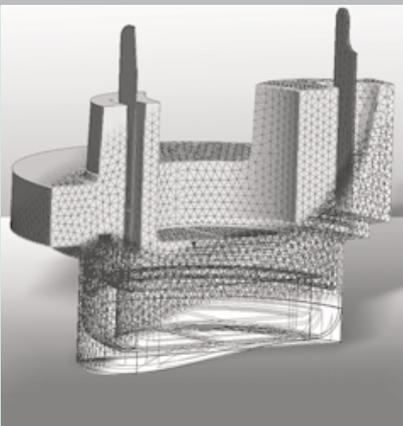
**Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning**  
 „Nichts geht ohne Messtechnik“

Messsysteme und Sensoren sind die Sinnesorgane von Automatisierungssystemen und somit Grundvoraussetzung für die Regelung und gezielte Führung technischer Prozesse. Nur zuverlässig messtechnisch erfasste Größen geben uns die Möglichkeit, die Effizienz von Prozessen zu bewerten und zu verbessern. Das Fachgebiet Elektrische Messtechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung akustischer Sensoren, die ähnlich einem Ohr mechanische Wellen analysieren. Sowohl im Hörschall- als auch im Ultraschallbereich werden Informationen gewonnen, die uns erstaunliche Dinge über geometrische und stoffliche Eigenschaften von Messobjekten verraten. Optische Messsysteme dienen als Augen und bieten uns faszinierende Einblicke in eine Welt, die dem menschlichen Auge verborgen ist.

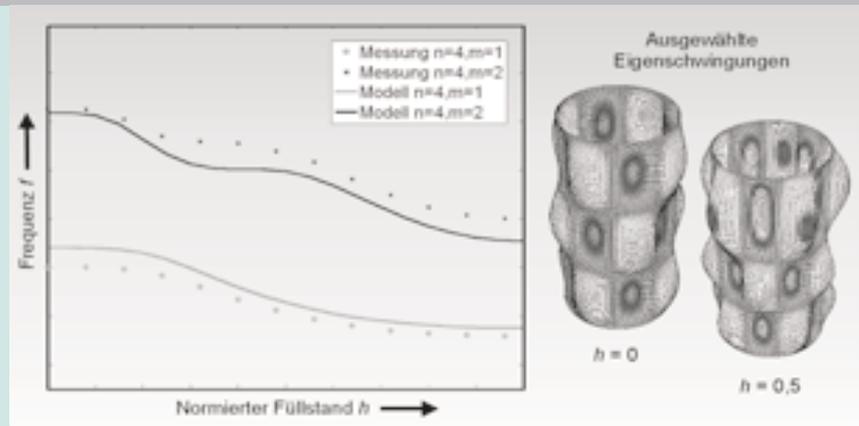
Unsere Forschungsarbeit widmet sich den Fragen:

- Wie beeinflusst das Ultraschallwandlerdesign die Abstrahlcharakteristik?
- Lässt sich der Füllstand in kompliziert geformten Behältern nichtinvasiv messen?
- Wie bestimmt man akustische Materialeigenschaften von Kunststoffen?
- Wie lassen sich Batauflagevorgänge qualitativ und quantitativ analysieren?
- Kann ein Sensor gesundes und tumoröses cerebrales Gewebe unterscheiden?

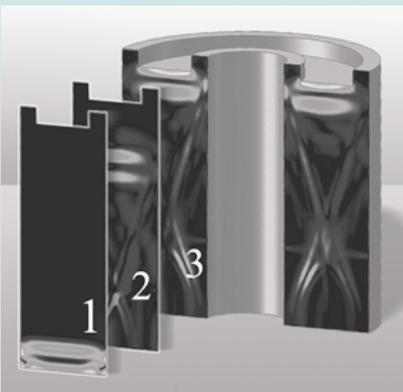
**Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning** ist seit 2001 Professor für Elektrische Messtechnik am Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Paderborn. Er promovierte 1991 an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg in Automatisierungstechnik. Von 1993 bis 1996 leitete er die Arbeitsgruppe Sensorentwicklung am neu gegründeten Institut für Automation und Kommunikation e. V. Magdeburg (ifak). Von 1996 bis 2001 übernahm er die Leitung des Fachbereiches Sensor- und Messtechnik am ifak Magdeburg. Im Jahr 1998 wurde er als Professor für das Fachgebiet Digitaltechnik/Mikroprozessorsysteme an die Hochschule Merseburg berufen. Prof. Henning ist seit 2002 Mitglied des L-LAB-Beirats, Public Private Partnership der Hella KG Hueck & Co. und der Universität Paderborn, sowie Sprecher des 2002 gegründeten Forums: „Piezoelektrische Systeme und deren Anwendungen“ (kurz: Piezoforum). Hauptforschungsgebiete: Ultraschallsensoren, Messdatenauswertung, kognitive Systeme, Prozessmesstechnik.



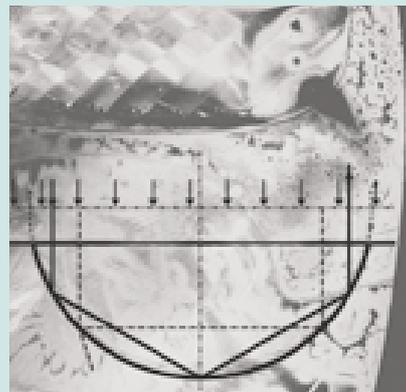
Ultraschallwandlerdesign



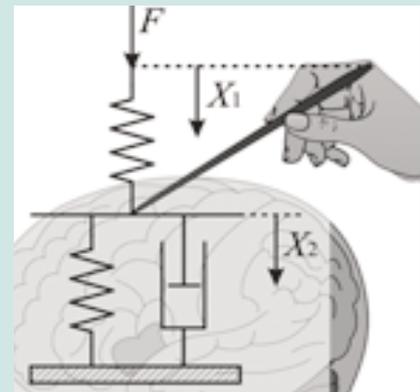
Modalanalyse am Beispiel der Füllstandsmessung



Materialdatenanalyse



Betauungsmonitoring



Tumorgewebisdifferenzierung

# Nachhaltige Energiekonzepte

**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voss**  
„Unser Name ist Programm“

Gestiegenes Umweltbewusstsein bewirkte neben verstärkten wirtschaftlichen Überlegungen einen spürbaren Veränderungsdruck in der bisher durch monopolistische Strukturen geprägten elektrischen Energieversorgung. Die dementsprechend immer mehr an Bedeutung gewinnenden Themenfelder **Rationeller Energieeinsatz** und **Regenerative Energien** spiegeln sich somit auch stark in den Forschungsthemen unserer Arbeitsgruppe wider. Gerade die Untersuchung der Einbindungspotenziale regenerativer Energien und die Ermittlung möglicher Verhaltens- und damit Nutzungsänderungen bilden das Bindeglied zwischen den klassischen Themenfeldern der elektrischen Energieversorgung und einer ganzheitlichen Betrachtung von energetischen Prozessen hin zu zukunftsfähigen inte-

gralen Versorgungs- und Nutzungskonzepten. Es zeigt sich, dass eine zukünftige Energieversorgung sicherlich nicht durch eine technische Lösung oder durch die Nutzung eines Primärenergieträgers gekennzeichnet ist. Vielmehr bedarf es einer großen Anzahl angepasster Lösungen, die alle Möglichkeiten für den entsprechenden Anwendungszweck nutzen. Unsere Hauptarbeitsgebiete tragen diesem Sachverhalt Rechnung:

- Szenarien zukünftiger Energieversorgung
- Dezentrale Energieversorgungssysteme
- Leistungs- und Energiemanagementkonzepte
- Ressourcenmonitoring im privaten Haushalt
- Gesamtenergetische Bilanzierungen
- Nutzung der Windenergie: Onshore/Offshore

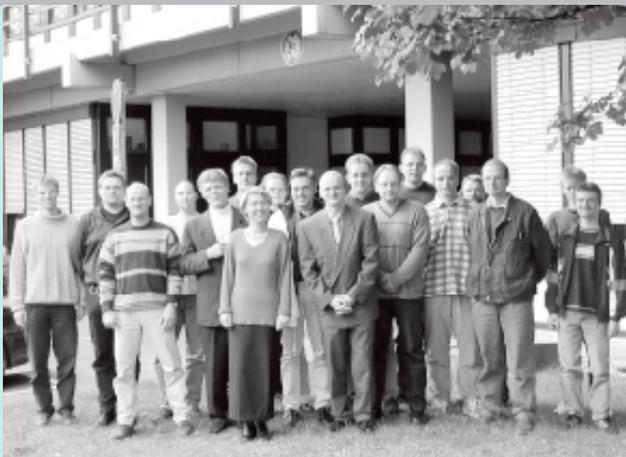
**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voss** gründete die Arbeitsgruppe Nachhaltige Energiekonzepte (bis 2001 Elektrische Energieversorgung) 1984 mit seiner Berufung an die Universität Paderborn. Prof. Voss ist Vorsitzender der Prüfungskommission der Energieberaterausbildung der kommunalen Versorgungsunternehmen Deutschlands (ASEW) sowie Vorstandsmitglied des Trägervereins des Westfälischen Umwelt Zentrums.

**Dr.-Ing. Dirk Prior** leitet den Forschungsschwerpunkt Gesamtenergetische Bilanzierungen.

**Privatdozent Dr.-Ing. Michael Fette** vertritt das Gebiet Netzdynamik in Forschung und Lehre.

<http://www.nek.upb.de>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK  
31



Das Team der Arbeitsgruppe Nachhaltige Energiekonzepte



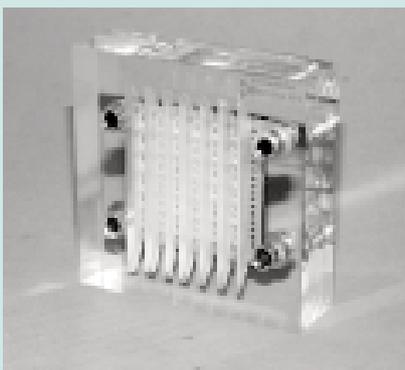
In der Arbeitsgruppe entwickeltes Messgerät für solare Einstrahlung



Standortbegutachtung für die Windkraftnutzung



Projektgruppenorientierte Studierendenausbildung



Brennstoffzelle – ein wichtiges Element für dezentrale Energiekonzepte



Das im Rahmen des Energy Globe ausgezeichnete Demonstrationsprojekt für gesamtökologisches Bauen – eine Idee und gesamtenergetische Konzeption der Arbeitsgruppe

# Institut für Informatik

Ob Telefone, Internet, Navigationssysteme, bargeldlose Zahlungssysteme, Autos und andere Verkehrsmittel oder eine Vielzahl von Haushaltsgeräten und medizinischen Instrumenten: Diese und viele andere Produkte und Systeme sind ohne Informatik undenkbar. Um dessen Potenzial auszuschöpfen, werden Verfahren zur Entwicklung zuverlässiger, effizienter sowie gut handhabbarer Algorithmen und (eingebetteter) Software benötigt.

Die Paderborner Informatik liefert hierzu wesentliche Beiträge: Sie untersucht die algorithmischen Grundlagen, entwickelt die Basistechniken und Methoden für die Erstellung hochwertiger, zuverlässiger Systeme auch für mobile, intelligente Systeme und stellt die erforderlichen Konzepte bereit.

Das Institut für Informatik gliedert sich in vier Forschungsschwerpunkte:

- Modelle und Algorithmen,
- Softwaretechnik und Informationssysteme,
- Mensch-Maschine-Wechselwirkung und
- Eingebettete Systeme und Systemsoftware.

Die exzellente, national und international anerkannte Forschung & Lehre des Instituts wird immer wieder bestätigt: So nimmt die Paderborner Informatik im aktuellen Hochschul-Ranking erneut einen absoluten Spitzenplatz deutschlandweit ein. Des Weiteren ist das Institut maßgeblich an zwei Sonderforschungsbereichen, zwei Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der NRW Graduate School of Dynamic Intelligent Systems und vielen weiteren von DFG, Land, Bund und EU geförderten Drittmittelprojekten beteiligt.

Das Paderborner Forum „Industrie trifft Informatik“ ist eine weitere Initiative des Instituts. Ziel ist, Paderborn als führenden Technologiestandort in Deutschland weiter auszubauen. Denn mit mehr als 280 Firmen hat Paderborn - bezogen auf die Einwohnerzahl – die höchste Dichte an IT-Unternehmen aller Großstädte in Nordrhein-Westfalen. Davon profitieren auch die Studierenden. Das Informatik-Studium in Paderborn verbindet fundierte grundlagenorientierte mit anwendungsnaher Ausbildung und bietet exzellente Berufsaussichten. Enge Industrieanbindung, praxisnahe Ausbildung durch Projektgruppen, Lehrveranstaltungen nach hohen Qualitätsmaßstäben und Ausstattung auf technisch neuestem Stand sind dabei selbstverständlich.

## Arbeitsgruppen des Instituts für Informatik

Modelle und Algorithmen	Softwaretechnik und Informationssysteme	Mensch-Maschine-Wechselwirkung	Eingebettete Systeme und Systemsoftware
<p><b>Prof. Dr. Johannes Blömer</b> Codes und Kryptographie</p> <p><b>Prof. Dr. Wilfried Hauenschild</b> Methoden des Operations Research</p> <p><b>Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide</b> Algorithmen und Komplexität</p> <p><b>Prof. Dr. Burkhard Monien</b> Effiziente Nutzung paralleler Systeme</p>	<p><b>Prof. Dr. Stefan Böttcher</b> Electronic Commerce und Datenbanken</p> <p><b>Prof. Dr. Gregor Engels</b> Datenbank- und Informationssysteme</p> <p><b>Prof. Dr. Uwe Kastens</b> Programmiersprachen und Übersetzer</p> <p><b>Prof. Dr. Hans Kleine Büning</b> Wissensbasierte Systeme</p> <p><b>Prof. Dr. Wilhelm Schäfer</b> Softwaretechnik</p> <p><b>Prof. Dr. Heike Wehrheim</b> Spezifikation und Modellierung von Softwaresystemen</p>	<p><b>Prof. Dr. Gitta Domik</b> Computergrafik, Visualisierung und Bildverarbeitung</p> <p><b>Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil</b> Informatik und Gesellschaft</p> <p><b>Prof. Dr. Johann S. Magenheimer</b> Didaktik der Informatik</p> <p><b>Prof. Dr. Gerd Szwillus</b> Mensch-Computer-Interaktion</p>	<p><b>Prof. Dr. Holger Karl</b> Rechnernetze</p> <p><b>Prof. Dr. Marco Platzner</b> Technische Informatik</p> <p><b>Prof. Dr. Franz J. Rammig</b> Entwurf paralleler Systeme</p>

# Studiengänge des Instituts für Informatik

Das Informatik-Studium in Paderborn verbindet fundierte grundlagenorientierte mit anwendungsnaher Ausbildung und bietet exzellente Berufsaussichten durch sehr enge Industrieanbindung, praxisnahe Ausbildung durch Projektgruppen, Lehrveranstaltungen nach hohen Qualitätsmaßstäben und Ausstattung auf technologisch neuestem Stand.

Das Studium der Informatik ist in die konsekutiven Studiengänge „**Bachelor-Studiengang Informatik**“ (6 Semester) und „**Master-Studiengang Informatik**“ (4 Semester) gegliedert; der Bachelor-Studiengang wiederum in zwei Studienabschnitte von 4 bzw. 2 Semestern unterteilt. Die Lehrpläne beider Studiengänge sind konsequent modularisiert, d.h. alle Studienleistungen außer den Abschlussarbeiten werden durch Absolvierung von Modulen erbracht. In beiden Studiengängen stehen folgende Teilgebiete im Mittelpunkt: Software-technik und Informationssysteme,

Modelle und Algorithmen, Eingebettete Systeme und Systemsoftware, Mensch-Maschine-Wechselwirkung. Die modularisierten Studiengänge bieten zwei international anerkannte berufsqualifizierende Abschlüsse: den „Bachelor of Science“ als Abschluss des 6-semesterigen Bachelor-Studiengangs und den „Master of Science“ als Abschluss des 4-semesterigen Master-Studiengangs.

Außer dem Studiengang Informatik bietet die Universität Paderborn weitere Studiengänge an, in denen die Informatik einen erheblichen Anteil hat:

**Wirtschaftsinformatik** mit den Schwerpunkten Projektmanagement, Electronic Commerce, Multimediale Informationssysteme u. a.

**Ingenieurinformatik** mit den wählbaren Schwerpunkten Elektrotechnik und Maschinenbau.

**Lehramt Informatik** an Gymnasien und an Gesamtschulen.

**Medieninformatik** als Schwerpunkt im Diplomstudiengang Medienwissenschaften.

**Nebenfach Informatik** für Diplom- und Masterstudiengänge.

Die **Siemens-Ausbildung**, Siemens Professional Education, bietet Interessierten nach einem erfolgreich absolvierten Auswahlverfahren an, mit einem Stipendium den Bachelor-Abschluss im Informatikstudiengang in Paderborn zu erreichen. Die Stipendiatinnen und Stipendiaten sind verschiedenen Abteilungen der Siemens AG oder verbundenen Unternehmen zugeordnet und gleichzeitig als Studierende der Universität eingeschrieben. Abgesehen von einigen Sonderregelungen nehmen sie am regulären Studium teil.

<http://www.upb.de/cs/studium>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
STUDIENGÄNGE  
33



Oben: Im Auditorium Maximum



Oben: Im interaktiven Hörsaal DISCO



Oben: Lernen in Kleingruppen

Unten: Studierende an der Universität Paderborn  
(Quelle: Universität Paderborn)



# Schwerpunktprojekt

## Sonderforschungsbereich (SFB) 376

### „Massive Parallelität: Algorithmen, Entwurfsmethoden und Anwendungen“

Vernetzte Systeme sind zu unverzichtbaren Bestandteilen unseres Umfelds geworden, zum Beispiel als Höchstleistungsrechner, als Kommunikations- und Informationssysteme oder als Planungs- und Steuerkomponenten von Transport- und Produktionssystemen. Die ständig wachsende Komplexität solcher Systeme stellt Informatiker und Ingenieure vor immer neue Herausforderungen.

Der SFB 376 hat 1995 seine Arbeit mit dem Ziel aufgenommen, Methoden und Techniken zu entwickeln, um die Leistungsfähigkeit paralleler Netzwerke auszuschöpfen und die Qualität der dabei entwickelten Algorithmen und der Entwurfsmethoden für eingebettete verteilte technische Systeme anhand vielfältiger Anwendungen zu demonstrieren. Die Nutzbarmachung hetero-

gener, dynamischer Netzwerke, z. B. mobiler, drahtlos kommunizierender Netze von Laptops oder Handys, ist zu einem neuen, zentralen Forschungsgegenstand geworden.

Der SFB 376 ist in die Bereiche Algorithmen, Entwurfsmethoden und Anwendungen gegliedert. Sowohl die algorithmischen als auch die methodischen Arbeiten werden in Anwendungen evaluiert, wobei wir bewusst Anwendungen ausgewählt haben, die für unsere Methoden und Techniken Herausforderungen darstellen.

Der SFB 376 läuft Ende 2006 turnusgemäß aus. Im Januar 2006 hat er sich deshalb im Rahmen des 6. Internationalen Heinz Nixdorf Symposiums „New Trends in Parallel & Distributed Computing“ vor über 150 Gästen aus aller Welt präsentiert.

#### Beteiligte Wissenschaftler des Instituts

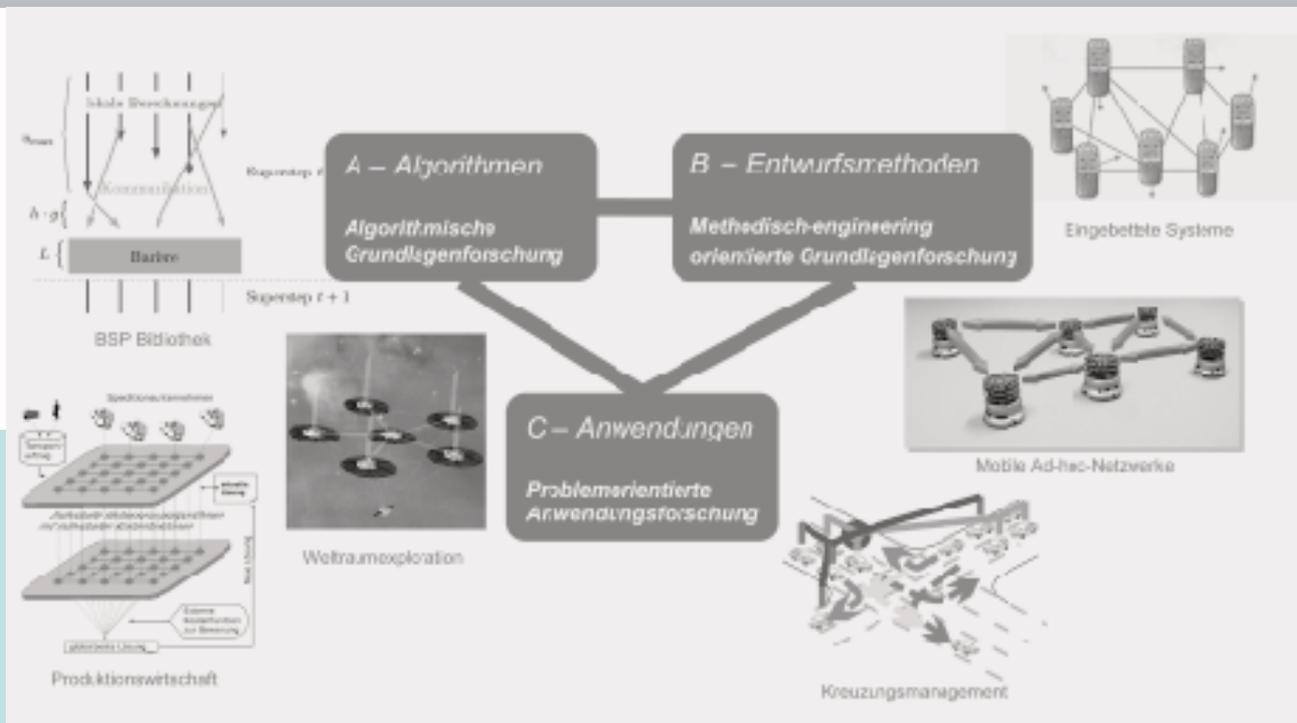
Dr. Stephan Blazy  
Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide (Sprecher)  
Prof. Dr. Burkhard Monien  
Prof. Dr. Franz J. Rammig  
PD Dr. Christian Schindelbauer

#### Beteiligte Wissenschaftler anderer Institute der Fakultät

Prof. Dr. Michael Dellnitz  
Jun.-Prof. Dr. Oliver Junge  
Dr. Robert Preis  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

#### Beteiligte Wissenschaftler anderer Fakultäten der Universität Paderborn

Dr. Stefan Bock  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel  
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Otto Rosenberg



Unser Ziel: Wir wollen Methoden und Techniken entwickeln, die es ermöglichen, das Leistungspotenzial massiv paralleler Systeme optimal auszuschöpfen.

# Schwerpunktprojekt

## Sonderforschungsbereich (SFB) 614

### „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

Künftige Systeme des Maschinenbaus werden aus Konfigurationen von Systemelementen mit einer inhärenten Teilintelligenz bestehen. Das Verhalten des Gesamtsystems wird durch die Kommunikation und Kooperation der intelligenten Systemelemente geprägt sein. Aus informationstechnischer Sicht handelt es sich dabei um verteilte Systeme von miteinander kooperierenden Agenten. Daraus eröffnen sich faszinierende Möglichkeiten für die Gestaltung maschinenbaulicher Erzeugnisse von morgen. Selbstoptimierung ermöglicht handlungsfähige Systeme, die in der Lage sind, selbstständig und flexibel auf veränderte Umgebungsbedingungen zu reagieren. Der Funktionsumfang, die Gesamtqualität und die Sicherheit hängen dabei signifikant von der Qualität

der enthaltenen Software und Informationstechnik ab. Im Zentrum des SFB stehen daher Techniken und entsprechende Softwaresysteme für den integrierten Entwurf qualitativ hochwertiger, selbstoptimierender, maschinenbaulicher Erzeugnisse. Durch die Einbeziehung der modernen Informationstechnik in den klassischen Maschinenbau eröffnen sich faszinierende Chancen für die maschinenbaulichen Erzeugnisse der nächsten Generation. Dieser SFB legt die Grundlagen, diese Chancen effektiv zu nutzen. Eingerichtet wurde der SFB 2002. Die beteiligten Arbeitsgruppen kommen aus der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und der Fakultät für Maschinenbau.

**Beteiligte Wissenschaftler des Instituts**  
 Jun.-Prof. Dr. Holger Giese  
 Dr. Bernd Kleinjohann  
 Prof. Dr. Burkhard Monien  
 Prof. Dr. Franz J. Rammig (stellv. Sprecher)  
 Prof. Dr. Wilhelm Schäfer (stellv. Sprecher)

**Beteiligte Wissenschaftler anderer Institute der Fakultät**  
 Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker  
 Prof. Dr. Michael Dellnitz  
 Prof. Dr.-Ing. Norbert Fröhleke  
 Jun.-Prof. Dr. Oliver Junge  
 Dr.-Ing. Mario Pormann  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

**Beteiligte Wissenschaftler der Fakultät für Maschinenbau**  
 Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Sprecher)  
 Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel  
 Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek  
 Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer

**Beteiligte Wissenschaftler der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften**  
 Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Dangelmaier

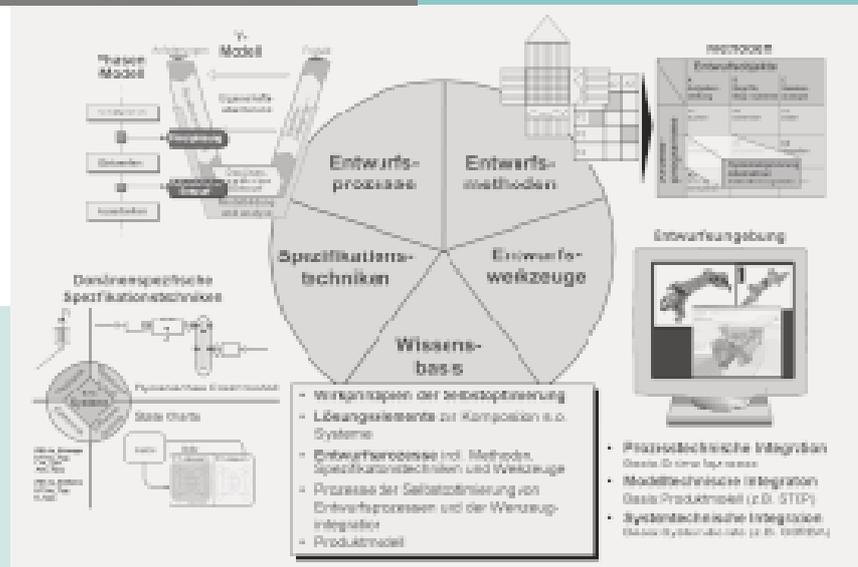
<http://www.sfb614.de>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
 SCHWERPUNKTPROJEKTE  
 35



Links: Der Demonstrator des SFB 614: das Shuttle-System der Neuen Bahntechnik Paderborn

Rechts: Zur Entwicklung selbstoptimierender mechatronischer Systeme wird ein umfangreiches Instrumentarium an Prozessen, Methoden und Spezifikationstechniken benötigt. Diese müssen durch entsprechende Softwaresysteme unterstützt werden.

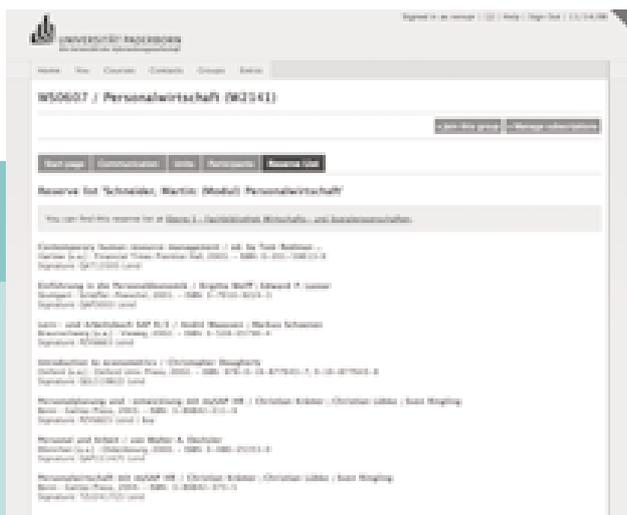


# Schwerpunktprojekt Projekt Locomotion – Low-Cost Multimedia Organisation and Production

Das Projekt wird vom BMBF unter dem Thema „eLearning-Dienste für die Wissenschaft“ gefördert. Ziel ist, eine adaptierbare prozessbasierte Unterstützungsumgebung für eLearning (im Sinne von enhanced Learning) aufzubauen. Im Fokus stehen dabei die Kernprozesse der Modul- und Prüfungsverwaltung sowie der Wissensorganisation. Beide Kernprozesse werden maßgeblich durch Mitglieder der Fakultät gestaltet, die auch zu den Initiatoren des Projekts gehören. Im Teilprojekt Modul- und Prüfungsverwaltung, das unter der Leitung von Prof. Hauenschild und Dr. Filaretow, Universitätsverwaltung, steht, geht es um die Realisierung einer durchgängigen technischen und organisatorischen Unterstützung für die Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen.

Unter der Leitung von Prof. Keil und Dr. Haubfleisch, Leiter der Universitätsbibliothek, wird im Kernprozess „Wissensorganisation“ die Produktion, Vermittlung und Erschließung von Wissen mit der Einrichtung virtueller Wissensräume elektronisch unterstützt. Auf Basis von open-sTeam, das über mehrere Jahre hinweg in der Fakultät und im Heinz Nixdorf Institut entwickelt und erprobt worden ist, sollen unterschiedliche Lernszenarien realisiert und in eine durchgängige Dienste-Infrastruktur eingebettet werden. Eine auf dieser Infrastruktur aufbauende Plattform für Koaktives Lernen und Arbeiten (<http://koala.uni-paderborn.de/>) ist seit dem Wintersemester 2006 im Testbetrieb.

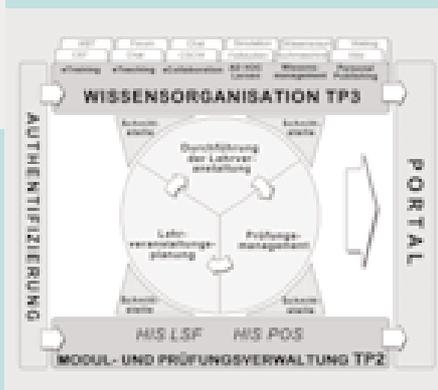
**Beteiligte Wissenschaftler**  
Prof. Dr. Wilfried Hauenschild  
Prof. Dr. Reinhard Keil  
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer



Oben: Die eSeminarapparate der Universitätsbibliothek werden in der Plattform für Ko-aktives Lernen und Arbeiten mit den Veranstaltungen verknüpft



Oben: Prof. Dr. Reinhard Keil (r.) präsentierte Minister Prof. Dr. Andreas Pinkwart die ersten Ergebnisse im Rahmen des Education Quality Forums in Bonn



Links: Gesamtstruktur der zu entwickelnden Infrastruktur.

# Ausgewählte Kooperationen mit Wissenschaft und Industrie

## EU-Projekt

### „Dynamically Evolving Large-scale Information Systems“ (DELIS)

Informationssysteme wie das Internet, das WWW, große Telekommunikations-Netzwerke, mobile Ad-hoc- oder Peer-to-Peer-Netzwerke haben mittlerweile ein Komplexitätsniveau erreicht, das es unmöglich macht, sie mit herkömmlichen Methoden zu verwalten. Gründe liegen zum einen in ihrer schier großen Größe – oftmals mit Millionen von Nutzern und Verbindungen – zum anderen in ihrer Dynamik: Derartige Netze verändern sich ständig durch Einfügen, Modifizieren oder Löschen von Komponenten. Deshalb ist es nicht möglich, solche Systeme mit globalen Strategien zu verwalten oder gar zu optimieren. Deshalb haben wir uns in DELIS die Aufgabe gestellt, selbstregulierende und selbstreparierende Mechanismen zu entwickeln, die auf der einen Seite dezentralisiert, skalierbar und adaptiv

zu Veränderungen des Systems sind, auf der anderen Seite zu einem global akzeptablen Verhalten führen. Wir gehen davon aus, dass Methoden der Informatik, ergänzt um eine Kombination von Erkenntnissen aus den Bereichen statistische Physik, Wirtschaftswissenschaften und Ökonomie, Biologie und Sozialwissenschaften, die passende Grundlage liefern, um Techniken und Werkzeuge zu entwickeln, die oben genannten Ziele zu erreichen.

<http://delis.upb.de/>

**Kooperationspartner aus Paderborn**  
Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide (Koordinator)  
Prof. Dr. Burkhard Monien  
Prof. Dr. Odej Kao

## Paderborner Forum

### „Industrie trifft Informatik“ (ItI)

Das Paderborner Forum „Industrie trifft Informatik“ ist eine Initiative der Informatik-Professorinnen und -Professoren

der Universität Paderborn, die im Jahre 1999 mit Unterstützung der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Paderborn mbH gestartet wurde.

Ziel ist es, die Spitzenposition der Paderborner Informatik in Deutschland als einen wesentlichen Standortvorteil der heimischen Wirtschaft zu nutzen. Dazu wird im Dialog mit der Industrie die Praxisorientierung der Forschung und der Studierendenausbildung gestärkt und die Unternehmen werden bei der Umsetzung der Ergebnisse bis zur Kommerzialisierung unterstützt.

Zu den aktuellen Schwerpunktthemen gehört das Thema „IT-Sicherheit“ mit dem jährlich stattfindenden „Paderborner Tag der IT-Sicherheit“. Die große Beteiligung aus Hochschule und Industrie belegt die positive Resonanz dieser Initiative in der Region.

<http://www.upb.de/cs/kooperation/iti.html>



Links: Der Ausschnitt zeigt einen Teil eines Kooperationsnetzwerks von DELIS Wissenschaftlern nach der Aufteilung in Cluster (Gruppen mit stärkerer Kooperation), freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Robert Görke, Universität Karlsruhe.

Veranstalter und Referenten des „2. Paderborner Tages der IT-Sicherheit“ (2007) (v. l.): Dr. Michael Laska (Paderborner Forum „Industrie trifft Informatik“), Michael Hange (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn), Prof. Dr. Johannes Blömer (Universität Paderborn, Institut für Informatik), Dr. Gudrun Oevel (Universität Paderborn, Zentrum für Informations- und Medientechnologien), Prof. Dr. Gregor Engels (Paderborner Forum „Industrie trifft Informatik“).

Unten: Im Anschluss an das 6. Internationale HNI Symposium „New Trends in Parallel & Distributed Computing“ trafen sich rund 60 DELIS Wissenschaftler im Januar 2006 in Paderborn zu ihrem jährlichen Workshop.



# Unternehmensgründungen aus dem Institut für Informatik



Die **Art Systems Software GmbH** wurde im Jahr 1996 als ein Spin-Off der Arbeitsgruppe Wissensbasierte Systeme gegründet. Die Firma ist auf die Softwareentwicklung zur Lösung wissensintensiver Aufgaben spezialisiert.

Ein besonderer Schwerpunkt ist die Entwicklung von Simulations-, Lern- und Multimedia-Programmen im Bereich der Fluidtechnik. Ihr bekanntestes Produkt aus diesem Bereich ist FluidSIM, das national und international mit verschiedenen Preisen ausgezeichnet wurde und das mittlerweile einen Standard in der Aus- und Weiterbildung in der Fluidtechnik darstellt. FluidSIM wurde bislang in zwölf Sprachen übersetzt und wird von der FESTO GmbH und Co. KG weltweit vertrieben.

<http://www.art-systems.de>

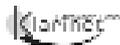


Die **DiscVision GmbH** wurde 2001 als Spin-Off der Paderborner Informatik und des „Paderborn Center for Parallel Computing“ (PC<sup>2</sup>) gegründet. DiscVision entwickelt Technologien für den interaktiven Zugriff auf TV-Inhalte und stellt diese Technologien für Partner im Bereich der Consumer-Elektronik sowie in Anwendungen zur Verteilung von Breitbandinhalten zur Verfügung. Im Consumer-Elektronik-Bereich werden auf Basis von DiscVision-Technologien heute Systeme realisiert, die

unter dem Begriff „Personal Video Recorder“ eine vollkommen neue Art von Consumer-Elektronik-Geräten definieren. Derartige Geräte sind i. a. als Set-Top-Boxen realisiert, die über eine zunehmend große Speicherkapazität verfügen, um digitalisierte Audio-/Video-Daten zu speichern. Bereits heute sind erste Systeme verfügbar, die mehrere hundert Stunden Videodaten speichern.

Auf Basis der gleichen Technologie, wie sie für „Personal Video Recorder“ genutzt werden, entwickelt DiscVision Technologien zur Verteilung breitbandiger Medien über Satellit oder andere Breitbandnetzwerke. Diese Systeme finden vor allem ihre Anwendung in Business-TV-Systemen.

<http://www.discvision.com>



Die **Klarinet Software GmbH** wurde 1999 von Mitarbeitern des Lehrstuhls Wissensbasierte Systeme gegründet. Das Kerngeschäft ist die Entwicklung und Vermarktung von Softwareprodukten zur Planung und Optimierung von Computernetzwerken (z. B. LANeCo). Heute umfasst das Dienstleistungsangebot auch die IT-Beratung im Bereich der Netzwerk- und Sicherheitstechnik sowie die Erstellung von Individualsoftware im Kundenauftrag.

<http://www.klarinet.de>



Die **paderLinx GmbH**, eine der Pionierfirmen im kommerziellen Internet, startete 1995 in Paderborn als Internet-Service-Provider. Das Unternehmen bot aufgrund seiner speziellen Expertise umfassende Leistungen in den Bereichen eCommerce (Online-Shopping-Systeme), Technisch-Wissenschaftliche Online-Datenbankanwendungen bis hin zu Video-Konferenzlösungen über das Internet. Im Bereich Web-Technologie wurden zahlreiche Projekte für namhafte Firmen realisiert. Für die Vereinigte Verlagsauslieferung wurde Mountmedia, ein Online-Buchshop, entwickelt und für den Bielefelder Schallplattenversand jpc ein CD-Online-Shop. In den Bereich Applikations-Server fällt die Entwicklung eines Buchungssystems für die Messe Frankfurt. Zusammen mit der Firma mediaWays wurde für Bertelsmann das System c@llas entwickelt. Die Kommunikation der Zukunft bietet Telefonieren, Faxen, E-Mailing etc. über das Internet unter einer Oberfläche. Weitere Referenzkunden: eps Bertelsmann GmbH,

Bertelsmann-Industrie AG, Factoring Verband e. V., Bertelsmann media-Systems GmbH, Sun Microsystems GmbH, Canada Reise Dienst, Sportverein Göttingen ASC46, Bremer Stahl- und Spannbeton, Familienbund Paderborn e. V. sowie das Studentenwerk der Universität Paderborn. Die paderLinx GmbH wurde 2002 von der Firma mediaWays GmbH in Gütersloh übernommen.

**Telefonica** Heute gehört mediaWays zu der Telefonica Deutschland GmbH, dem zweitgrößten IP-Carrier Deutschlands.

<http://www.telefonica.de>

# Modelle und Algorithmen

Algorithmen bilden die Grundlage jeder Hardware und Software: Ein Schaltkreis setzt einen Algorithmus in Hardware um, ein Programm macht einen Algorithmus „für den Rechner verstehbar“. Algorithmen spielen daher eine zentrale Rolle in der Informatik. Eine besondere Herausforderung ergibt sich durch neue technologische Möglichkeiten und durch in deren Folge stetig wachsende Anforderungen der Anwender: Parallelrechner erlauben die Bearbeitung hoch komplexer Probleme, Netzwerke wie das Internet ermöglichen weltweiten

Informationsaustausch und haben das Potenzial, als Parallelrechner eingesetzt zu werden, und durch drahtlose Kommunikation werden Netzwerke mobil. Die Arbeitsgruppen des Fachgebiets haben sich zum Ziel gesetzt, die algorithmische Grundlagenforschung voranzutreiben und ihre Konzepte und Methoden in Anwendungen zu demonstrieren. Dabei befassen wir uns mit den Komplexitätstheoretischen Grundlagen, Optimierungsmethoden, Algorithmen für die Computergrafik und Kryptographie. Ein besonderer Schwer-

punkt liegt auf den algorithmischen Problemen, die sich bei der effizienten Nutzung von (mobilen, heterogenen) Rechnernetzen ergeben, z. B. Kommunikationsprotokolle, Datenverwaltung, Lastbalancierung und Scheduling.

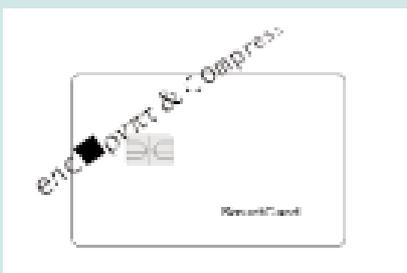
**Mitglieder des Fachgebiets** (v. l. n. r.)  
 PD Dr. Christian Schindelbauer  
 Jun.-Prof. Dr. Christian Sohler  
 Prof. Dr. Wilfried Hauenschild  
 Dr. Rainer Feldmann  
 Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide  
 Prof. Dr. Burkhard Monien  
 Jun.-Prof. Dr. Robert Elsässer  
 Dr. Matthias Fischer  
 Prof. Dr. Johannes Blömer  
 Es fehlt Dr. Ulf Lorenz



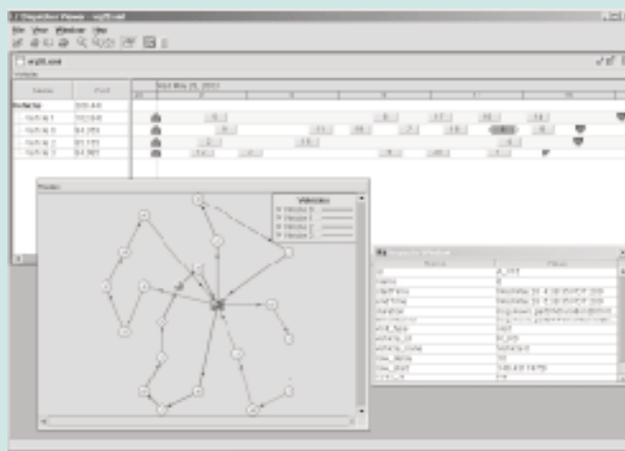
Parallelrechner ermöglichen die schnelle Lösung komplexer Probleme.



Der Einsatz randomisierter Verfahren erlaubt den Entwurf von Algorithmen zur Realzeit-Navigation in hochkomplexen virtuellen Szenen.



SmartCards sind Chipkarten, auf denen Programme laufen müssen, die auf kleinstem Platz ein Höchstmaß an Datensicherheit gewährleisten.



Optimierungsmethoden senken Kosten und erhöhen die Produktivität, wie hier in der Transportplanung.

# Codes und Kryptografie

Prof. Dr. rer. nat. Johannes Blömer

„Sicherer Datenaustausch durch Verschlüsselung und Kompression“

Die Kryptografie ist eine moderne Schlüsseltechnologie mit vielfältigen Anwendungen von der EC-Karte bis hin zu elektronischen Unterschriften auf Verträgen im Internet. Unsere Forschung in der Kryptografie konzentriert sich auf Kryptanalyse von asymmetrischen Kryptoverfahren wie RSA und auf die besonderen Anforderungen, die Kryptografie auf Smartcards stellt. Bei der Kryptanalyse verschiedener kryptografischer Verfahren wie RSA konzentrieren wir uns auf exakte mathematische Methoden wie die Gitterreduktion. Wir untersuchen auch die mathematischen und algorithmischen Grundlagen dieser Verfahren aus der Geometrie der Zahlen. Algorithmen auf Smartcards sollen auch dann noch sicher sein, wenn ein

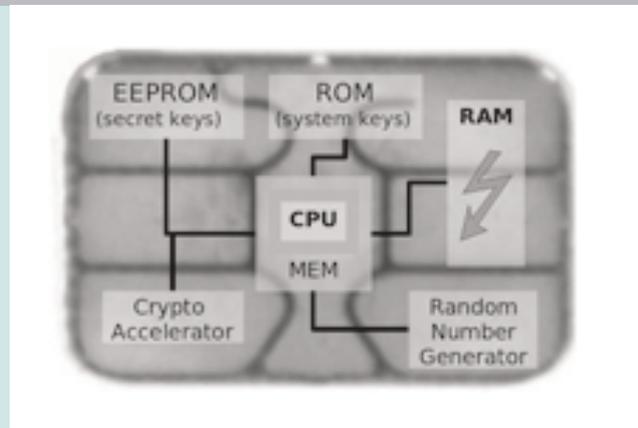
Angrifer die Karte manipulieren kann. Dieses führt auf die sogenannten Seitenangriffe. Wir untersuchen, welche Seitenangriffe bei verschiedenen Verfahren möglich sind. Wir arbeiten andererseits auch an Verfahren, die eine hohe Sicherheit gegen Seitenangriffe bieten sollen.

In der Codierungstheorie beschäftigen wir uns derzeit vor allem mit der verlustfreien Datenkompression. Ziel ist es hier, die Beschreibungsgröße von sogenannten Markow-Modellen zur verlustfreien Kompression zu minimieren. Hierbei untersuchen wir Algorithmen zum Clustering von Daten. Wir analysieren, ob Algorithmen aus dem Clustering geometrischer Daten auch bei Markow-Modellen eingesetzt werden können.

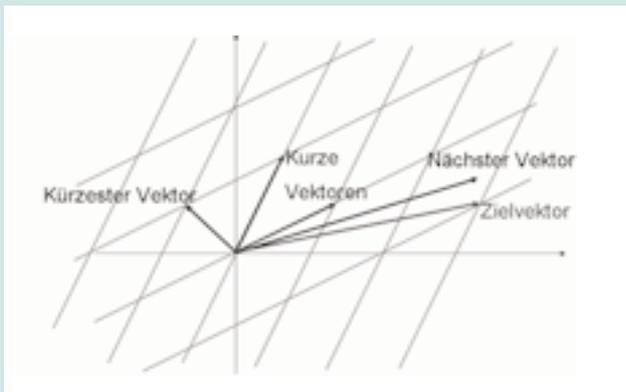
**Prof. Dr. rer. nat. Johannes Blömer** ist Professor für Theoretische Informatik am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Johannes Blömer promovierte 1993 an der Freien Universität Berlin in Mathematik. Danach war Johannes Blömer mehrere Jahre als Postdoktorand am International Computer Science Institute in Berkeley sowie an der ETH Zürich, letzteres unterbrochen durch eine Professurvertretung an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt. Seit März 2000 ist Johannes Blömer an der Universität Paderborn. Er ist Mitglied im PaSCo, im Graduiertenkolleg des PaSCo, im PACE sowie im Institut für Industriemathematik (IfIM).



Teilnehmer des Schüler-Kryptotags versuchen Chiffren zu brechen



Aufbau einer Smartcard mit Möglichkeiten für Seitenangriffe



Ein Gitter mit Skizzierung einiger wesentlicher Gitterprobleme

# Methoden des Operations Research

## Prof. Dr. rer. nat. Wilfried Hauenschild „Lehre und Forschungsmanagement“

Planungsaufgaben und Entscheidungsunterstützung verlangen heute neben leistungsfähigen Werkzeugen nach angepassten Algorithmen und intelligenten Heuristiken. Ziel ist ein möglichst vollständiges „Supply Chain Management“. Um auf solche Aufgaben vorbereitet zu sein, benötigen Studierende eine breite Palette von Methoden. Zu diesem Angebot trägt die Arbeitsgruppe in enger Abstimmung mit der AG Monien regelmäßig bei.

Während der letzten vier Jahre als Prorektor für Studium und Lehre war neben der Einführung neuer Studiengänge das Projekt „Paderborner Hochschuldidaktik“ mit Unterstützung des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung eine Kernaufgabe. Im Rahmen dieses Projektes werden in der Universität hochschuldidaktische ModeratorInnen aus-

gebildet, um die flächendeckende Weiterbildung der Lehrenden der Universität in Fragen der Hochschuldidaktik und des Wissenschaftsmanagements nachhaltig zu sichern. Dieses Projekt wird zusammen mit dem Kollegen König aus der Fakultät für Kulturwissenschaften weitergeführt.

Hauptaugenmerk der Forschung liegt in der Leitung – zusammen mit den Fakultätskollegen Hilleringmann und Thiede – der gemeinsamen Arbeitsgruppe mit dem Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) in Berlin (Abteilungsleiter Dipl.-Ing. John unter Prof. Dr. Geßner). Kern der Arbeit sind Leitung und Mitarbeit am BMBF-geförderten MEDEA+-Projekt „Parachute“ zusammen mit vielen internationalen Partnern aus Industrie und Wissenschaft.

**Prof. Dr. rer. nat. Wilfried Hauenschild** ist Professor für Praktische Informatik/Methoden des Operations Research am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 1973 an der TU München und habilitierte sich 1980 an der Universität Paderborn jeweils in Mathematik. Von 1986 bis 1990 war er zunächst Forschungsreferent beim Entwicklungsvorstand der Nixdorf Computer AG und später Abteilungsleiter für Förderprojekte bei der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG. Seit 1990 ist er Professor für Praktische Informatik in Paderborn.

Seit der Zeit bei Nixdorf ist er Mitglied, lange Zeit und heute wieder Vorsitzender, des Wissenschaftlichen Beirats der Kooperation C-LAB zwischen zunächst Nixdorf, heute Siemens, und der Universität Paderborn. Seit Oktober 2003 ist er Beauftragter des Instituts für Informatik für den kooperativen Studiengang im Rahmen des Stipendienprogramms der Siemens-Berufsausbildung Siemens Professional Education in Paderborn.

<http://www.upb.de/cs/ag-hauenschild>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
MODELLE UND ALGORITHMEN  
41



Mitglieder der gemeinsamen Arbeitsgruppe der Universität mit dem IZM

# Algorithmen und Komplexität

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

„Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen“

Moderne Rechnersysteme liefern in vielerlei Hinsicht erweiterte Anwendungsmöglichkeiten: Parallele Rechnernetze erlauben die Behandlung äußerst komplexer algorithmischer Probleme; das Internet bietet die Möglichkeit zum weltweiten Informationsaustausch und hat sogar das Potenzial, als gigantischer Parallelrechner genutzt zu werden; drahtlose Kommunikationssysteme erlauben sehr flexible Kommunikation auch zwischen mobilen Stationen; Hardware-Unterstützung für Graphikanwendungen ermöglicht Echtzeit-Navigation in sehr komplexen virtuellen Szenen.

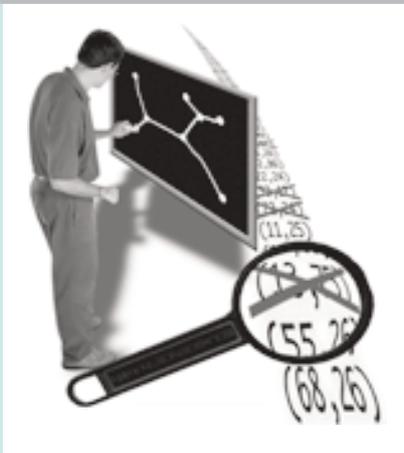
Eine besondere Herausforderung stellen Rechensysteme dar, die aus unterschiedlichen Komponenten (z. B. unterschiedlich leistungsfähigen Prozessoren, Speichermedien oder Kommunika-

tionssystemen) bestehen und deren Struktur sich mit der Zeit verändert. Die algorithmischen Fragestellungen, die sich bei der Realisierung und effizienten Nutzung solcher heterogenen, dynamischen Systeme ergeben, stehen zurzeit im Zentrum unserer Arbeiten. Dazu entwickeln wir neue Methoden in den Gebieten der Randomisierung, der Approximation und der Online-, der sublinearen und der parallelen und verteilten Algorithmen und wenden sie an, um beweisbar effiziente Verfahren für die Kommunikation und Datenverwaltung in heterogenen Netzwerken und der Computergrafik zu entwerfen. Wir bewerten die Qualität unserer Algorithmen durch theoretische und experimentelle Analysen und stellen ausgewählte Verfahren als zum Teil prototypische Software-Bibliotheken zur Verfügung.

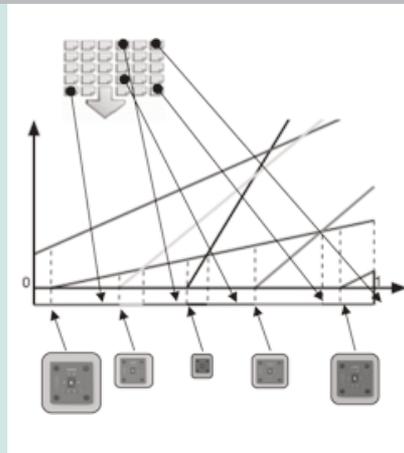
**Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide** ist Professor für Algorithmen und Komplexität am Heinz Nixdorf Institut und am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 1981 an der Universität Bielefeld in Mathematik und habilitierte sich 1986 an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt in Informatik. Von 1986 bis 1989 arbeitete er als Professor (C3) für Theoretische Informatik in Dortmund und wechselte von dort nach Paderborn. 1992 wurde er gemeinsam mit seinem Kollegen Burkhard Monien mit dem Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet.

Friedhelm Meyer auf der Heide war Sprecher des DFG-Graduiertenkollegs „Parallele Rechnernetze in der Produktionstechnik“, ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs 376 „Massive Parallelität“ und Koordinator des EU-Projekts „Dynamically Evolving Large Scale Information Systems“.

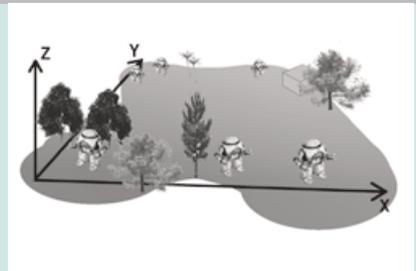
Er war und ist in verschiedenen Funktionen für die DFG tätig, u. a. als DFG-Fachgutachter, Mitglied des Heisenberg-Ausschusses und der PHD-Gutachter- und Auswahlkommission und als Vertrauensdozent der Universität Paderborn.



Problembezogene statistische Analyse eines dynamischen Punktkoordinatenstroms



Balancierte Verteilung von Aufgaben in Parallelen Programmen auf unterschiedlich performanten Prozessoren



Basierend auf Algorithmen zur autonomen Organisation explorieren Roboterteams unbekanntes Terrain



Anzeige komplexer CAD-Modelle in Echtzeit durch gezieltes Steuern von Details in signifikanten Bereichen

# Effiziente Nutzung paralleler Systeme

**Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien**

„Neue Dimensionen durch effiziente Nutzung paralleler und verteilter Systeme“

Die Bereitstellung großer Rechenleistung ist eine entscheidende Voraussetzung für die Realisierung komplexer Systeme und Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Höchstleistungsrechner werden dabei vorwiegend als Parallelrechner realisiert. Die parallele Rechenleistung kann sowohl durch einen einzigen Rechner, der aus mehreren Prozessoren besteht, als auch durch mehrere Rechner, die auf verschiedene Standorte verteilt sind und miteinander kommunizieren, erbracht werden. Die wesentlichen Forschungsschwerpunkte unserer Arbeitsgruppe sind die theoretischen Grundlagen des Parallelen Rechnens, die Bereitstellung leistungsfähiger paralleler und verteilter Rechnerarchitekturen, die Entwicklung effizienter Verfahren zur Realisierung

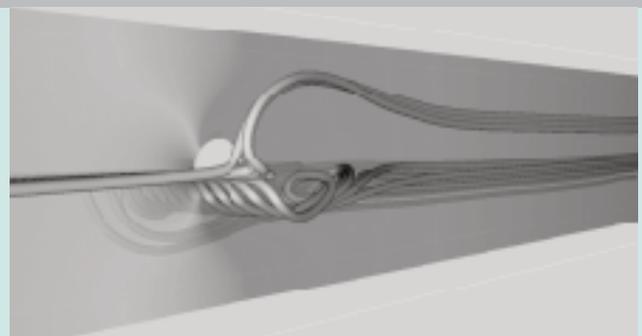
von Anwendungen auf diesen Systemen sowie die prototypische Realisierung von Anwendungen. Die Arbeitsgruppe ist an zahlreichen national und international geförderten Projekten beteiligt, in denen die Forschungsergebnisse zur Lösung praktischer Probleme der Industriepartner angewandt werden. Durch die enge Kooperation mit den Industriepartnern ergeben sich umgekehrt immer wieder neue Impulse und Fragestellungen für unsere eigenen Forschungsaktivitäten. Beispiele für solche Kooperationen finden sich bei der Lösung kombinatorischer Optimierungsprobleme in der Flugplanung, der numerischen Simulation von Differenzialgleichungen, der photorealistischen 3D-Bildgenerierung und der angewandten Spieltheorie.

**Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien** promovierte 1968 an der Universität Hamburg und habilitierte sich 1974 ebenfalls in Hamburg. Von 1975-1977 arbeitete er als C3-Professor an der Universität Dortmund. Seit 1977 ist er C4-Professor für Informatik an der Universität Paderborn. Prof. Monien war langjähriger Fachgutachter der DFG, Koordinator des DFG-SPP „Datenstrukturen und effiziente Algorithmen“, der DFG-Forschergruppe „Effiziente Nutzung massiv paralleler Systeme“, des NRW-Forschungsverbundes „Paralleles Rechnen“ sowie mehrerer BMFT- und EU-Projekte, Vorsitzender des Fachausschusses „Grundlagen der Informatik“ der GI, Mitglied des Vorstandes der „EATCS“, der Arbeitsgruppe „Technische Fakultäten“ des Wissenschaftsrates und des Fachbeirats des „MPI für Informatik in Saarbrücken“. 1992 erhielt er zusammen mit Prof. Meyer auf der Heide den Leibniz-Preis. Prof. Monien ist Vorsitzender des Vorstandes des „Paderborn Center for Parallel Computing“, Mitglied des Vorstandes des „Heinz Nixdorf Instituts“ und des „Paderborn Institute for Scientific Computation“, Mitglied der „Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften“ sowie Mitglied des „acatech (Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften)“.

<http://www.upb.de/cs/ag-monien>



Optimierungsprobleme in der Flugplanung



Numerische Simulation einer 3D-Strömung um einen Zylinder



3D-Visualisierung des HNI-Gebäudes



Spielbaumsuche am Beispiel eines parallelen Schachprogramms

## Weitere Wissenschaftler – Modelle und Algorithmen

**Dr. rer. nat. Matthias Fischer**

„Algorithmen in der Computergrafik“

Unser Arbeitsgebiet ist die Entwicklung von Algorithmen im Bereich der Computergrafik. Die Darstellung von hochkomplexen, virtuellen Szenen ist eine Herausforderung für Echtzeit Virtual Reality Systeme. Ziel sind die Berechnung hoch qualitativer Bilder und zugleich eine Navigation in Echtzeit, die dem Benutzer ein intuitives Verständnis der Szene vermitteln. Wir entwickeln Approximations- und Sampling-Algorithmen, die ein einfaches Anheben oder Absenken der Bildqualität an verschiedenen Orten in der Szene erlauben. Dadurch können wir die Szene in Echtzeit darstellen und für die Objekte eine hohe Darstellungsqualität garantieren, für die sich der Benutzer interessiert.

Wir betrachten virtuelle Szenen, die auf lokalen Festplatten oder im Netzwerk gespeichert sind. Die Szenen werden so gespeichert, dass nur wenige Daten für die Berechnung eines Bildes notwendig sind und diese schnell geladen werden. Wir entwickeln parallele Algorithmen, um eine Beschleunigung unserer sequenziellen Methoden zu erreichen. In den ersten Anwendungen unserer Methoden befassen wir uns mit der 3D-Darstellung von Simulationsumgebungen in komplexen Produktionsszenarien.

**Dr. rer. nat. Matthias Fischer** studierte von 1988 bis 1994 in Paderborn, promovierte 2005 und ist seitdem wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Professor Meyer auf der Heide.

Darstellung einer komplexen virtuellen Szene in Echtzeit



## Weitere Wissenschaftler – Algorithmen und Komplexität

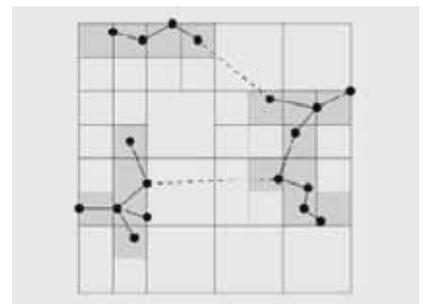
**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Christian Sohler**

„Algorithmen für komplexe Netzwerke“

Noch vor wenigen Jahren galt die Gesamtanzahl an Kreditkartentransaktionen pro Monat als eine sehr große Datenmenge. Diese Menge ist vergleichbar mit der Anzahl von Datenpaketen, die ein einzelner Router über eine einzelne Schnittstelle in einer Stunde verschickt. Heutzutage möchte man aber den Datenverkehr für ein Netzwerk von vielen Routern mit vielen Schnittstellen analysieren. Die dabei anfallenden Daten können selbst von Linearzeitalgorithmen kaum noch bearbeitet werden. Andere Beispiele für riesige Datensätze sind der Webgraph, die menschliche DNA, Statistiken von Telekommunikationsfirmen (sogenannte call-detail-Datensätze) oder die Rosenholz-Dateien, die die gesammelten Informationen über die Informanten der „Stasi“ enthalten.

Der Forschungsschwerpunkt von Christian Sohler liegt auf der Entwicklung von Algorithmen, die speziell für extrem große Datenmengen geeignet sind. Dabei werden insbesondere die Konzepte „Sampling“ und „Streaming“ eingesetzt. Unter Sampling versteht man den Versuch, mit Hilfe einer kleinen, geschickt ausgewählten Stichprobe die Struktur von Daten vorherzusagen (ähnlich wie bei einer Wahlprognose). Streaming bezeichnet die sequenzielle Verarbeitung von Daten in der Reihenfolge, in der sie in einer Sequenz von Daten wie z. B. Datenpaketen im Internet oder Messdaten von Sensoren auftreten. Dabei soll der eingesetzte Speicher deutlich kleiner sein als die Größe des Datenstroms.

**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Christian Sohler** studierte Informatik an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken. Nach seinem Diplom wechselte er 1999 an das Heinz Nixdorf Institut in Paderborn und promovierte 2002 mit Auszeichnung an der Universität Paderborn. 2003 wurde er zum Juniorprofessor der Universität Paderborn berufen.



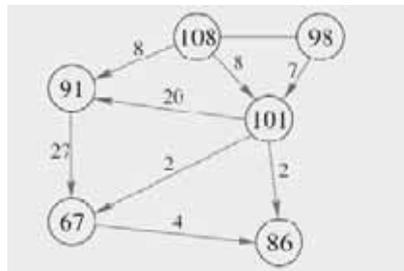
Bei der Approximation eines minimalen Spannbaums (MSB) von Punkten in der Ebene genügt es, den MSB von Blockzusammenhangskomponenten zu berechnen und diese über kurze Kanten zu verbinden.

## Weitere Wissenschaftler – Effiziente Nutzung paralleler Systeme

### Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Robert Elsässer „Lastverteilung in komplexen Netzen“

Das Lastverteilungsproblem nimmt bei der effizienten Nutzung eines parallelen oder verteilten Systems eine Schlüsselbedeutung ein. Dabei wird eine Anwendung in kleinere Aufgaben zerlegt und diese werden von den einzelnen Rechenknoten getrennt und ggf. parallel bearbeitet. Die Bearbeitung der einzelnen Aufgaben kann dabei entweder komplett unabhängig voneinander geschehen, oder aber sie unterliegt gewissen anwendungsspezifischen Abhängigkeiten. In der Literatur finden sich unzählige Ansätze, die eine gute Verteilung der Rechenlast auf verschiedenen Topologien zu realisieren versuchen. Die aus unseren Forschungsarbeiten entstandenen Lastverteilungsalgorithmen werden in verschiedenen realen Anwendungen eingesetzt und experi-

mentell evaluiert. Zu diesen Anwendungen zählen parallele Schachprogramme, parallele photorealistische Bildgenerierungsalgorithmen und eine Vielzahl von Fragestellungen aus dem wissenschaftlichen Rechnen wie beispielsweise die parallele FEM Simulation. Aufbauend auf den praktischen Erfahrungen aus den genannten Anwendungen, werden dann die entstandenen Lastverteilungsalgorithmen weiter verbessert.



**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Robert Elsässer** wurde nach seinem Informatikstudium mit dem Preis für die beste Diplomarbeit des Fachbereichs Mathematik-Informatik der Universität Gesamthochschule Paderborn ausgezeichnet. Anschließend war er in der Arbeitsgruppe Monien tätig und promovierte 2002 mit Auszeichnung an der Universität Paderborn. Er ist zurzeit Juniorprofessor im Institut für Informatik. Robert Elsässer hat in der Zeit vom 01.04.2005-31.03.2006 einen von der deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten, einjährigen Forschungsaufenthalt an der University of California, San Diego, durchgeführt. Er war und ist Mitglied in einer Reihe von Programmkomitees internationaler Tagungen und Gutachter für verschiedene Konferenzen und renommierte wissenschaftliche Zeitschriften.

Die Modellierung des Prozessornetzwerks als ein Graph. In den Knoten werden die Lasten der einzelnen Prozessoren vor der Anwendung eines effizienten Lastverteilungsalgorithmus dargestellt. Die Zahlen auf den Kanten repräsentieren den balancierenden Fluss, der benötigt wird, um die Last auszugleichen.

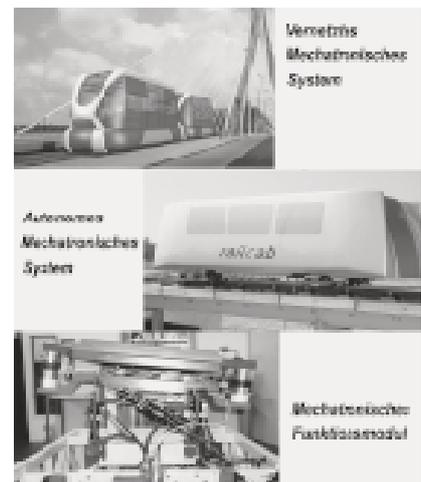
## Weitere Wissenschaftler – Effiziente Nutzung paralleler Systeme

### Dr. rer. nat. Rainer Feldmann „Algorithmische und Angewandte Spieltheorie“

Das Gesamtverhalten großer zeitvarianter Systeme wird häufig durch das Zusammenwirken vieler autonomer Agenten bestimmt. Verkehrssysteme oder das Internet sind typische Beispiele für solche Systeme: Eigennützte Agenten (= die Benutzer) beeinflussen durch ihr privates Verhalten das Verhalten des Gesamtsystems und damit auch die Kosten anderer Agenten im System. Durch sein privates Verhalten im System versucht jeder autonome Agent, seine eigenen Kosten zu minimieren, während eine zentrale Regulierung eher versuchen würde, ein global optimales Systemverhalten zu berechnen. In Systemen mit eigennützten Agenten repräsentieren Nash-Equilibrien stabile Zustände. Ein Systemzustand ist in einem Nash-Equilibrium, wenn kein Agent seine Kosten durch eine Ände-

rung seines Verhaltens verringern kann, solange alle anderen Agenten bei ihrem Verhalten bleiben. Systeme dieser Art kann man als mathematische Spiele modellieren. Unsere Forschung konzentriert sich auf die Analyse von Routing- und Schedulingproblemen in Systemen mit eigennützten Agenten. Im Vordergrund stehen dabei die Entwicklung von effizienten Algorithmen zur Berechnung von Nash-Equilibrien sowie die Analyse des Verlustes bezüglich des Gemeinwohls, der durch die Eigennützigkeit der einzelnen Agenten entsteht. Im Grenzgebiet zwischen Informatik und Maschinenbau setzen wir im Rahmen des SFB „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ spieltheoretische Methoden zur Analyse von Systemen mit autonomen mechatronischen Systemen ein.

**Dr. rer. nat. Rainer Feldmann** studierte von 1982 bis 1988 in Paderborn, promovierte 1992 mit Auszeichnung und ist seitdem wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Professor Monien.



# Weitere Wissenschaftler – Effiziente Nutzung paralleler Systeme

Dr. rer. nat. Ulf Lorenz

„Intelligente Vorausschau“

Durch den Einsatz der Spielbaumsuche in sog. Zweipersonen-Nullsummenspielen haben die besten Schachprogramme der Welt mittlerweile das Niveau der besten menschlichen Schachspieler erreicht.

In Kooperation mit den Firmen PAL Computer Systems (VAE) und Alpha-data Inc. (GB) sind wir an dem führenden Top-Schachprogramm Hydra beteiligt. Die Methoden und Algorithmen, die wir im Schachbereich entwickeln und einsetzen können, sind aber nicht auf den Bereich von Gesellschaftsspielen beschränkt. So profitieren wir z. B. bei einer Zusammenarbeit mit der Lufthansa Systems Group GmbH von unseren Erfahrungen, wenn wir versuchen, robuste Flugpläne zu erzeugen und Störungsmanagement zu betreiben.

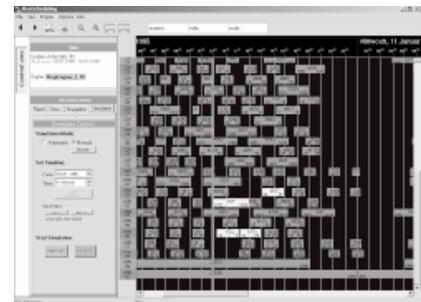
Schachcomputer liefern sich hitzige Kämpfe mit Schachgroßmeistern.



Dr. rer. nat. Ulf Lorenz

promovierte 2001 mit Auszeichnung in Paderborn und ist seitdem wissenschaftlicher Assistent in der Arbeitsgruppe von Professor Monien.

Bei der Abarbeitung von Flugplänen entstehen immer wieder unangenehme Störungen.



# Softwaretechnik und Informationssysteme

Software bestimmt heute in allen Bereichen unser Leben. Angefangen bei klassischen Informationssystemen über Steuerungen von Industrieanlagen, Flugzeugen, Eisenbahnen, Automobilen, aber auch kleinsten mechanischen Bauteilen bis hin zu Gegenständen des täglichen Lebens wird heute durchgängig Software eingesetzt.

Durch die starke Vernetzung dieser Systeme, die stets steigenden Anforderungen an die Funktionalität der Software und die notwendige verstärkte Kooperation mit anderen Disziplinen wie der Elektrotechnik, dem Maschinenbau oder der Wirtschaftsinformatik wird die Entwicklung dieser Software immer komplizierter. Zugleich steigen die Anforderungen an die Sicherheit und die Zuverlässigkeit solcher Systeme.

Im Fachgebiet „Softwaretechnik und Informationssysteme“ werden Konzepte, Sprachen, Methoden und Techniken zum Entwurf von Software u. a. für mechatronische oder internet-basierte Systeme entwickelt. Schwerpunkte liegen auf Konzepten und Sprachen zur Modellierung, Analyse und Verifikation von Software sowie zur Übersetzung bzw.

automatischen Generierung von Code aus Modellen. Darüber hinaus werden Techniken zur Nutzung von Software in mobilen und verteilten Systemen untersucht und wissensbasierte Verfahren für den Einsatz in den Ingenieurwissenschaften nutzbar gemacht. Übergreifendes Ziel ist die Gewährleistung hoher Qualitätsanforderungen an Software während ihrer Erstellung, Wartung und Anpassung.



Im Bild (v. l. n. r.) erste Reihe: Prof. Dr. Stefan Böttcher, Prof. Dr. Heike Wehrheim, Dr. Ekkart Kindler  
zweite Reihe: Prof. Dr. Hans Kleine Büning, Prof. Dr. Wilhelm Schäfer, Prof. Dr. Uwe Kastens  
dritte Reihe: Prof. Dr. Gregor Engels, PD Dr. Benno Stein  
vierte Reihe: Jun.-Prof. Dr. Holger Giese

#### **Stefan Böttcher**

- Datenbanken, Internet und E-Commerce
- Mobile Informationssysteme

#### **Gregor Engels**

- Modellzentrierte Softwareentwicklung
- Objektorientierte Konzepte
- Multimedia-Software-Entwicklung

#### **Holger Giese**

- Objektorientierte verteilte Systeme
- Formale Verifikation von sicherheitskritischen Systemen

#### **Uwe Kastens**

- Programmiersprachen und Übersetzer
- Anwendungs- und Spezifikationsprachen
- Sprachentwurf und Generatoren

#### **Ekkart Kindler**

- Formale Methoden
- Grundlagen der Softwaretechnik

#### **Hans Kleine Büning**

- Grundlagen des logischen Schließens
- Aussagenlogische Entscheidungsprobleme
- Anwendungen der Künstlichen Intelligenz

#### **Wilhelm Schäfer**

- Softwarewartung und Re-Engineering
- Objektorientierte Spezifikation eingebetteter Systeme
- Softwareentwicklungswerkzeuge und -umgebungen

#### **Benno Stein**

- Grundlagen und Anwendungen wissensbasierter Methoden
- Intelligente Informationssysteme

#### **Heike Wehrheim**

- Spezifikation und Modellierung von Softwaresystemen
- Entwicklung korrekter Systeme mit formalen Methoden

# Datenbanken und E-Commerce

**Prof. Dr. phil. nat. Stefan Böttcher**

„Anwendungen, die Grenzen überwinden“

Größte Herausforderung bei der Entwicklung datenintensiver Anwendungen ist die Überwindung heutiger Grenzen, z. B. bei der unternehmensübergreifenden Integration inkompatibler Daten und der Migration auf mobile Geräte. Dabei sind die Aufbereitung, effiziente Analyse, Integration und transaktionale Verarbeitung von Daten aus unterschiedlichsten Quellen Schlüsselbausteine für unternehmensumspannende Anwendungssysteme.

Zur Lösung dieser Aufgaben befassen wir uns mit XML-Technologien, mobilen Datenbanken und Middleware (u. a. EJB und SOAP) für E-Procurement und mobile Commerce.

Unsere Forschungsbeiträge zur Lösung dieser Aufgaben liegen in den Bereichen Anfrage-Optimierung, Zugriffskontrolle, Transaktionen, Daten- und Software-Verteilung auf mobile Geräte sowie Unternehmensapplikationen. Im Projekt Datenmobil werden Verfahren zum effizienten und verlustfreien Austausch von XML-Daten in Datenbanken mit mobilen Partnern entwickelt. In weiteren Projekten befassen wir uns mit der Klassifikation von Web-Dokumenten, mit dem effizienten Zugriff auf Unternehmensdaten in verschiedenen Formaten und mit dem unternehmensübergreifenden Austausch von Produktkatalogen.

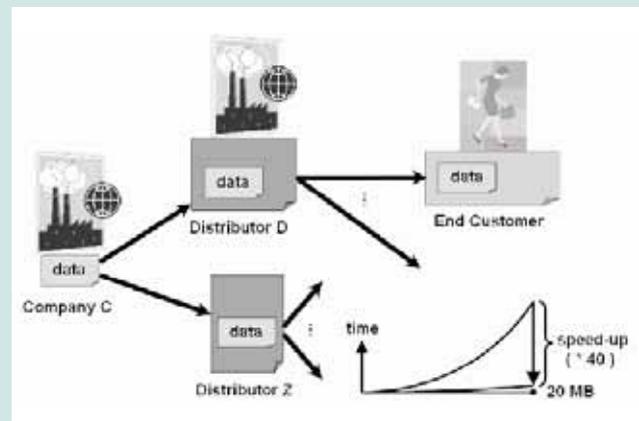
**Prof. Dr. phil. nat. Stefan Böttcher** arbeitete nach seiner Promotion bei IBM und Daimler Benz. Danach wechselte er an die FH Ulm, und seit 1997 ist er Professor für Praktische Informatik an der Universität Paderborn. Hier arbeitet er neben den genannten Gebieten auch an praxisorientierten webbasierten Lehrmodulen in den Bereichen Datenbanken und Web-Technologie. Zudem kooperiert er mit zahlreichen Firmen.



Rechnerunterstütztes Lernen im PC-Pool



Datenmanagement-Aufgaben in mobilen Netzwerken



Anfrageoptimierung für XML-Daten im unternehmensübergreifenden Datenaustausch

# Datenbank- und Informationssysteme

Prof. Dr. rer. nat. Gregor Engels

„Qualitätssicherung durch modellbasierte Softwareentwicklung“

Die große Herausforderung moderner Softwareentwicklung besteht darin, die vielfältigen Anforderungen von Nutzern systematisch in komplexe Softwaresysteme umzusetzen. Um diese Herausforderung zu bewältigen, werden Modelle auf verschiedenen Abstraktionsebenen auf dem Weg von der Problemstellung zum Softwareprodukt eingesetzt. Diese Modellierung macht die Komplexität der Entwicklungsaufgabe beherrschbar und erlaubt eine Systematisierung des Entwicklungsprozesses.

Modelle für die Softwareentwicklung sind daher zentraler Forschungsgegenstand der FG Datenbank- und Informationssysteme. Das Spektrum unserer Forschung reicht von den formalen Grundlagen visueller Modellierungssprachen bis zu deren praxisorientierter Anwendung in aktuellen Technologiebereichen wie Web Services und mobile Architekturen. Aufbauend auf etablierten Industriestandards wie UML und XML entwickeln wir Modellierungstechniken, Konzepte und Methoden für kommende Softwaregenerationen. Durch das Analysieren von Modellen mit formalen Techniken können wir Fehler frühzeitig erkennen, visualisieren und beheben. Unsere Entwicklungswerkzeuge leisten damit einen aktiven Beitrag zur Qualitätssteigerung in der Softwareentwicklung.

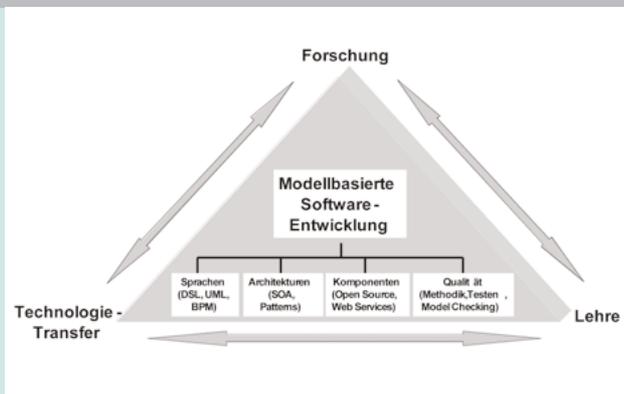
**Prof. Dr. rer. nat. Gregor Engels**

ist seit 1997 Professor für Datenbank- und Informationssysteme an der Universität Paderborn.

Er promovierte 1986 an der Universität Osnabrück in Informatik und war von 1991 bis 1997 Professor für Software Engineering und Informationssysteme an der Universität Leiden (NL). Er ist Vorstandsvorsitzender des s-lab (Software Quality Lab) und Sprecher der Paderborner Initiative „Industrie trifft Informatik“. Weiterhin ist er wissenschaftlicher Leiter von sd&m Research, München

<http://www.upb.de/cs/ag-engels/>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
SOFTWARETECHNIK UND INFORMATIONSSYSTEME  
49



Kompetenzen der Forschungsgruppe



Technologietransfer: Präsentation von Forschungsergebnissen am Tag der offenen Tür



Internationaler Forscherverband im EU-geförderten Research and Training Network SegraVis

# Programmiersprachen und Übersetzer

**Prof. Dr. Uwe Kastens**

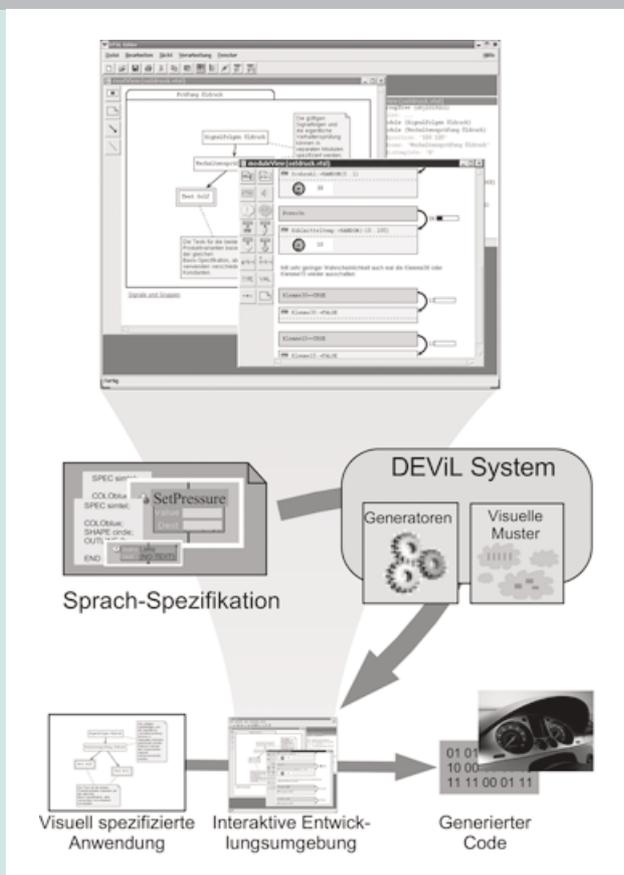
„Moderne Programmiersprach-Technologie für Entwicklung, Optimierung und Wartung von Software“

Programmiersprachen sind zentrale Werkzeuge in der Entwicklung von Computer-Software. Als Vielzwecksprachen kommen sie in der Lösung von wissenschaftlichen Problemen, in der Realisierung von Geschäftsanwendungen oder in der Systemprogrammierung zum Einsatz. Anwendungsspezifische Sprachen dagegen bieten für ihre Einsatzgebiete bestmöglich angepasste Ausdrucksmittel. Unsere Forschungsgruppe befasst sich mit dem Entwurf, der Übersetzung und dem Einsatz von Programmiersprachen und anwendungsspezifischen Sprachen. Das Werkzeugsystem Eli, das wir in internationaler Kooperation entwickeln, dient der automatischen Konstruktion von Übersetzern aus Spezifikationen. Das von uns entwickelte DEVIL-System

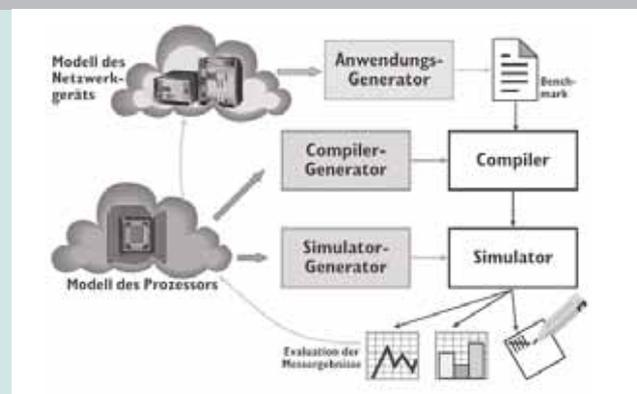
zielt speziell auf die Herstellung von Entwicklungswerkzeugen für visuelle Sprachen. Solche Sprachen werden häufig in Spezialgebieten eingesetzt und verwenden grafische Spezifikationen anstelle von Programmtexten. Programm-Analyse und optimierende Code-Erzeugung für spezielle Hardware-Architekturen bilden weitere Schwerpunkte unserer Forschung. Hier arbeiten wir aktuell an Java-basierten Chipkarten der nächsten Generation. Im prozessornahen Bereich entwickeln wir Verfahren zur flexiblen Generierung und Simulation von Maschinencodes, die zur Bewertung und Verbesserung von Prozessoren eingesetzt werden. Diese Projekte werden in Kooperation mit industriellen Partnern durchgeführt.

**Prof. Dr. Uwe Kastens**

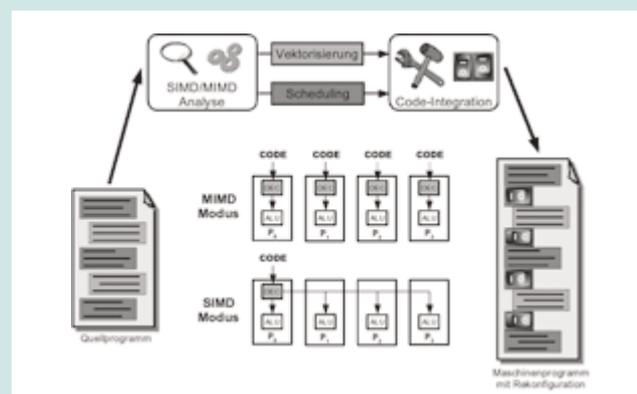
gründete die Fachgruppe „Programmiersprachen und Übersetzer“ an der Universität Paderborn im Jahre 1982. Sein beruflicher Werdegang: 1973 Diplom in Informatik an der Universität Karlsruhe. 1973 bis 1982 Graduiertenstipendiat und Hochschulassistent an der Universität Karlsruhe. 1976 Promotion im Bereich Übersetzerbau an der Universität Karlsruhe. Prof. Kastens ist Mitglied der „IFIP Working Group 2.4: Software Implementation Technology“. Für die Universität Paderborn ist er Vertrauensdozent der Gesellschaft für Informatik (GI).



Generierung anwendungsspezifischer visueller Sprachen



Flexible Generierung von Maschinen-Codes zur Evaluierung von Hochleistungs-Prozessoren



Code-Erzeugung für rekonfigurierbare Parallel-Prozessoren

# Wissensbasierte Systeme

**Prof. Dr. rer. nat. Hans Kleine Büning**  
„Grundlagen – Methoden – Anwendungen“

Die theoretischen und angewandten Forschungen auf dem Gebiet der wissensbasierten Systeme haben zum Ziel, wissensintensive Probleme mit Hilfe von Computern zu lösen. Tätigkeiten, die bislang den Einsatz menschlicher Experten erforderlich machen, sollen durch die Entwicklung „intelligenter“ Programme zu weiten Teilen automatisch durchgeführt werden können. Entsprechend vielfältig sind die Forschungsgebiete:

In den Forschungsvorhaben des Bereichs Logik entwickeln wir effiziente Schlussfolgerungsverfahren und untersuchen damit zusammenhängende Entscheidungsprobleme (Satisfiability), speziell für die Aussagenlogik und die Quantifizierte Boolesche Logik.

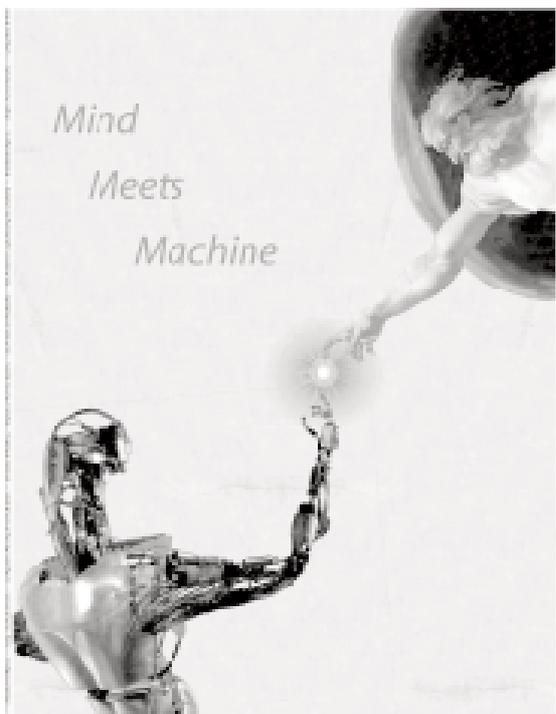
Unter dem Begriff Distributed Artificial Intelligence lassen sich unterschiedliche Aktivitäten zusammenfassen: Einsatz von Schwarm-Intelligenz Algorithmen zur Agentenkoordination oder zur Strukturbildung; Imitation von Verhalten durch neue Lernstrategien; Parametersteuerung, Selbstadaptivität sowie Restriktionsbehandlung für evolutionäre Algorithmen; Ansätze zur Mustererkennung; Aspekte des Data Mining.

Wir beschäftigen uns außerdem mit der Integration wissensbasierter Verfahren in Methoden der Ingenieurwissenschaften. Hierzu zählt die Automatisierung von Modellbildungs-, Diagnose- und Entwurfsaufgaben.

**Prof. Dr. rer. nat. Hans Kleine Büning** ist Professor für Wissensbasierte Systeme am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 1977 und habilitierte sich 1981 in Mathematik an der Universität Münster. Von 1982 bis 1987 war er als Professor (C3) für Angewandte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) und von 1987 bis 1991 als Professor (C4) an der Universität Duisburg tätig. Von dort wechselte er nach Paderborn. Professor Kleine Büning engagiert sich für die deutsch-chinesische Zusammenarbeit in der Wissenschaft. Er pflegt seit langer Zeit enge Kontakte zu verschiedenen chinesischen Universitäten z.B. in Nanjing, Guangzhou und Guiyang.

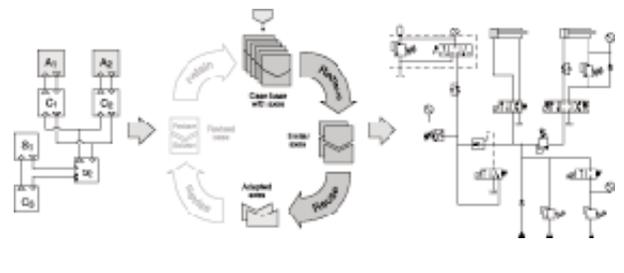
<http://www.upb.de/cs/ag-klbue>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
SOFTWARETECHNIK UND INFORMATIONSSYSTEME  
51

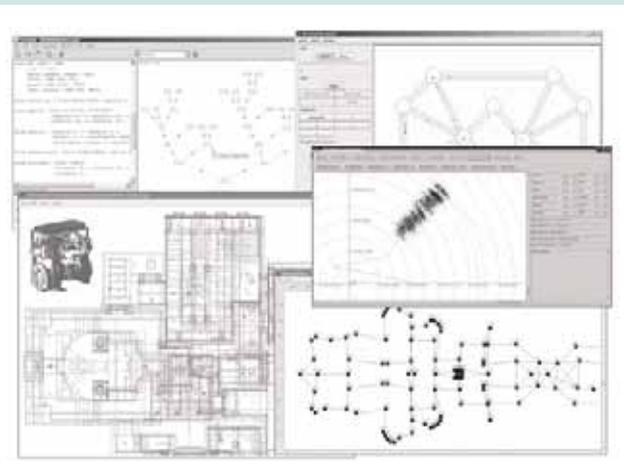


The Knowledge Based Systems Experience

Die Entwicklung unserer Anwendungen wird unterstützt durch Forschungen im Bereich logischer Inferenzverfahren und Analysen von Entscheidungsproblemen.



Fallbasierte Methoden zum Lösen von Entwurfsaufgaben



Beispiele für Anwendungen aus den Bereichen Logik, Verkehrsflussoptimierung, evolutionäre Algorithmen, Routing

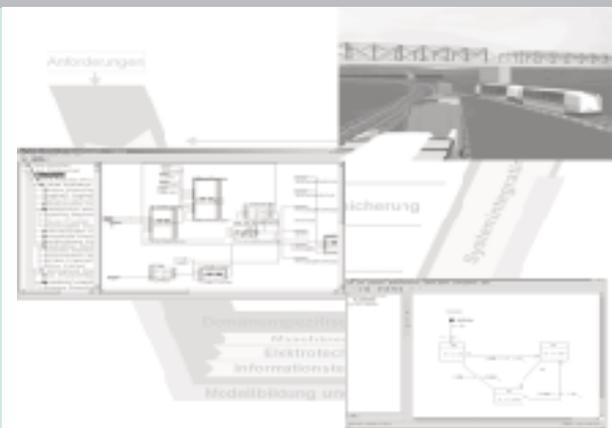
# Softwaretechnik

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer/Dr. rer. nat. Ekkart Kindler/Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Holger Giese  
 „Prozesse, Methoden, Techniken und Werkzeuge für den Software Lebenszyklus“

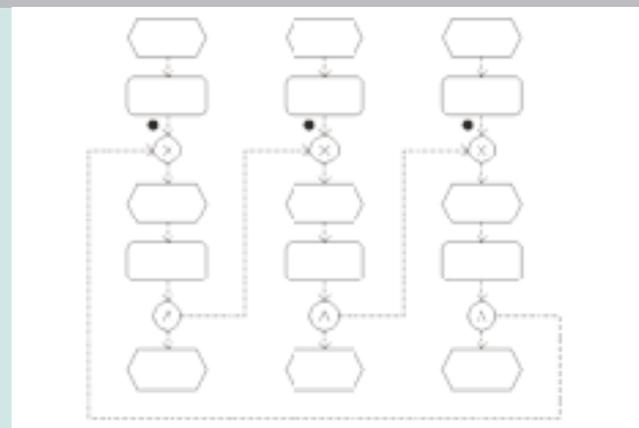
Software bestimmt heute fast alle Bereiche unseres Lebens. Komplexe, durch Software gesteuerte Systeme sind allgegenwärtig. Die Planung, Entwicklung, Inbetriebnahme, Administration, Wartung, Anpassung, Erweiterung und Außerbetriebnahme dieser Software kann aufgrund ihrer enormen Komplexität nur bewältigt werden, wenn geeignete Prozesse und Methoden durchgängig während des gesamten Lebenszyklus der Software eingesetzt und durch Werkzeuge unterstützt werden. Grundlage jedes systematischen Vorgehens ist das Management der Abläufe durch geeignete Prozesse und die Verwaltung und Versionierung aller entstehenden Artefakte. Die Schwerpunkte der Arbeiten auf diesem Gebiet sind die Selektion und Anpassung geeigneter

Prozesse anhand einer Fallbasis, das Versions- und Konfigurationsmanagement sowie die formale Beschreibung und Analyse der Prozesse mittels Notationen wie z. B. Petrinetze oder EPKs. Die modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software ist ein weiterer Schwerpunkt. Software kann so auf einer höheren Abstraktionsebene modelliert und implementiert werden. Dies ermöglicht insbesondere Analysen, die von der syntaktischen Konsistenz bis zum Modelchecking des Verhaltens reichen können. Dabei hat sich ein domänenspezifisches Vorgehen als vorteilhaft erwiesen, da Einschränkungen der Domäne häufig eine weiter gehende Werkzeugunterstützung und Automatisierung erlauben.

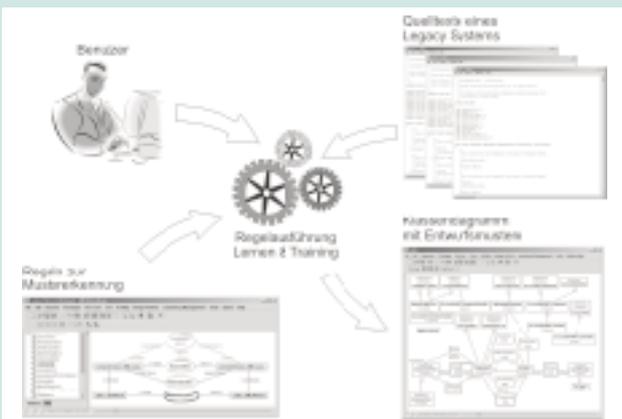
Projekte der AG befassen sich u. a. mit der szenariobasierten Entwicklung maschinenbaulicher Prinziplösungen und dem komponentenbasierten Entwurf und der Validierung von Steuerungen von Materialflusssystemen und deren Fehlerdiagnose. Mit der FUJABA TOOL SUITE wurde ein Werkzeug zur modellbasierten Softwareentwicklung implementiert, das die Codegenerierung aus UML-Modellen und das Reverse-Engineering von UML aus Code unterstützt. In FUJABA sind u. a. die folgenden Ansätze realisiert: die Beurteilung der Softwarequalität, die Spezifikation und Validierung von verteilten Leitsystemen in der Fertigungstechnik und der Entwurf sicherer echtzeitfähiger Multiagentensysteme sowie deren Verifikation mittels Modelchecking.



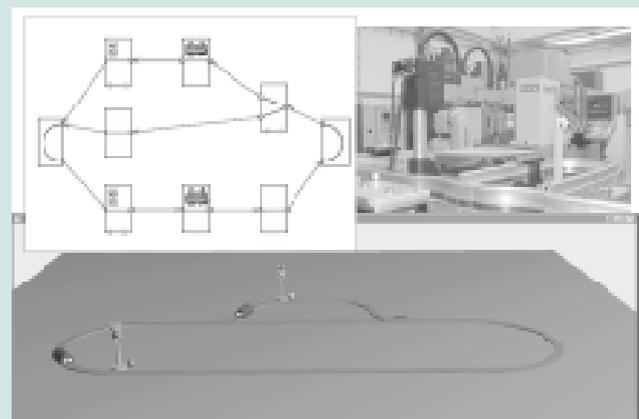
Modellierungstechniken und Prozesse für selbstoptimierende mechatronische Multiagentensysteme (SFB 614 TP B1/B2)



Der „Teufelskreis“ ist eine EPK „ohne Semantik“. Dieses Phänomen erschwert die effiziente Simulation (EPCTools).



Beurteilung von Softwarequalität mit Hilfe einer lernenden Entwurfsmustererkennung auf Basis der Quelltexte (DFG-Projekt FINITE)



Komponentenbasierter Entwurf, Validierung und Visualisierung von Materialflusssystemen (PNVis, DFG-Projekt ISILEIT)

**Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer**

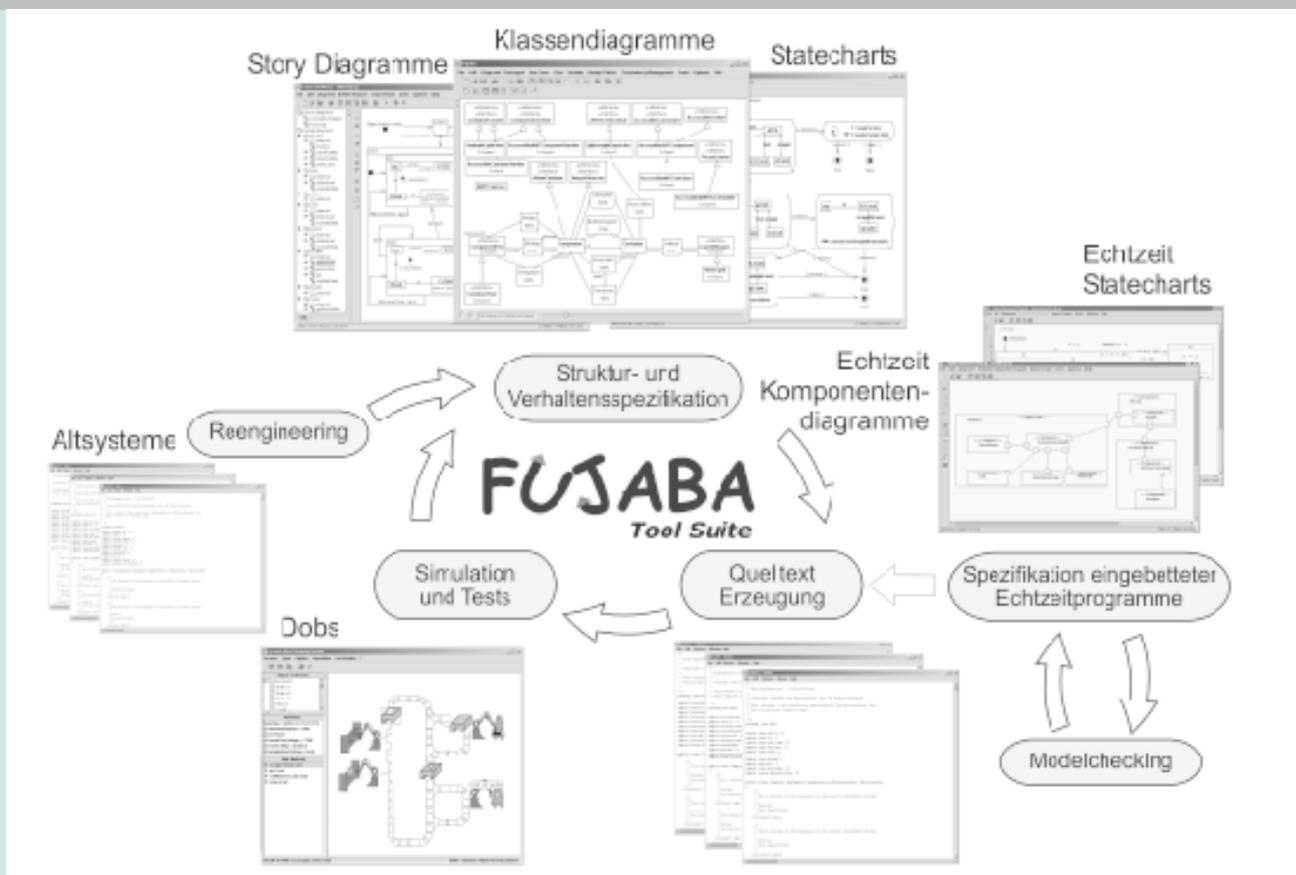
ist Professor für Praktische Informatik (Softwaretechnik) an der Universität Paderborn am Institut für Informatik, zuvor war er von 1991 bis 1994 Professor für Praktische Informatik (Softwaretechnik) an der Universität Dortmund im Fachbereich Informatik. In den Jahren 1987 bis 1990 war er Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der STZ Gesellschaft für Softwaretechnologie mbH, nachdem er von 1986 bis 1987 eine Assistenzprofessur an der McGill Universität in Montreal/Kanada innehatte. Er promovierte 1988 an der Universität Osnabrück im Bereich Softwaretechnik/Softwarewerkzeuge. Wilhelm Schäfer ist derzeit Prorektor für Forschung der Universität Paderborn, Chair der International Graduate School of Dynamic Intelligent Systems der Universität Paderborn und Teilprojektleiter im SFB 614. In Forschung und Lehre beschäftigt er sich mit lernenden Verfahren zum Re-Engineering, der Spezifikation und Verifikation verteilter Echtzeitsysteme sowie der zugehörigen Entwicklungsprozesse.

**Dr. rer. nat. Ekkart Kindler**

ist Hochschuldozent für Softwaretechnik am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 1995 an der Technischen Universität München und habilitierte sich 2001 im Rahmen eines DFG-Habilitationsstipendiums an der Humboldt-Universität zu Berlin. Nach der Vertretung von Professuren an der Katholischen Universität Eichstätt, der Universität Augsburg und der Technischen Universität München wechselte er 2002 an die Universität Paderborn. Ekkart Kindler ist Mitglied der Fachgruppenleitung FG o.o.1 „Petri Netze und verwandte Systemmodelle“ der GI, Executive Editor des „Petri Net Newsletter“ und Mitarbeiter im DIN Arbeitsausschuss „Entwicklung, Dokumentation und Bewertung informationsverarbeitender Systeme“ (NI-07). In Forschung und Lehre beschäftigt sich Ekkart Kindler mit den formalen Grundlagen der Softwaretechnik und mit Techniken zur Modellierung, Analyse, Validierung und Verifikation verteilter Systeme.

**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Holger Giese**

nimmt seit Juli 2003 die Aufgaben eines Juniorprofessors für „Objektorientierte Spezifikation verteilter Systeme“ am Institut für Informatik der Universität Paderborn wahr. Er schloss sein Studium als Diplomingenieur für Technische Informatik 1995 ab und promovierte bis 2001 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster in Informatik. Seit 2001 ist er an der Universität Paderborn als Wissenschaftlicher Assistent tätig. Er koordiniert im Rahmen des SFB 614 das Teilprojekt B1 „Entwurfstechniken“. Darüber hinaus ist er Projektbereichskordinator des B-Bereichs für Entwurfsmethoden und Entwurfswerkzeuge und wirkt im Koordinationsausschuss des SFB 614 mit. In Forschung und Lehre beschäftigt er sich mit der objektorientierten Spezifikation sicherheitskritischer, verteilter Echtzeitsysteme mittels UML, Softwarearchitekturen, Komponenten, Entwurfsmustern und Szenarien sowie deren Validierung und Verifikation.



Modell-basierte Softwareentwicklung mit UML: Multiagentensysteme/Komponenten mit Entwurfsmustern, formale Verifikation mittels kompositionalem Modelchecking, Visuelle Validierung mittels Dynamic Object Browser, Reverse-Engineering des Sourcecode



# Mensch-Maschine-Wechselwirkung

Die intelligente Nutzung der Maschine ist für die produktive Entfaltung ihrer Potenziale entscheidend, nicht die Intelligenz der Maschine. Mensch-Rechner-Schnittstellen müssen der Sensorik und Motorik des Menschen ebenso angepasst sein wie seinen kognitiven Fähigkeiten. Dabei geht es zum einen um traditionelle Schnittstellen interaktiver Systeme, zum anderen um Kommunikations- und kooperative Bearbeitungsfunktionen. Der Kontext von Informatiksystemen muss hinsichtlich organisatorischer und gesellschaftlicher Anforderungen berücksichtigt werden, um eine

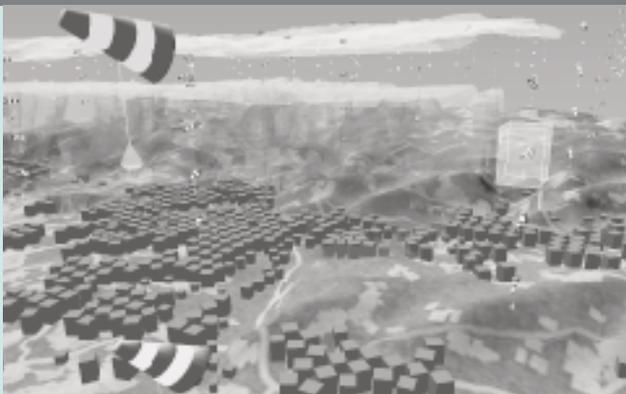
beeinträchtigungs- und barrierefreie (Gesundheitsschutz) rechtlich angemessene (Datenschutz, Urheberrecht) und für alle Bürger durchschaubare Nutzung (Didaktik, Medienkompetenz) zu ermöglichen.

Neue technische Möglichkeiten („wissenschaftliche Visualisierung“, virtuelle 3D-Welten, kooperative virtuelle Wissensräume etc.) erweitern den Wahrnehmungsraum des Menschen und erschließen neue kognitive Potenziale. Mit der zunehmenden Integration elektronischer Funktionen in Geräte und Produkte erweitern sich auch deren

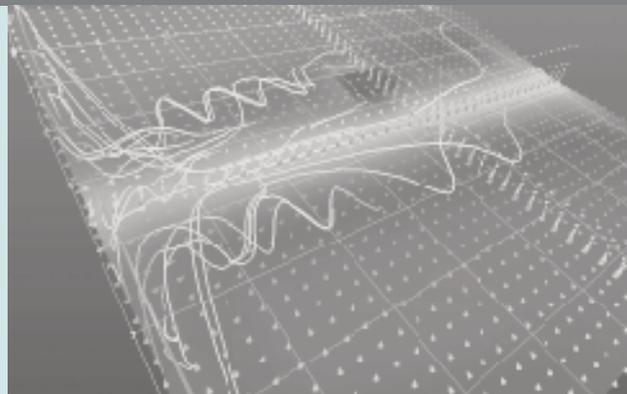
Nutzungsschnittstellen. Ergonomische Prinzipien und Konzepte der universalen Benutzbarkeit (universal usability) sollen gewährleisten, dass in einer Umgebung mit heterogenen und mobilen Geräten diese trotz unterschiedlicher Eigenschaften und Funktionen einheitlich gehandhabt werden können. Komplexe Anwendungen wie multimedia-gestütztes Lehren und Lernen erfordern darüber hinaus, Funktionalität und Interaktivität auf neue Art zu verknüpfen.

## Mitglieder des Fachgebiets (v. l. n. r.)

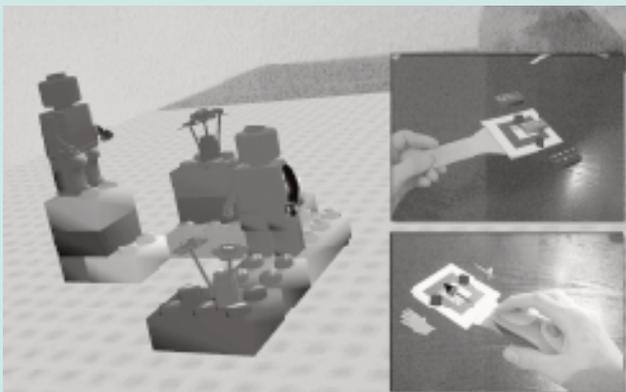
Prof. Dr. Gitta Domik  
Prof. Dr. Thorsten Hampel  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil  
Prof. Dr. Johann S. Magenheim  
Prof. Dr. Gerd Szwillus



Hochdimensionale Visualisierung durch Videoübertragung von Server zu Client



Dynamischer Visualisierungprozess: Windströmungen über einem engen Tal



Neue Konstruktionsmöglichkeiten durch die Nutzung von Augmented Reality

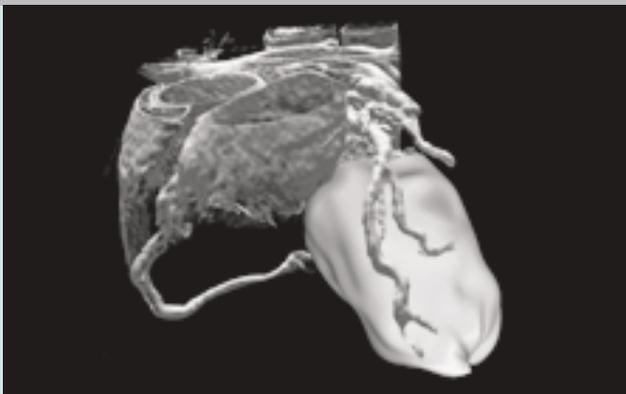
# Computergrafik, Visualisierung und Bildverarbeitung

**Prof. Dr. techn. Gitta Domik**  
„Kommunikation durch Bilder“

Computergrafik, Visualisierung und Bildverarbeitung beschäftigen sich mit den wissenschaftlichen Grundlagen der Kommunikation durch Bilder. Dazu gehören sowohl die Algorithmen zur effizienten und photorealistischen Erzeugung von Bildern, deren schnelle und korrekte Übertragung, die Kodierung komplexer, großer Datensätze in wirksame, ausdrucksvolle Bilder und Bildfolgen als auch die Gestaltung der Geräte, welche die Darstellung und Interaktion mit den Modellen und Abbildungen ermöglichen. Unser Interesse liegt in der Unterstützung der Menschen, die sich der Bilder zur Kommunikation bedienen. Neue, programmierbare Grafik-Prozessoren (GPUs) erlauben Echtzeitberechnungen, die noch vor Kurzem nicht möglich gewesen wären. Die schwer

handhabbaren Assemblersprachen der Grafikkarten werden von uns durch eine visuelle Sprache (data flow diagrams) ersetzt, um die Umsetzung in besonders realistische Bildeffekte für einen breiten Anwenderkreis zu ermöglichen. In ähnlicher Form arbeiten wir an einer nicht-kommerziellen 3D-Grafik-Übertragung aufwendiger Visualisierungen von Server zu Client, die unter anderem kostenpflichtige Produkte für diesen Dienst ersetzen kann. Diese Umsetzung kann auch für kooperierende Arbeiten (collaborative visualization) eingesetzt werden, wobei ein Client einen Bildschirm oder ein Augmented Reality-System darstellen kann. Auch wieder durch den Einsatz von GPUs werden Visualisierungen der Koronargefäße des Herzens in Echtzeit für den Einsatz in einer Klinik aufbereitet.

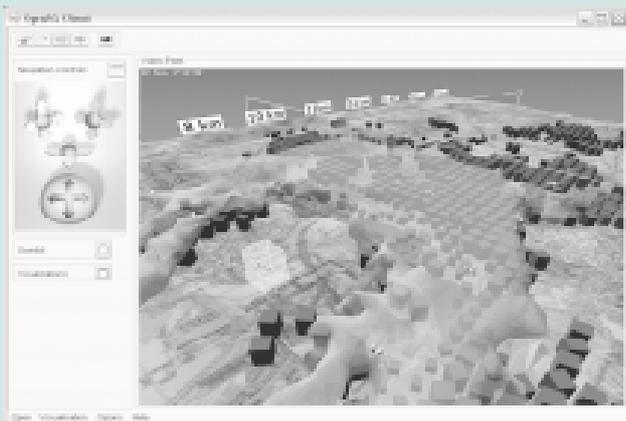
**Prof. Dr. techn. Gitta Domik** ist Professorin am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Sie promovierte 1985 an der Technischen Universität Graz zum Doktor der Technischen Wissenschaften mit einer Dissertation aus dem Bereich der digitalen Bildverarbeitung. 1985 bis 1993 verbrachte sie in den USA, erst mit Auftragsforschung für die NASA und später als Wissenschaftlerin und Professorin an der University of Colorado at Boulder. 1993 folgte sie einem Ruf an die Universität Paderborn und gründete dort die Arbeitsgruppe „Computergrafik, Visualisierung und Bildverarbeitung“. Gitta Domik war Mitglied des Gründungskomitees für die deutsche Stiftung CAESAR und ist Mitglied des ACM Education Committee, wo sie den Visualisierungsbereich leitet. An der Universität Paderborn ist sie in mehreren Gremien im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit tätig und bemüht sich besonders um die Erhöhung des Frauenanteils in der Informatik.



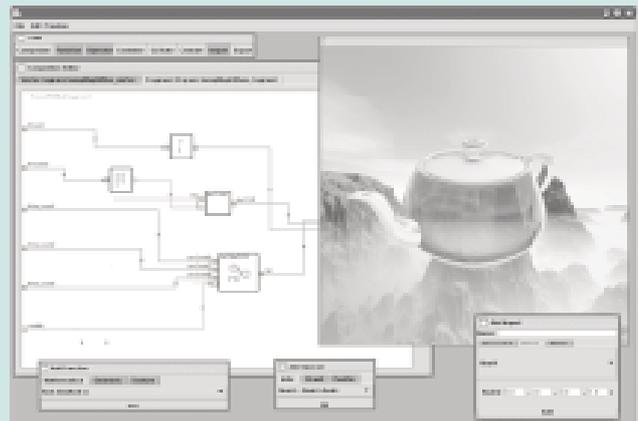
Herzkranzgefäße und linke Herzkammer. Daten vom NRW Herz- und Diabeteszentrum.



3D interaktives Baukastensystem unter Verwendung von AR-Techniken



Remote Visualisierung einer Klimasimulation



Visuelle Sprache zur Programmierung eines Echtzeit-Shaders (Fresnel-Reflektion)

# Informatik und Gesellschaft

**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil**

„Informatiksysteme im Kontext betrachten“

Im Zentrum der Informatik steht Software. Software ist Text und somit ein universelles Modellierungsinstrument für technische Steuerabläufe, Medienprodukte, aber auch internationale Finanzströme oder individuelle Verhaltensmuster. Mit dem Einsatz von Software ändert sich die Wirklichkeit, die modelliert wird. Wechselwirkungen entstehen, deren Verständnis für die Entwicklung von Informatiksystemen grundlegend ist. Dabei müssen auch rechtliche Regelungen u. a. zum Gesundheits-, Daten- oder auch Urheberrecht beachtet und angepasst werden. Wir studieren die Wechselwirkungen zwischen Informationstechnik und ihrem Einsatzumfeld mit dem Ziel, die

informatikrelevanten Konsequenzen sichtbar zu machen. Das betrifft sowohl die mit verschiedenen Gestaltungsalternativen verbundenen Folgen und Wirkungen als auch die Anforderungen, die an die Informatik im Allgemeinen und die Systemgestaltung im Besonderen gestellt werden.

Je nach Anwendungsbereich gehen wir dabei unterschiedlich vor. Entscheidend ist jedoch, konstruktive (z. B. Aufbau lernförderlicher Infrastrukturen), empirische (z. B. Bewertung der Alltagstauglichkeit) und theoretische (z. B. Studien zur Geschichte des Rechnens) Ansätze jeweils über theoretische Konzepte (z. B. Artefakte als externes Gedächtnis) miteinander zu verknüpfen, um so einen theoretischen Rahmen für eine hypothesengeleitete Technikgestaltung zu erarbeiten.

**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil**

ist seit 1992 Professor für Informatik und Gesellschaft am Heinz Nixdorf Institut und am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 1985 am Fachbereich Informatik der TU Berlin und habilitierte sich dort 1991. Von April 1990 bis März 1991 war er als DFG Forschungsstipendiat bei Prof. Ben Shneiderman an der University of Maryland, College Park, USA.

Er publizierte zahlreiche Veröffentlichungen u.a. im Bereich Softwaretechnik, Software-Ergonomie, Digitale Medien in der Bildung, ist Mitherausgeber der interdisziplinären Zeitschrift „Erwägen Wissen Ethik“ und arbeitet als Gutachter für verschiedene Einrichtungen, das Land NRW und das BMBF.

Er wurde ausgezeichnet mit der Wissenschaftlermedaille Buenos Aires (1986), dem GI-Forschungspreis Software-Ergonomie (1991), dem Ehrenpreis der Hypo Tyrol Bank im Rahmen des Mediendidaktischen Hochschulpreises (MeDiDa-Prix2000) und als Computerworld Honors Program Laureate (2002).

<http://iug.upb.de>

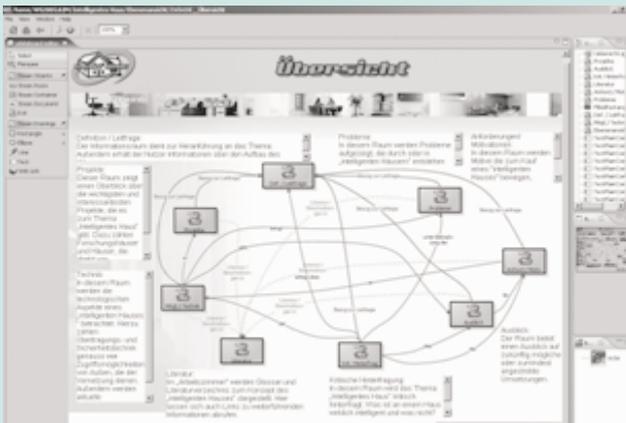
INSTITUT FÜR INFORMATIK  
MENSCH-MASCHINE-WECHSELWIRKUNG  
57



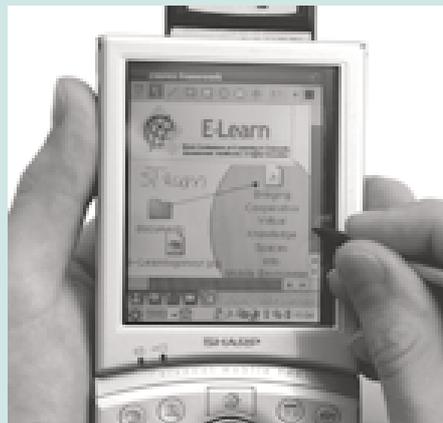
Innovationsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart (2. v. re.) lässt sich das Projekt Locomotion der Universität Paderborn erklären (v. l.): Prof. Dr. Thorsten Hampel, Andreas Brennecke und Prof. Dr. Reinhard Keil.



Dr. Bettina Blanck von der Forschungsredaktion „Erwägen Wissen Ethik“ und Dr. Christiane Schmidt von der Universität Hildesheim diskutieren Methoden zur Diskursstrukturierung in virtuellen Wissensräumen.



Mit dem Medi@rena Composer können die Materialien synchron auf einer zweidimensionalen Zeichenfläche arrangiert werden.



Mobile virtuelle Wissensräume (sTeam) auf einem Linux-PDA

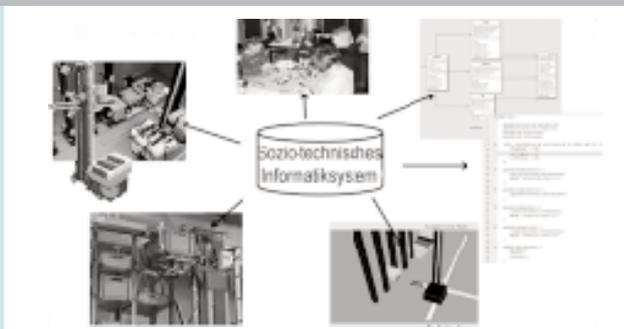
# Didaktik der Informatik

**Prof. Dr. phil. Johann S. Magenheim**  
„Mit Informatiksystemen Informatik lernen“

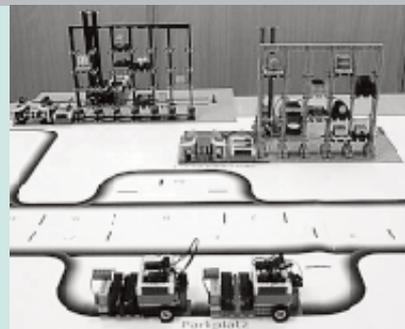
Die Fachgruppe DDI am Institut für Informatik hat ihre Arbeitsschwerpunkte in den Bereichen „Didaktik der Informatik“, „E-Learning“, „Computergestütztes Kooperatives Arbeiten und Lernen“ sowie „Informatik und Bildung“. Bei der Entwicklung eines Konzepts zur Didaktik der Informatik und des „E-Learning“ in Orientierung an der Fachwissenschaft Informatik und lerntheoretischen Erfordernissen werden in der Fachgruppe auch enge Bezüge zu Fragestellungen der Erziehungs- und Medienwissenschaft hergestellt. Ein zentraler Gegenstandsbereich der Forschung ist die Reflexion von Lehr- und Lernprozessen zu Fragen der

Gestaltung von Informatiksystemen in ihren technologischen und sozialen Dimensionen. Ziel unserer Bemühungen ist die Entwicklung eines theoretisch begründeten und empirisch evaluierten didaktischen Ansatzes: Die Systemorientierte Didaktik der Informatik rückt die analytische und gestalterische Auseinandersetzung mit einem soziotechnischen Informatiksystem in den Mittelpunkt des Informatikunterrichts und entwickelt Methoden zur Vermittlung und Aneignung von Informatikinhalten, die insbesondere auch computergestützte Formen des Lernens beinhalten. In diesem Zusammenhang werden von der FG multimediale Lehr- und Lernmaterialien sowohl für den Unterricht in der Schule als auch für die Hochschullehre entwickelt.

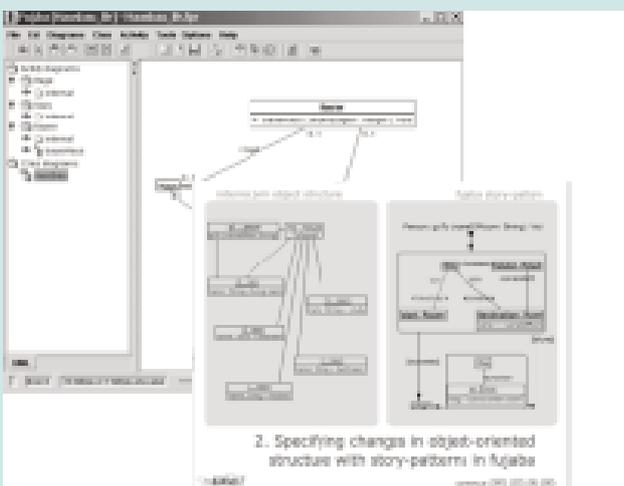
**Prof. Dr. phil. Johann S. Magenheim** promovierte 1980 an der Universität-GH Kassel in Erziehungswissenschaft zum Dr. phil. und ist seit 1998 Professor für Didaktik der Informatik an der Universität Paderborn. Er lehrt und forscht dort mit den Schwerpunkten Didaktik der Informatik, E-Learning, Computergestütztes Kooperatives Arbeiten und Lernen sowie Informatik und Bildung. Unter seiner Leitung war die Fachgruppe an zahlreichen nat. und int. Forschungsprojekten beteiligt. Er war und ist Mitglied in zahlreichen Organisations- und Programmkomitees von nat. und int. Konferenzen im Bereich E-Learning bzw. hat diese als Chair selbst organisiert. Er ist Leiter von int. Kooperationsprojekten zwischen Unternehmen und Hochschulen im Bereich e-Learning und Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Steag AG (CH). Er ist Mitglied im Leitungsgremium des GI Fachbereichs Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik (IAD) – Sprecher der Fachgruppe Didaktik der Informatik; Mitglied im Leitungsgremium der GI-Fachgruppe E-Learning, sowie Mitglied der IFIP TC3 Working-groups G 3.1 Informatics and ICT in Secondary Education und 3.3 Research on Education Applications of Information Technologies.



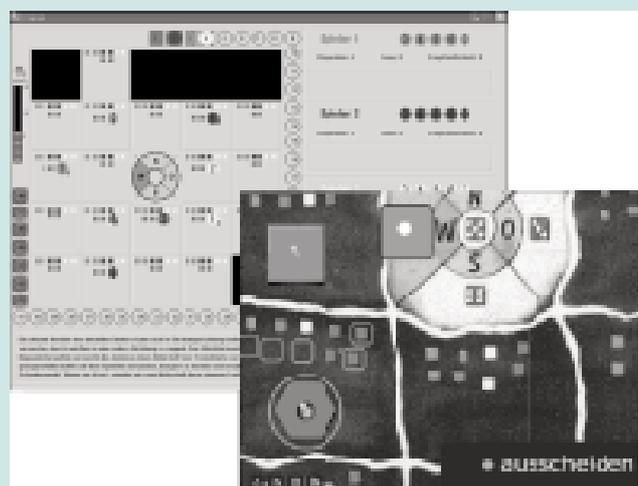
Campus 2000: Multimediale Erkundungsumgebung eröffnet verschiedene Sichten auf ein Informatiksystem und Methoden unterrichtlicher Vermittlung



MuSoft: Lego-Mindstorms Hochregallager als eine Erkundungs- und Simulationsumgebung



SIMBA: Simulation und Dekonstruktion von Software als motivierender Zugang zur Analyse von „Informatiksystemen“



LIFE3: Modellieren und visuelles Programmieren im Informatikunterricht mit FUJABA

# Mensch-Computer-Interaktion

Prof. Dr. rer. nat. Gerd Szwillus

„Gebrauchstauglichkeit und Modellierung von Mensch-Computer-Interaktion“

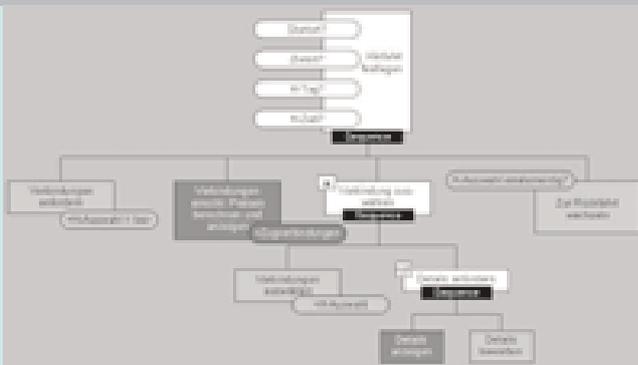
Die Arbeitsgruppe „Mensch-Computer-Interaktion und Software-Technologie“ beschäftigt sich generell mit verschiedenen Aspekten der Gestaltung und Entwicklung von Mensch-Computer-Schnittstellen, dabei insbesondere auch mit interaktiven Webseiten. Zur Unterstützung der konkreten Entwicklungsarbeit werden Werkzeuge untersucht und implementiert, die Spezifikation, Modellierung und Simulation von Benutzungsschnittstellen auf verschiedenen Ebenen erlauben. Entscheidend für den Erfolg moderner Software ist ihre Gebrauchstauglichkeit (Usability). Dieses Feld wird in der Arbeitsgruppe in Forschung und Lehre umfangreich behandelt und in Zusammenarbeit mit lokaler Industrie praktisch untersucht. Konzeptionell werden explizit modellbasierte Ansätze unterstützt, die auf den Ebenen Auf-

gabenmodellierung und Dialogmodellierung angesiedelt sind. In besonderen Ausprägungen dieser Modellierungskonzepte werden ausdrücklich Aspekte der Sicherheit in die Betrachtung einbezogen: Schützende Barrieren, Analyse von Risikofaktoren und Modellierung von Kommunikation sind hier von herausragender Bedeutung. Ziel ist es, die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sicherer zu machen. In einer weiteren Ausrichtung werden die erarbeiteten Prinzipien auf die Modellierung von Webauftritten auf Basis von Aufgabenmodellen eingesetzt. Dies hat zu einem innovativen Webmodellierungsansatz geführt, der die aufgabenorientierte Bearbeitung von Webauftritten unterstützt und dadurch die Modellierung hochgradig interaktiver Webapplikationen erlaubt.

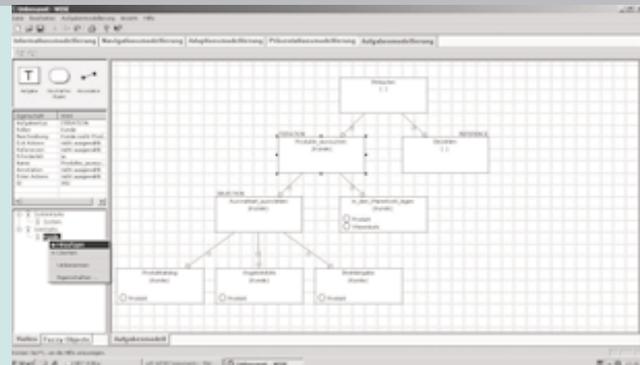
**Prof. Dr. rer. nat. Gerd Szwillus** ist Professor für Praktische Informatik an der Universität Paderborn. Er promovierte 1984 und habilitierte sich 1990 an der Universität Dortmund. Nach einem Lehrauftrag an der Universität Paderborn im Sommersemester 1990 wechselte er zum Wintersemester 1990/91 dauerhaft an diese Universität. Neben einer intensiven Forschungstätigkeit ist er stellvertretender Sprecher der GI-Fachgruppe INSYDE zum Thema „Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung interaktiver Systeme“ und im Herausgebersteam der Zeitschrift i-com des GI-Fachbereichs „Mensch-Computer-Interaktion“. Er ist Mitglied der ACM sowie von SIGCHI, der Fachgruppe „Computer-Human-Interaction“ innerhalb der ACM.

<http://www.upb.de/cs/ag-szwillus>

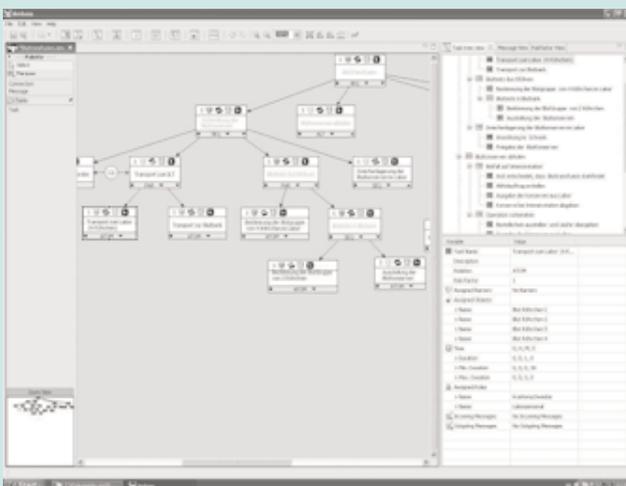
INSTITUT FÜR INFORMATIK  
MENSCH-MASCHINE-WECHSELWIRKUNG  
59



Buchung einer Bahnreise – abstrakt modelliert



Aufgabenbearbeitung in der Web-Engineering-Umgebung WISE



Aufgabenmodellierung sicherheitskritischer Systeme mit dem AMBOSS-Editor

# Weitere Wissenschaftler – Informatik und Gesellschaft

**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Hampel**

„Kooperative Wissensorganisation – Mediennutzung und Architekturen kooperationsunterstützender Systeme“

Die Unterstützung verschiedener Formen menschlicher Zusammenarbeit durch Computersysteme bildet ein immer wichtiger werdendes Feld der Informatik. Entsprechend umfassen die Forschungsfelder CSCW (Computer Supported Cooperative Work) bzw. CSCL (Computer Supported Cooperative Learning) sowohl Werkzeuge und Systeme, aber auch Theorien und Ansätze der kooperativen Mediennutzung. Eng verknüpft sind die in den letzten Jahren entstandenen Arbeitsfelder des CSCW/L mit verschiedenen Bereichen der Mensch-Maschine-Wechselwirkung (HCI – Human Computer Interaction) und Softwareergonomie, aber auch der Bewertung und des Entwurfs von Architekturen kooperationsunterstützender Systeme.

Neben den Bereichen der kooperativen Wissensorganisation und des eLearning legt die Juniorprofessur Kooperative Medien zudem ihren Schwerpunkt auf die Untersuchung der Potenziale und Möglichkeiten neuer Mobilitätsaspekte kooperationsunterstützender Systeme, insbesondere in Bereichen der spontanen Vernetzung und mobiler Endgeräte. Seit einigen Jahren wird mit Erfolg die Open-Source-Kooperationsumgebung sTeam (Strukturieren von Information in Teams) entwickelt und erprobt. Sie dient als Forschungsplattform und Forschungsgegenstand für eine Reihe von wissenschaftlichen Fragestellungen.

**Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Hampel** ist Juniorprofessor für Kooperative Medien und Architekturen kooperationsunterstützender Systeme am Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er promovierte 2002 zum Thema der kooperativen Wissensorganisation in der Arbeitsgruppe Informatik und Gesellschaft. Thorsten Hampel forscht seit einigen Jahren in verschiedenen Forschungsprojekten und Forschungsverbänden in Bereichen des Einsatzes Neuer Medien in Ausbildung und Lehre sowie der verteilten Wissensorganisation. Seit mehreren Jahren ist er Koordinator verschiedener Projekte der Entwicklung kooperationsunterstützender Systeme. Er war und ist Mitglied in einer Reihe von Programmkomitees internationaler Tagungen und Gutachter und Berater für verschiedene Institutionen, z. B. der Virtuellen Hochschule Bayern. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen die computergestützte kooperative Gruppenarbeit und ihre Mobilitätsaspekte, das Softwaredesign und die Ergonomie kooperationsunterstützender Systeme sowie Fragen der kooperativen Mediennutzung und des eLearning.



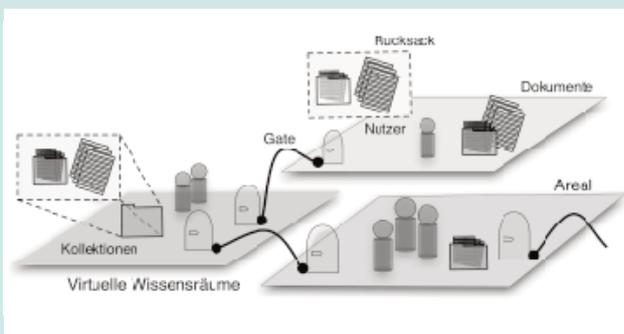
Neue Mobilitätsaspekte kooperativer Zusammenarbeit



Paderborner Open-Source-Technologie auf internationalen Messen und Tagungen



sTeam – Strukturieren von Informationen in Teams



Virtuelle Wissensräume



Forschungsfelder verteilter kooperativer Wissensräume

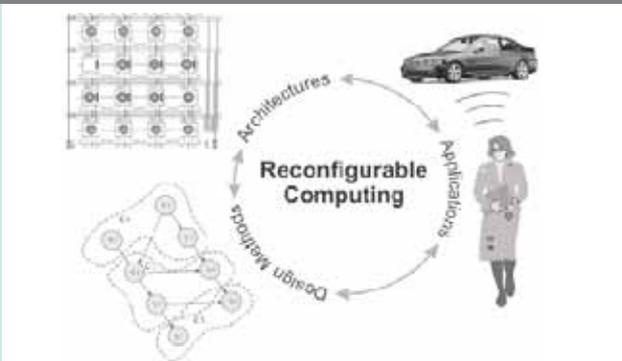
# Eingebettete Systeme und Systemsoftware

Rechner, Mikroprozessoren und deren Vernetzung finden stets neue Einsatzgebiete: Von klassischen Informationssystemen in Unternehmen über Industriesteuerungsanlagen, Flug- und Fahrzeugen, Unterhaltungselektronik bis hin zu Wegwerfartikeln werden heute Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt. Durch die Vernetzung wird der Entwurf der zugehörigen Hard- und Software immer komplexer bei zugleich steigenden Anforderungen an die Zuverlässigkeit. Es werden Software-Komponenten benötigt, die verfügbaren Rechen-, Speicher-

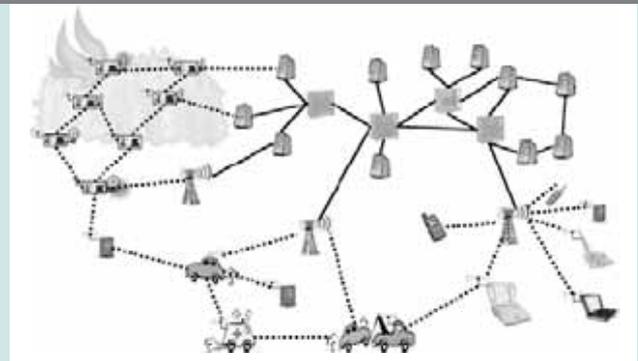
und Kommunikations-Ressourcen verwalten und an konkurrierende Nutzer – Anwendungen auf einem Rechner oder mehrere, verteilte Teilnehmer – zuweisen. Besonders hohe Anforderungen stellt ein System, das Dienstgüte – z. B. Reaktionen innerhalb vorgegebener, enger Zeitschranken – in einem nicht verlässlichen Umfeld – z. B. drahtlose Kommunikation – bei beschränkten Ressourcen – z. B. Energievorrat oder Rechenleistung – garantieren soll. Hier können speziell angepasste Verfahren und Software wie auch der Entwurf spezifischer Hardwarekomponenten, die einen Teil der Auf-

gaben effizient und flexibel übernehmen, notwendig sein. Die Arbeitsgruppen des Bereichs „Eingebettete Systeme und Systemsoftware“ beschäftigen sich daher mit Betriebs-, Echtzeit-, eingebetteten und verteilten Systemen, HW/SW Codesign, rekonfigurierbaren Systemen und Rechnerkommunikation. Sie bilden somit die Schnittstelle der Informatik mit den Ingenieurwissenschaften.

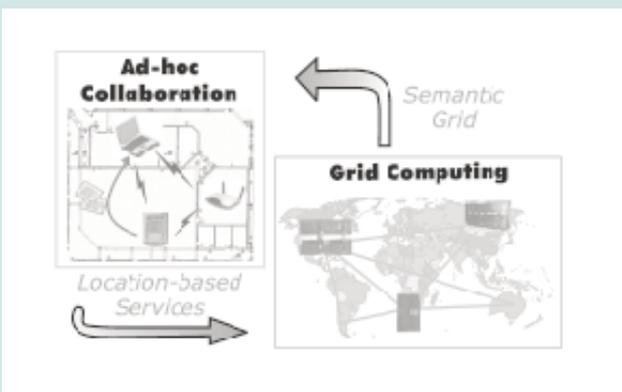
- Mitglieder des Fachgebiets** (v. l. n. r.)  
 Prof. Dr. Marco Platzner  
 Prof. Dr. Holger Karl  
 Prof. Dr. Odej Kao (bis Sommer 2006)  
 Prof. Dr. Franz J. Rammig  
 Dr. Lisa Kleinjohann  
 Dr. Bernd Kleinjohann  
 Dr. Wolfgang Müller



Das Forschungsgebiet „Reconfigurable Computing“ erfordert die gemeinsame Betrachtung von Hardwarearchitekturen, Entwurfsmethoden und Anwendungsgebieten.



Kommunikationssysteme zeichnen sich durch eine hohe Heterogenität in Anforderungen und verwendeten Technologien aus.



FG Verteilte Systeme und Betriebssysteme: Von Location-Based Services zu Semantic Grid



Verteilte Realzeitsysteme werden beherrschbar: DERTY – Design of Embedded Real-Time Systems

# Rechnernetze

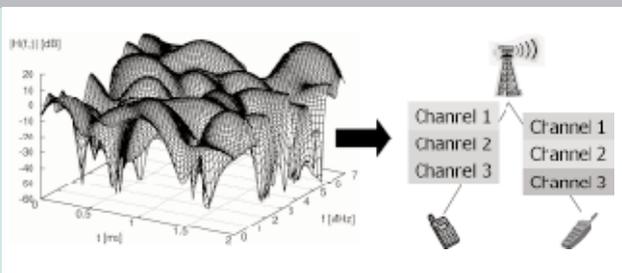
Prof. Dr. rer. nat. Holger Karl

„Systeme der drahtlosen und mobilen Kommunikation entwerfen, bewerten, optimieren“

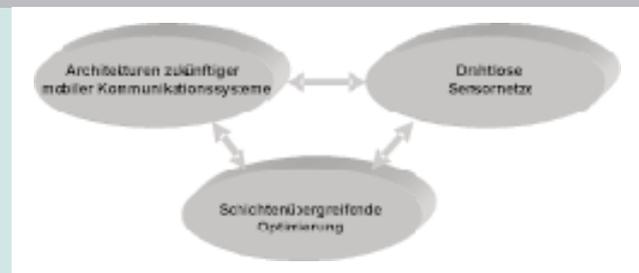
Moderne Kommunikationssysteme sind vielgestaltig und unterstützen ganz unterschiedliche Anwendungen. Für eine effiziente Nutzung sind unterschiedliche, miteinander integrierte Systeme und Netzwerk-Typen notwendig. Diese Integration stellt die bisherigen Architekturen, z. B. das Internet, vor neue Herausforderungen und verlangt nach neuen Ansätzen. Sensornetze – Netze aus kleinen, billigen, batteriebetriebenen Einheiten – verfolgen einen solchen neuen Architekturansatz. Hier ist nicht mehr der individuelle Knoten das Ziel einer Kommunikation, sondern die zu messenden Daten werden als eigentliche Quelle und Ziel der Kommunikation aufgefasst. Dieser datenzentrierte Ansatz, in Kombination mit eingeschränkten

Ressourcen (z. B. Energie) der einzelnen Knoten, verändert die gesamte Entwurfsweise des Netzes. Dies erfordert eine weitergehende, schichtenübergreifende Optimierung der Protokolle als bisher. Ähnliche Probleme und Lösungsansätze finden sich bei neueren Mobilitätskonzepten (Gruppenmobilität) oder bei Anwendungen wie Videoübertragung über drahtlose Verbindungen. Diese Ziele werden im neu geschaffenen Fachgebiet Rechnernetze durch den Entwurf geeigneter Architekturen und Protokolle und deren Bewertung durch Analyse, Simulation und Experiment verfolgt. Für Experimente steht insbesondere eine Software Defined Radio basierte Prototypisierungsumgebung für IEEE 802.11-Protokolle zur Verfügung.

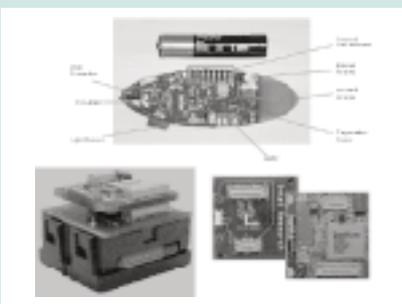
**Prof. Dr. rer. nat. Holger Karl** studierte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) und promovierte 1999 an der Humboldt-Universität zu Berlin. Von 2000 bis 2004 war er wissenschaftlicher Assistent an der Technischen Universität Berlin im Fachgebiet Telekommunikationsnetze. Seit 2004 ist er Professor für praktische Informatik an der Universität Paderborn und leitet das Fachgebiet Rechnernetze. Seine wissenschaftlichen Interessen sind der Entwurf und die Bewertung von Architekturen und Protokollen für Kommunikationsnetze, ein besonderer Schwerpunkt sind dabei Systeme der drahtlosen und mobilen Kommunikation.



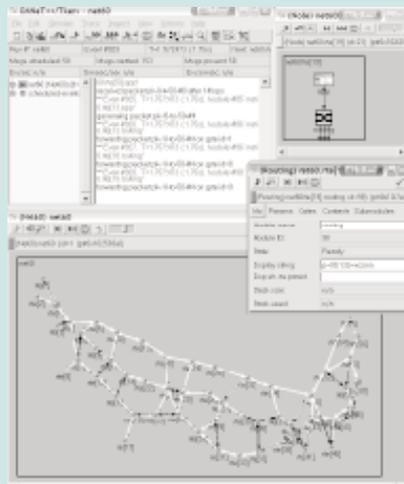
Das komplexe Verhalten des drahtlosen Kanals führt zu anspruchsvollen, in Echtzeit zu lösenden Optimierungsproblemen für hohe Nutzeranzahl und -zufriedenheit.



Drei sich ergänzende Arbeitsschwerpunkte des Fachgebietes Rechnernetze



Sensorknoten minimal notwendiger Funktionalität an Rechenleistung und Radiokommunikation werden zur experimentellen Forschung auf dem Gebiet der drahtlosen Sensornetze eingesetzt. (Beispiele: Infineon, Intel i-mote)



Leistungsfähige Simulatoren werden zur Leistungsbewertung von drahtloser und mobiler Kommunikation eingesetzt und weiterentwickelt. (hier: Omnet++ als Beispiel)

# Technische Informatik

Prof. Dr. techn. Marco Platzner

## „Rekonfigurierbare Rechnerstrukturen: Das Aufweichen von Hardware“

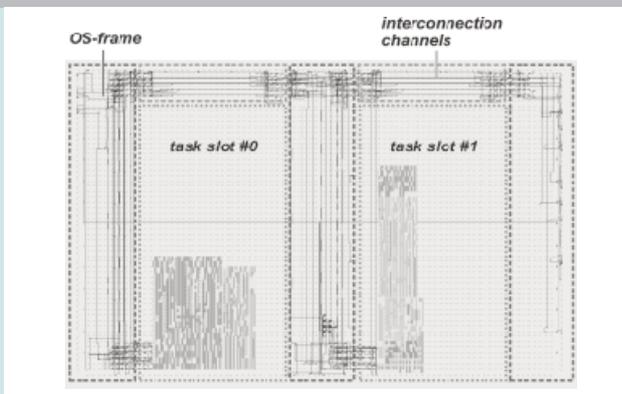
Das Arbeitsgebiet der Fachgruppe Technische Informatik liegt an der Schnittstelle zwischen Hardware und Software. Speziell in eingebetteten Systemen wird diese Schnittstelle immer komplexer, verursacht durch die zunehmende Heterogenität von Entwurfszielen und Implementierungsmöglichkeiten. So stehen dem Entwickler heute viele verschiedenartige Komponenten zur Verfügung, von eingebetteten Prozessoren wie Mikrokontrollern und digitalen Signalprozessoren über programmierbare Hardware bis hin zu anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs). Ein aktuell besonders spannendes Thema an der Hardware/Software-Schnittstelle sind rekonfigurierbare

Rechnerarchitekturen. Die Hardware von rekonfigurierbaren Bausteinen (z. B. Field-Programmable Gate Arrays, FPGAs) lässt sich durch einen Programmiervorgang ändern. Damit kann man nicht nur Entwurfsfehler günstig beheben und automatische Hardwareupdates durchführen, sondern auch Rechnersysteme konstruieren, die sich der jeweils laufenden Anwendung anpassen. Diese dynamisch rekonfigurierbaren Rechner können große Vorteile in Performance und Energieeffizienz aufweisen. Wir untersuchen und entwickeln Architekturen und Entwurfsmethoden für rekonfigurierbare Rechnerstrukturen, führen aber auch konkrete prototypische Implementierungen auf rekonfigurierbaren Systemen durch.

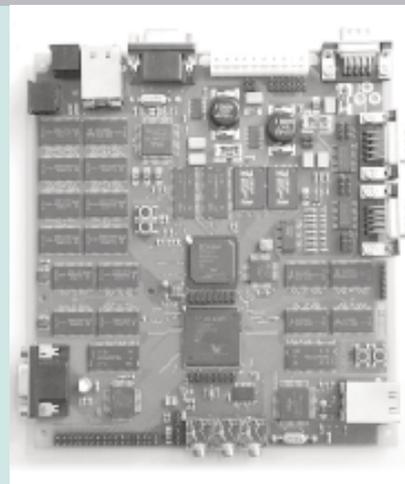
**Prof. Dr. techn. Marco Platzner** ist seit 2004 Professor für Technische Informatik an der Universität Paderborn. Nach dem Diplom- und Doktoratsstudium der Telematik an der TU Graz folgten PostDoc-Positionen bei der GMD in Sankt Augustin und im Computer Systems Lab der Stanford University, Palo Alto. Von 1998 bis 2004 war Marco Platzner Oberassistent am Institut für Technische Informatik und Kommunikationsnetze der ETH Zürich und leitete dort die Forschungsgruppe „Reconfigurable Computing“. Er habilitierte 2002 und wurde zum Privatdozenten für „Hardware/Software Codesign“ ernannt. Marco Platzner ist Mitglied der IEEE und der ACM, in den Programmkomitees mehrerer Konferenzen tätig (z.B. FPL, FPT, RAW, ERSA) und regelmäßiger Gutachter für Fachzeitschriften (z. B. IEEE Transactions on Computers, IEEE Transactions on VLSI). Marco Platzner ist Dozent im internationalen „Embedded Systems Design“ Programm des Advanced Learning and Research Institute (ALARI) der Universität Lugano, Schweiz.

<http://wwwcs.upb.de/cs/ag-platzner>

INSTITUT FÜR INFORMATIK  
EINGEBETTETE SYSTEME UND SYSTEMSOFTWARE  
63



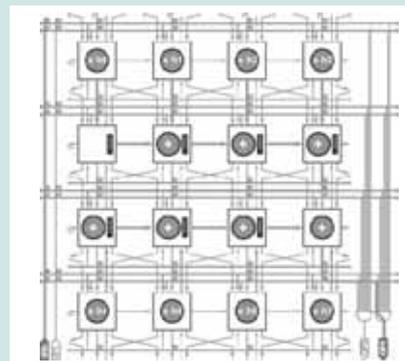
Snapshot einer Applikation auf einem partiell rekonfigurierbaren Hardwarebaustein. Hardwaretasks werden dynamisch geladen und ausgeführt.



Das XF-Board dient zur prototypischen Implementierung von Betriebssystemkernen für dynamisch rekonfigurierbare Systeme.



Was steckt dahinter? In vielen modernen eingebetteten Systemen spielt die Hardware-/Software-Schnittstelle eine zentrale Rolle.



Mapping eines FIR-Filters auf eine ALU-basierte rekonfigurierbare Architektur

# Entwurf Verteilter Realzeitsysteme

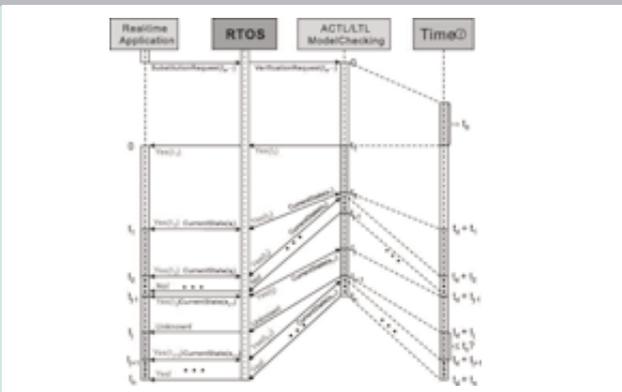
Prof. Dr. rer. nat. Franz J. Rammig

„Eingebettete Systeme: verteilt, rekonfigurierend, zuverlässig“

Unsere technische Umgebung wird zunehmend informatisiert. War diese Informatisierung lange Zeit auf isolierte Objekte (Fahrzeuge, Geräte, Fertigungszellen) beschränkt, so erleben wir nun eine nächste Stufe, die durch immer komplexere Kommunikationsstrukturen zwischen immer intelligenter werden den Komponenten charakterisiert wird. Eingebettete Systeme, Kommunikationssysteme und Mobilität müssen daher als vernetzte Gesamtheit gesehen werden. In der Fachwelt werden für derartige Systeme Begriffe wie „Autonomic Computing“, „Organic Computing“ oder „Biologically Inspired Computing“ diskutiert.

Wir stellen uns der Herausforderung, für dieses Szenario, d.h. für verteilte eingebettete Realzeitsysteme (engl. Distributed Embedded Real-Time Systems, DERTy) wesentliche Komponenten einer durchgängigen Entwurfsmethodik bereitzustellen. Dabei konzentrieren wir uns derzeit auf drei Hauptthemen:  
 DERTy UML: Spezifikation, Modellierung und formale Verifikation eingebetteter Realzeitsysteme  
 DERTy DREAMS: komponentenbasierte verteilte Realzeitbetriebssysteme und Softwaresynthese  
 DERTy RuSt: rekonfigurierbare Hard- und Softwaresysteme

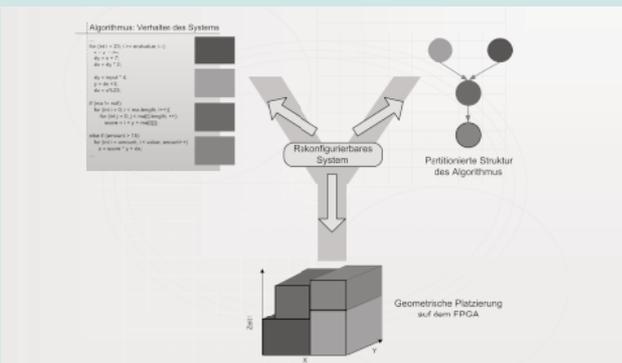
**Prof. Dr. rer. nat. Franz J. Rammig** ist seit 1983 Professor für Praktische Informatik an der Universität Paderborn, seit 1993 Stiftungsprofessor im Heinz Nixdorf Institut, Spezialgebiet Entwurf verteilter eingebetteter Realzeitsysteme. Seit 1984 hochschulseitiger Vorstand des C-LAB. 1998 bis 1999 Vizepräsident der Gesellschaft für Informatik (GI); Vertreter Deutschlands im TC10 (Computer Systems Technology) der International Federation for Information Processing (IFIP) und seit 2002 Chairman IFIP TC10; Träger des IFIP Silver Core; Mitglied der NRW Akademie der Wissenschaften und des acatech Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V.; Mitglied im zentralen Vergabeausschuss der Alexander v. Humboldt Stiftung; Mitinitiator zweier DFG-Schwerpunktprogramme (1040: Entwurf eingebetteter Systeme und 1148: Rekonfigurierbare Rechensysteme); Beteiligung an zwei Sonderforschungsbereichen (376: Effiziente Nutzung massiv paralleler Rechensysteme und 614: Selbstoptimierung im Maschinenbau); stellvertretender Sprecher des SFB614; Mitherausgeber u.a. des „Journal of Network and Computer Applications“.



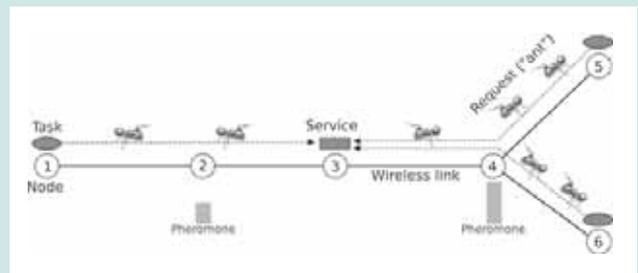
Online Verifikation komponentenbasierter, rekonfigurierbarer Eingebetteter Systeme



Selbstoptimierendes RTOS. Zur Laufzeit werden durch Rekonfigurierung die Komponenten der Betriebssystemplattform an die Anforderungen einer Anwendung angepasst.



Modellierung eines rekonfigurierbaren Systems mit Hilfe der Verhaltens-, Struktur- und Geometriesicht



Dynamische Lastverteilung von Diensten in einem feingranular verteilt arbeitenden Realzeit-Betriebssystem

## Weitere Wissenschaftler – Entwurf Verteilter Realzeitsysteme

### Dr. rer. nat. Bernd Kleinjohann/Dr. rer. nat. Lisa Kleinjohann „Autonome eingebettete Systeme“

Es ist zu beobachten, dass zunehmend komplexere und intelligente Aufgaben mittels eingebetteter Software realisiert werden. Die Realisierung solcher intelligenten, autonomen eingebetteten Systeme muss alle Phasen des „Sense-Reason-Act“-Zyklus betrachten – von der Wahrnehmung der Umwelt über die Handlungssteuerung und Planung bis hin zur Handlungsausführung in der realen Umgebung.

Der Forschungsschwerpunkt von Bernd Kleinjohann und Lisa Kleinjohann liegt auf der Entwicklung neuer Ansätze zur Realisierung solcher intelligenten eingebetteten Systeme und entsprechender Entwurfsmethoden sowie Hardware- und Software-Architekturen.

Arbeitsschwerpunkte in Förderprojekten und Studentenprojekten, die in der Arbeitsgruppe im C-LAB durchgeführt werden, sind die Entwicklung des realzeitfähigen Trackingsystems Visitrack für unterschiedliche Anwendungsgebiete wie Augmented Reality oder autonome Roboter, die Entwicklung verhaltensbasierter Planungs- und Selbstoptimierungsansätze im SFB 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ sowie die Weiterentwicklung der Paderkicker, eines Teams autonomer Fußballroboter, und des Roboterkopfes MEXI, der künstliche Emotionen durch Mimik und Sprache zeigen und menschliche Emotionen in Mimik und Sprache erkennen kann.

**Dr. rer. nat. Bernd Kleinjohann**, promovierte 1994 an der Universität Paderborn und ist seit 1985 Mitarbeiter im C-LAB, der Innovationswerkstatt von Siemens und der Universität Paderborn. Seit mehreren Jahren leitet er die Gruppe Cooperative Systems im C-LAB und ist stellvertretender Vorstand des C-LABs seitens der Universität Paderborn.

**Dr. rer. nat. Lisa Kleinjohann** promovierte 1994 an der Universität Paderborn. Sie ist seit 1985 Mitarbeiterin des C-LAB und zurzeit Leiterin der Arbeitsgruppe Intelligent Mobile Systems.



## Weitere Wissenschaftler – Entwurf Verteilter Realzeitsysteme

### Dr. rer. nat. Wolfgang Müller „Beschreibung und Analyse komplexer Systeme“

Die steigenden Integrationsdichten führten in den letzten Jahren zu einer schwer zu beherrschenden Komplexität beim Entwurf von Hardwaresystemen und eingebetteter Software. Im Hardwareentwurf spricht man hier deshalb mittlerweile von sogenannten System-on-a-Chip (SoC). Die steigende Komplexität spiegelt sich u. a. in der Einführung neuer Beschreibungssprachen (wie z. B. SystemC und SystemVerilog), Analyseverfahren (wie z. B. Model Checking und formale Verfeinerung) und Entwurfparadigmen (wie z. B. IP-Reuse und Platform-based Design) wider.

Wolfgang Müller arbeitet seit Jahren auf dem Gebiet der System/Hardwarebeschreibungssprachen und ihrer Anwendung im kombinierten Hardware/Softwareentwurf. Schwerpunkte waren hier zum einen ihre Einbettung in eine Entwurfsmethodologie und zum anderen ihre Ausführungssemantiken (Models of Computation). So wurden u. a. in Zusammenarbeit mit international renommierten Fachgruppen die Simulationskerne von VHDL, SystemC, SpecC und SystemVerilog als formale Spezifikationen mit Abstract State Machines (ASMs) dokumentiert. In jüngster Zeit fokussieren sich die Aktivitäten auf die Anwendung der UML 2.0 zum Entwurf eingebetteter Systeme und SoCs. Hier stehen insbesondere die Aspekte von ausführbaren UML-Modellen hinsichtlich Simulation und FPGA-Synthese im Zentrum des Interesses.

**Dr. rer. nat. Wolfgang Müller** promovierte 1997 an der Universität Paderborn. Er ist seit 1989 Mitarbeiter des C-LAB und zurzeit Leiter der Arbeitsgruppe Advanced Design Technologies. Er publizierte über 100 Fachartikel bei nationalen und internationalen Konferenzen, Workshops und Journalen. 2003 veröffentlichte er als Co-Editor beim Kluwer-Verlag das Buch „SystemC – Methodologies and Applications“. Dr. Müller vertritt die Universität Paderborn seit Jahren in Leitungskreisen und in den Organisationskomitees mehrerer nationaler und internationaler Fachkonferenzen wie der FDL und der DATE. 2004 gründete er zusammen mit Grant Martin (Tensilica Inc., USA) den „UML for SoC Design“ Workshop der Design Automation Conference.

# Institut für Mathematik

An einer Universität technisch-informatisch-naturwissenschaftlicher Ausrichtung nimmt die Mathematik eine Schlüsselstellung ein. Dies gilt ersichtlich für die Ausbildung aller Studierenden der natur-, ingenieur- oder wirtschaftswissenschaftlichen Fächer, gleichfalls für eine zukunftsorientierte Lehrerbildung und in besonderem Maße für die Forschung: Ein großer Anteil moderner Technologie ist – nicht immer für das Publikum erkennbar – mathematische Technologie.

Von zentraler Bedeutung für die Paderborner Mathematik sind starke anwendungsorientierte Arbeitsgruppen des Wissenschaftlichen Rechnens organisiert im „Paderborn Institute for Scientific Computation“ (PaSCo). Das PaSCo verfügt über starke Kooperationschnittstellen zur Informatik und zu den technisch-naturwissenschaftlichen Fächern und besitzt ein assoziiertes Graduiertenkolleg. Eine sinnvolle Ergänzung mit erheblichem Innovationspotenzial und internationaler Konkurrenzfähigkeit bieten grundlagenorientierte Bereiche der Diskreten Mathematik (Darstellungstheorie, Algebraische Geometrie, Zahlentheorie) und der Kontinuierlichen Mathematik (Funktionalanalysis, Harmonische Analyse, Differenzialgleichungen,

Lie-Theorie). Assoziiert zu diesen Bereichen gibt es ein internationales Graduiertenkolleg. Die diversen Arbeitsrichtungen bieten zugleich der für weite Aspekte der Lehramtsausbildung zuständigen Didaktik der Mathematik eine sichere Verankerung. Kollegen der Didaktik spielen zugleich eine Schlüsselrolle für das „Paderborner Lehrerbildungszentrum“ (PLAZ). Insgesamt hat die Paderborner Mathematik ein klares zukunftsorientiertes und wettbewerbsfähiges Profil.

## Arbeitsgruppen des Instituts für Mathematik

Algebra und Zahlentheorie Diskrete Mathematik, grundlagenorientiert	Wissenschaftliches Rechnen Diskrete und kontinuierliche Mathematik, anwendungs- orientiert	Angewandte Mathematik und Stochastik Kontinuierliche Mathematik, anwendungsorientiert	Analysis Kontinuierliche Mathematik, grundlagenorientiert
<p><b>Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Karl-Heinz Indlekofer</b> Zahlentheorie</p> <p><b>Prof. Dr. Henning Krause</b> Algebra und Darstellungstheorie</p> <p><b>Prof. Dr. Torsten Wedhorn</b> Arithmetische Geometrie</p>	<p><b>Prof. Dr. Peter Bürgisser</b> Algebraische Komplexitätstheorie</p> <p><b>Prof. Dr. Michael Dellnitz</b> Angewandte Mathematik – Numerische Mathematik und Dynamische Systeme</p> <p><b>Prof. Dr. Friedrich Eisenbrand</b> Diskrete Optimierung</p>	<p><b>Prof. Dr. Klaus Deimling</b> Nichtlineare Funktional- analysis</p> <p><b>Prof. Dr. Hans M. Dietz</b> Stochastik</p> <p><b>Prof. Dr. Norbert Köckler</b> Numerische Mathematik</p> <p><b>Prof. Dr. Björn Schmalfuß</b> Zufällige und nichtautono- me dynamische Systeme</p>	<p><b>Prof. Dr. Klaus D. Bierstedt</b> Analysis, insbesondere Funktionalanalysis</p> <p><b>Prof. Dr. Sönke Hansen</b> Mikrolokale Analysis</p> <p><b>Prof. Dr. Joachim Hilgert</b> Lie-Theorie</p> <p><b>Prof. Dr. Wolfgang Lusky</b> Analysis, insbesondere Banachraumtheorie</p>
<b>Didaktik der Mathematik</b>			
<p><b>Prof. Dr. Peter Bender</b>  <b>Prof. Dr. Martin Bruns</b>  <b>Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens</b>  <b>Prof. Dr. Hartmut Spiegel</b></p>			

# Studiengänge des Instituts für Mathematik

Das Fach bietet zielgruppenspezifisch ein variantenreiches Spektrum mathematischer Lehrveranstaltungen an mit durch die mathematische Thematik gebildeter Klammer. Der weitaus größte Teil Paderborner Studierender durchläuft eine vom Fach getragene mathematische Grundausbildung, ein wichtiger Service für eine Universität naturwissenschaftlich-technisch-informatischer Ausrichtung.

Die grundständigen Studiengänge in der Mathematik werden zum WS 2007/2008 von Diplomstudiengängen (Mathematik und Technomathematik) auf Bachelor und Master (Mathematik mit diversen Nebenfächern) umgestellt. Eng verzahnt mit dem Bachelor-Studiengang Mathematik ist die Lehramtsausbildung in Mathematik, die zum WS 2008/2009 auf gestufte Studiengänge umgestellt wird. Aufbauend auf einem Master- bzw. gymnasialen Lehramtsabschluss besteht die Möglichkeit zur Promotion.

Besonderes Gewicht wird auf ein qualitativ hochwertiges Lehrangebot gelegt.

Einen hohen Stellenwert nimmt in diesem Kontext die studentische Vorlesungskritik ein, welche zweimal jährlich alle Lehrveranstaltungen durch ein einheitliches, von der studentischen Fachschaft gesteuertes Befragungsverfahren bewertet. Die Fakultät honoriert und fördert zudem hervorragende Lehre durch jährliche Verleihung des „Weierstraß-Preises“, benannt nach dem Mathematiker Karl Weierstraß (1815–1897), der sein Abitur in Paderborn ablegte.



Preisträger des Weierstraß-Preises für hervorragende Lehre

# Schwerpunktprojekt

## Sonderforschungsbereich (SFB) 376 „Massive Parallelität“

### Teilprojekt C10 „Effiziente Kontrolle von Verbunden von Raumfahrzeugen“

Bei mehreren in der Planung befindlichen Missionen der European Space Agency (ESA) und der National Aeronautics & Space Administration (NASA) sollen Verbunde von Raumfahrzeugen eingesetzt werden, die durch ein Zusammenwirken der Einzelfahrzeuge ein deutlich leistungsfähigeres und auch funktionell völlig neuartiges Gesamtsystem darstellen. So besteht beispielsweise das wesentliche Ziel der Missionen Darwin (ESA) bzw. Terrestrial Planet Finder (NASA) darin, mithilfe eines durch den Verbund der Raumfahrzeuge generierten Interferometers Planeten in anderen Sonnensystemen zu detektieren und auf eventuell existierendes Leben hin zu untersuchen. Für das kooperative Zusammenspiel der Raumfahrzeuge werden effiziente, skalierbare Formationen für die Verbunde benötigt.

Weiterhin ist eine präzise, aufeinander abgestimmte, lokale Kommunikation zwischen den Komponenten des Gesamtsystems die Voraussetzung für deren effiziente Kontrolle. Im Rahmen dieses Projektes werden Methoden zur Erzeugung energetisch effizienter Flugbahnen und Steuerungen, effizient skalierbare Formationen sowie robuste Kommunikationsstrukturen zwischen den einzelnen Raumfahrzeugen entwickelt. Die mathematische Grundlage bilden hierbei Methoden der numerischen Behandlung Dynamischer und Kontrollsysteme sowie Techniken und Algorithmen der Graphentheorie. Darauf aufbauend werden Algorithmen und Software für die Echt-Zeit-Simulation derartiger Verbunde entwickelt.

**Beteiligte Wissenschaftler**  
 Prof. Dr. Michael Dellnitz  
 Dr. Robert Preis

Darwin-Mission der ESA: durch den Verbund von Raumfahrzeugen gebildetes Interferometer



# Schwerpunktprojekt

## Sonderforschungsbereich (SFB) 614

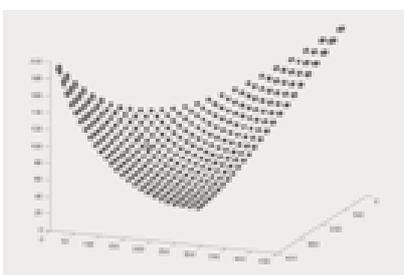
### „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

### Teilprojekt A1 „Modellorientierte Selbstoptimierung“

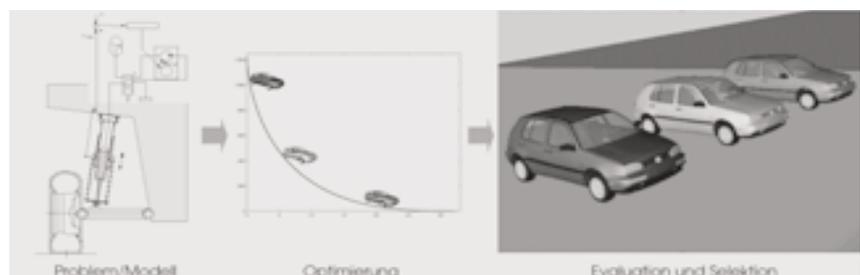
In diesem Projekt stehen die Entwicklung von Algorithmen zur Mehrzieloptimierung und zur hierarchischen Optimierung sowie deren Anwendung bei mechatronischen Systemen im Vordergrund. Hauptanwendungsfeld sind hierbei die Systeme der Neuen Bahntechnik Paderborn. Bei der Mehrzieloptimierung geht es

um die gleichzeitige Optimierung mehrerer Ziele. Da diese Ziele im Allgemeinen im Konflikt zueinander stehen, lässt sich kein einzelnes Optimum berechnen. Daher ist es das Ziel, die Menge der optimalen Kompromisse (Pareto-menge) zu berechnen. Ein Beispiel einer Pareto-menge – im Bildraum – ist in der Abbildung links dargestellt.

**Beteiligte Professoren**  
 Prof. Dr. Michael Dellnitz  
 Prof. Dr. Burkhard Monien



Eine Pareto-menge für drei Zielfunktionen



Arbeitsschritte bei der Mehrzieloptimierung

# Schwerpunktprojekt

## Neue Medien in der Lehrerausbildung

Lehren und Lernen mit Neuen Medien kommt im Bildungssystem durch den wachsenden Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologien eine besondere Bedeutung zu. Dementsprechend haben die Neuen Medien in der Lehrerausbildung der „Universität der Informationsgesellschaft“ einen hohen Stellenwert.

Das im PLAZ angesiedelte interdisziplinäre Forschungskolleg „Lehren und Lernen mit Neuen Medien“ dient der Unterstützung und Vernetzung fachdidaktischer und erziehungswissenschaftlicher Forschung. Hier werden auf Schule und Unterricht bezogene Forschungsvorhaben vorgestellt und unter inhaltlichen und methodischen Aspekten diskutiert. Die Nachwuchsförderung ist hierbei wichtiges Ziel des Kollegs.

Der interdisziplinäre Arbeitskreis Schule & Computer (AK SchuCo) das Projekt „Lernstatt Paderborn in Lehr- amtsausbildung und Unterrichtspraxis“.

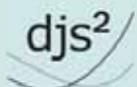
Abschlussveranstaltung der Lernstatt Paderborn im Heinz Nixdorf MuseumsForum, moderiert durch das PLAZ



### An dem Projekt sind u.a. beteiligt:

Prof. Dr. Dorothee Meister  
(Fakultät für Kulturwissenschaften)  
Prof. Dr. Peter Reinhold  
(Fakultät für Naturwissenschaften)  
Prof. Dr. Johannes Magenheimer  
(Institut für Informatik)  
Prof. Dr. Peter Bender  
(Institut für Mathematik)  
Prof. Dr. Bardo Herzig  
(Fakultät für Kulturwissenschaften)  
Prof. Dr. Reinhard Keil  
(Institut für Informatik)  
Prof. em. Dr. Gerhard Tulodziecki  
(Fakultät für Kulturwissenschaften)  
Prof. Dr. Juliane Eckhardt  
(Fakultät für Kulturwissenschaften)  
Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens  
(Institut für Mathematik)

## Unternehmensgründungen aus dem Institut für Mathematik



djs² GmbH  
Engineering  
Mathematics

Die Entwicklung technischer Systeme kommt heutzutage nicht ohne zuverlässige, modellbasierte Analysen unter Einsatz von Computern aus. Insbesondere stellt die Fähigkeit, Eigenschaften eines Produktes vor seiner Herstellung simulieren und optimieren zu können, häufig einen deutlichen Wettbewerbsvorteil dar.

Das dazu notwendige mathematische Know-how stellt die 2001 gegründete djs² GmbH zur Verfügung. Als Binde-

glied zwischen der Universität und ihren industriellen Partnern bietet sie von der Beratung über den Entwurf bis hin zur Implementation der Software-Lösung alle Dienstleistungen an, die für eine erfolgreiche Umsetzung moderner Simulations- und Optimierungsverfahren notwendig sind.

<http://www.djs2.de>



Analyse und Optimierung einer Gasturbine  
(Bild: Siemens AG)

# Algebra und Zahlentheorie

## Diskrete Mathematik, grundlagenorientiert

Geläufig ist das Lösen mathematischer Probleme durch numerische Approximation. Ein Beispiel liefern die vor allem im Ingenieurbereich gebräuchlichen Finite-Element-Methoden. Weniger im Bewusstsein verankert ist die komplementäre Strategie des Lösens durch Algebraisierung. Überspitzt formuliert wird ein mathematisches Problem erst dann als gelöst betrachtet, wenn es durch raffinierte Modellierung in ein algebraisches Problem umgeformt werden kann. Ein gutes Beispiel liefert die Computeralgebra, deren Name diese Strategie hervor-

hebt, ein anderes die moderne Topologie, deren Problemlösestrategie im Finden einer geeigneten Algebraisierung liegt, mit der das Ausgangsproblem dann angreifbar wird. Dies führt zur Übersetzung geometrischer Probleme in Fragestellungen der homologischen Algebra und häufig, spezifischer, der Darstellungstheorie. Algebraische Geometrie beschäftigt sich mit Nullstellengebilden von algebraischen Gleichungen, das heißt, geometrische Phänomene werden algebraisch beschrieben und analysiert. Von Interesse sind beispielsweise Singula-

ritäten, denn sie zeigen Besonderheiten mathematischen Verhaltens auf. Auch hier ist der Kontakt zur Darstellungstheorie sehr eng. Zahlentheorie ist vordergründig ein Teil der Algebra, jedoch mit ausgeprägt eigenständigem Problemprofil. Sie galt lange Zeit als anwendungsfreier und reinster Teil der Mathematik. Heute begegnet uns Zahlentheorie täglich in Form von Chipkarten und der sicheren Internetverschlüsselung. Besonderes Interesse genießt dabei im Zusammenhang mit der RSA-Verschlüsselung die Theorie der (großen) Primzahlen.

**Mitglieder des Fachgebiets** (v. l. n. r.)  
 Prof. Dr. Karl-Heinz Kiyek, Emeritus  
 Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Karl-Heinz Indlekofer  
 Prof. Dr. Henning Krause  
 Prof. Dr. Helmut Lenzing  
 Prof. Dr. Torsten Wedhorn



$$242206083 \cdot 2^{38880} + 1$$

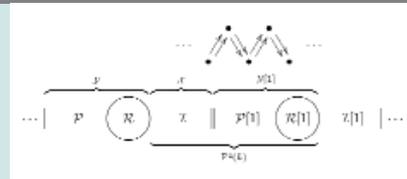
$$242206083 \cdot 2^{38880} - 1$$



Zahlentheorie begegnet uns im Alltag in Form von Chipkarten und sicheren Internetverschlüsselungen. Das zahlentheoretische Repertoire schärfen wir durch Modellierung von Fraktalen und Primzahlzwillingen.



Die Kleinsche Flasche ist den Singularitäten vom elliptischen Typ nahe verwandt. Dieselben beschreiben kompliziertere zahme Situationen.



Komplexe mathematische Sachverhalte werden durch Auslander-Reiten Köcher visualisiert. Auf diese Weise werden homologische Sachverhalte durch diskrete Strukturen ausgedrückt.

# Zahlentheorie

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Karl-Heinz Indlekofer

Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe sind neben der computerunterstützten Zahlentheorie

- Untersuchung arithmetischer (speziell additiver und multiplikativer) Funktionen
- Zahlentheorie auf arithmetischen Halbgruppen
- probabilistische Zahlentheorie

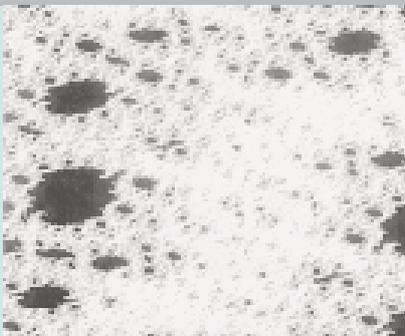
Dabei werden u. a. funktionale Grenzwertsätze für additive Funktionen und Eigenschaften der durch additive Funktionen erzeugten stochastischen Prozesse behandelt. Grundlage ist dafür eine Integrationstheorie auf den natürlichen Zahlen.

Im Mittelpunkt des Interesses bei arithmetischen Halbgruppen stehen Klassen von Halbgruppen, deren typische Vertreter Polynome über endlichen Körpern, ganze Divisoren in algebraischen Funktionenkörpern und halbeinfache endliche Algebren über Ringen ganzer Funktionen sind. Neben den zugehörigen Zeta-Funktionen und den daraus folgenden Primzahlsätzen wird insbesondere die Werteverteilung der auf diesen Halbgruppen definierten Funktionen studiert.

**Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Karl-Heinz Indlekofer** ist Professor für Mathematik. Er promovierte 1970 an der Universität Freiburg/Brsg. und habilitierte sich 1974 an der Universität Frankfurt/Main. Seit 1974 ist er Professor für Mathematik an der Universität Paderborn. 1992 wurde ihm von der Kossuth Lajos Universität Debrecen und 1996 von der Jannus-Panonus-Universität Pécs der Ehrendoktor verliehen. 1992 zeichnete ihn die Eötvös Loránd Universität Budapest mit der Gedächtnis-Medaille für herausragende Verdienste aus.

<http://math-www.upb.de/~k-heinz>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ALGEBRA UND ZAHLENTHEORIE  
71



Fraktale, erzeugt durch komplexe Zahlensysteme

$$M(f) = \int_{\partial\mathbf{N}} f d\bar{\sigma}$$

Darstellung des Mittelwertes gleichgradig summierbarer Funktionen als Integral in der Stone-Čech-Kompaktifizierung  $\beta\mathbf{N}$  von  $\mathbf{N}$

# Algebra und Darstellungstheorie

**Prof. Dr. Henning Krause**

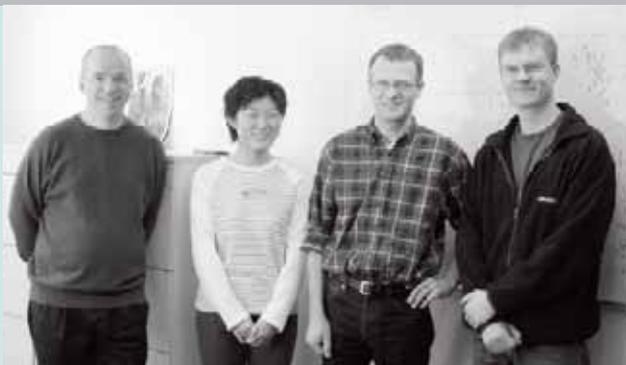
„Von homologischen Grundlagen bis zu diskreten Strukturen“

Moderne Darstellungstheorie lebt heute von vielfältigen Querverbindungen. So lassen sich mathematische Probleme vielfach auf die Frage nach der Struktur und der Klassifikation von Darstellungen algebraischer Objekte zurückführen. Von Interesse sind beispielsweise die endlich dimensionalen Darstellungen einer Gruppe oder eines Köchers. Andererseits liefert Algebra die Grundlagen für ein systematisches Verständnis verschiedenster Teilgebiete in Mathematik und Informatik. Genannt seien hier Geometrie und Topologie, die heute ohne homologische Algebra undenkbar sind.

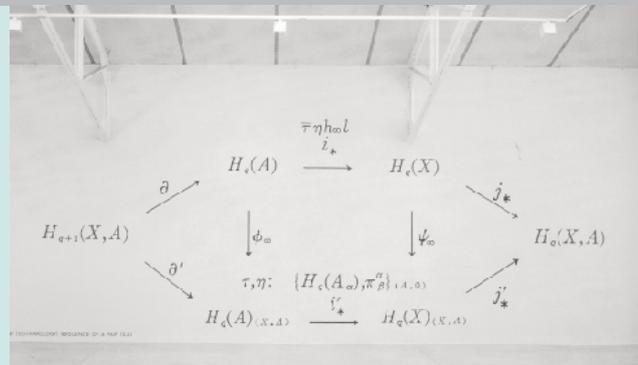
Die Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe sind interdisziplinär ausgerichtet. Fragen aus der stabilen Homotopietheorie werden ebenso bearbeitet wie solche aus der Liethorie. Dabei stehen homologische und geometrische Methoden im Mittelpunkt. Eine besondere Rolle spielt die internationale Zusammenarbeit. Aber auch die regionalen Kooperationen tragen bei zum Profil dieser jungen Arbeitsgruppe.

**Prof. Dr. Henning Krause**

ist seit 2003 Professor für Mathematik am Institut für Mathematik der Universität Paderborn. Nach einem Studium an der FU Berlin promovierte er 1991 an der Universität Bielefeld und habilitierte sich dort 1998. Auslandsaufenthalte führten ihn als DFG-Stipendiat 1991/92 an die Brandeis University und als Gastprofessor 1999 an die University of California in Santa Barbara. Ab 2001 war er für zwei Jahre Mitarbeiter der Firma software design & management AG in München. Anschließend verbrachte er ein Jahr als University Research Fellow an der University of Leeds.



Gäste aus Trondheim, Beijing und Oxford



Homologische Algebra findet Eingang in die moderne Kunst: Das Bild „Related to: The Homology (Cohomology) Sequence of a Pair (X,A)“ aus dem Jahr 2001 von Bernar Venet



1. Bielefeld-Paderborn-Representation Theory Workshop



Kipptheorie verbindet Algebraische Geometrie und Darstellungstheorie

# Geometrie von Darstellungen und Singularitäten

Prof. Dr. Helmut Lenzing

„Verbinden, was zusammengehört“

Die Darstellungstheorie endlichdimensionaler Algebren ist voller Probleme von geometrischem Charakter. Eine typische Frage ist die Parametrisierung, d. h. die sinnvolle Auflistung großer, im Allgemeinen unendlicher Familien von unzerlegbaren Darstellungen. Die auftretenden Parameterbereiche haben oftmals eine natürliche geometrische Struktur, deren Kenntnis Ordnung in das ursprüngliche Chaos bringt. Interessanterweise treten dabei neue, so genannte nichtkommutative, Geometrien auf.

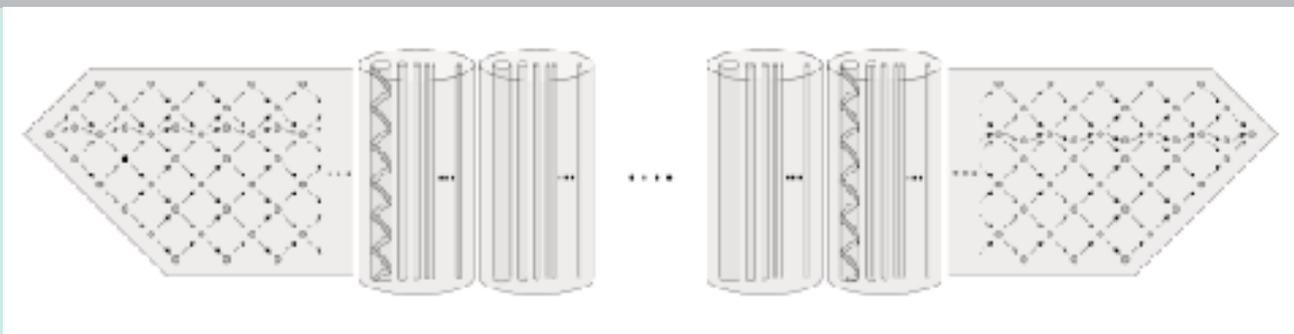
Dieselben stehen in der Regel im Zusammenhang mit Singularitäten, die ihrerseits den Kontakt zu vielen mathematischen Disziplinen herstellen. Sehr befriedigende Erkenntnisse ergeben sich, falls die Darstellungstheorien zahm sind, damit eine explizite Beschreibung zulassen. Besonders dankbar und anwendungsreich ist die Behandlung des tubularen Falls, der zu den elliptischen Singularitäten korrespondiert.

**Prof. Dr. Helmut Lenzing**

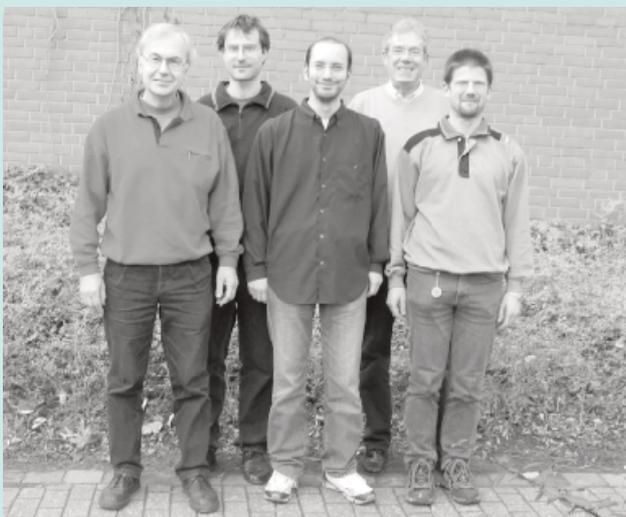
1964 Promotion an der Freien Universität Berlin. 1965 bis 1968 erst Assistent und von 1968 bis 1969 Oberassistent am Mathematischen Institut der Freien Universität Berlin. 1969 bis 1970 Oberassistent an der Universität Bielefeld und 1970 dort auch Habilitation. 1970 bis 1972 Wiss. Rat und Professor an der Universität Bielefeld. Seit 1972 Professor an der Universität Paderborn.

<http://www-math.uni-paderborn.de/~helmut>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ALGEBRA UND ZAHLENTHEORIE  
73



Der Auslander-Reiten-Köcher einer tubularen Algebra



Arbeitsgruppe

# Arithmetische Geometrie

Prof. Dr. Torsten Wedhorn

„Strukturen erkennen in Algebra, Geometrie und Zahlentheorie“

Arithmetische Geometrie beschäftigt sich mit der Untersuchung zahlentheoretischer Probleme mithilfe geometrischer Methoden. Sie liegt daher an der Schnittstelle zwischen Algebra, Geometrie und Zahlentheorie. Entsprechend vielseitig sind die verwendeten Methoden und die Möglichkeiten der Anwendung dieser Methoden in der Mathematik und darüber hinaus. In dieser Arbeitsgruppe werden bevorzugt Fragestellungen untersucht, bei denen Symmetrien eine große Rolle spielen.

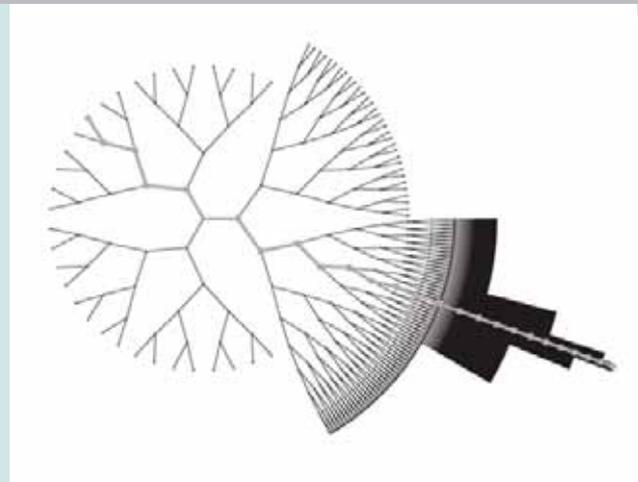
Insbesondere beschäftigt sie sich mit Aspekten der Langlands-Korrespondenz, die einen Zusammenhang zwischen der Galois-Gruppe der rationalen Zahlen (und damit zahlentheoretischen Fragestellungen), Modulräumen (und damit geometrischen Problemen) und automorphen Darstellungen (und damit Darstellungstheorie und Liegruppentheorie) herstellt. Dieses Teilgebiet der Arithmetischen Geometrie hat in den letzten Jahren faszinierende Resultate allererster mathematischer Güte hervorgebracht. Als Beispiele seien der Beweis der Fermatschen Vermutung durch A. Wiles und der Beweis der globalen Langlands-Korrespondenz in positiver Charakteristik durch L. Lafforgue genannt.

**Prof. Dr. Torsten Wedhorn**

promovierte im Jahr 1998 an der Universität zu Köln, und seine Dissertation wurde mit dem Universitätspreis der Universität zu Köln ausgezeichnet. Gastaufenthalte führten ihn als DAAD-Stipendiat für ein Jahr an das Massachusetts Institute for Technology (MIT) in Boston und für längere Zeit an das MSRI in Berkeley und das Institut Henri Poincaré (IHP) in Paris. Er habilitierte sich im Jahr 2004 an der Universität Bonn. Im Jahr 2006 trat er ein Heisenberg-Stipendium der DFG an. Wenig später erfolgte der W3-Ruf an die Universität Paderborn. Seit dem 1. Oktober 2006 ist er Professor für Algebra/Geometrie an der Universität Paderborn.

$$X^n + Y^n + Z^n = 0, \quad n \geq 3 \\ \Rightarrow XYZ = 0.$$

Der große Fermatsche Satz, vermutet von Pierre de Fermat im Jahr 1635, bewiesen von Andrew Wiles im Jahr 1995 (mit einem Beitrag von Richard Taylor).



Das Bruhat-Tits-Gebäude der  $SL_2(\mathbb{Q}_2)$

# Wissenschaftliches Rechnen

## Diskrete und kontinuierliche Mathematik, anwendungsorientiert

Das wissenschaftliche Rechnen hat das Ziel, Lösungsmethoden für komplexe rechnerische Problemstellungen zu finden, zu implementieren und auf ihre Anwendbarkeit hin zu untersuchen. Entsprechende Software wird heute weltweit sowohl im industriellen als auch im akademischen Bereich eingesetzt. Man kann grob zwei Forschungsrichtungen unterscheiden: die Entwicklung mathematischer Grundlagen, auf deren Basis die zugänglichen Fragestellungen erweitert werden, sowie das Design noch effizienterer Algorithmen für bereits behandelbare Probleme. An der

Universität Paderborn werden insbesondere die folgenden Aspekte im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet.

Viele technische Systeme sind so komplex, dass ihre mathematische Behandlung nur noch mithilfe numerischer Verfahren gelingt. Ziel ist dabei häufig, Einstellungen des Systems hinsichtlich bestimmter Zielgrößen zu optimieren oder Eigenschaften zeitlich veränderlicher Prozesse vorherzusagen.

Diskrete Optimierung ist das Forschungsgebiet, in dem Methoden zur Berechnung von optimalen Entscheidungen aus einer

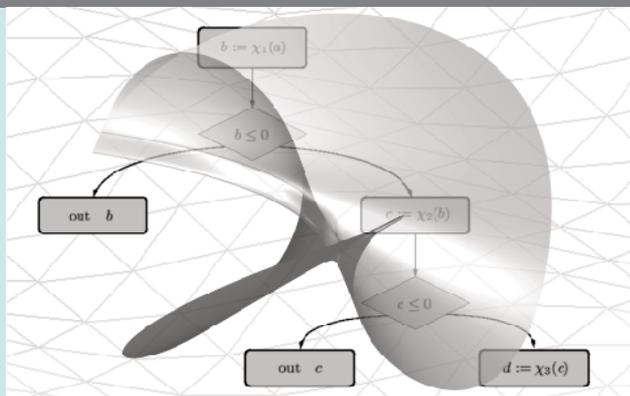
Vielzahl von endlichen Alternativen entwickelt werden. Industrielle Anwendungen dieses Forschungsgebietes sind allgegenwärtig und vor allem in Bereichen wie Logistik, Planung und Finanzwirtschaft zu finden. Effiziente Optimierungsmethoden sind heutzutage nicht selten der entscheidende Wettbewerbsvorteil. Das Ziel der Komplexitätstheorie besteht darin, den Aufwand zur algorithmischen Lösung von Berechnungsproblemen zu ermitteln. Dies beinhaltet die Entwicklung und die Analyse effizienter Algorithmen und zum Beispiel die Frage, ob diese überhaupt noch verbessert werden können.

### Mitglieder des Fachgebiets (v. l. n. r.)

Prof. Dr. Peter Bürgisser

Prof. Dr. Michael Dellnitz

Prof. Dr. Friedrich Eisenbrand



Berechnungskomplexität von geometrischen und topologischen Größen



Optimales Packen von Einheitsquadraten in Hohlräumen am Beispiel eines Kofferraumes



Darwin: Ein Verbund von Raumfahrzeugen wird im Formationsflug im All platziert, um Planeten in anderen Sonnensystemen zu finden. Im Rahmen des SFB 376 entwickeln wir Methoden zum Design energieeffizienter Flugbahnen für den Verbund. (Bild: European Space Agency).

# Algebraische Komplexitätstheorie

Prof. Dr. Peter Bürgisser

„Optimalität durch effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie“

Die algebraische Komplexitätstheorie ist ein interdisziplinäres Gebiet zwischen Mathematik und Informatik, das sich einem weiten Spektrum mathematischer Methoden bedient, reichend von Kombinatorik bis hin zu Topologie und algebraischer Geometrie.

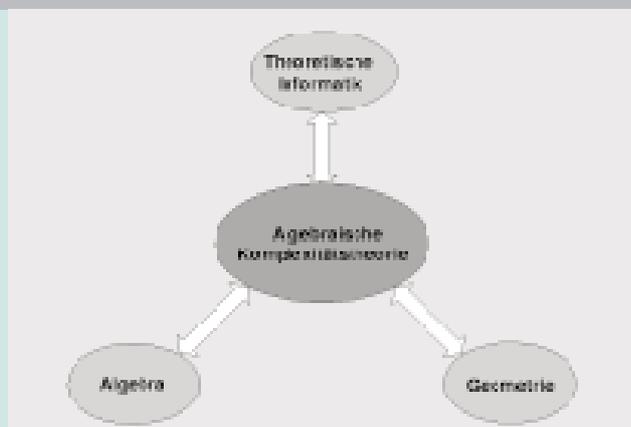
Das Ziel ist es, ein besseres Verständnis der Komplexität grundlegender algebraisch-geometrischer Berechnungsprobleme zu gewinnen. Die beiden komplementären Aspekte des Gebietes sind einerseits die Suche nach schnelleren Algorithmen und andererseits der Beweis unterer Komplexitätsschranken. Letzteres geschieht zum Beispiel durch die Klassifikation von Problemen nach ihrer Schwierigkeit mittels Komplexitätsklassen.

Ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die systematische Untersuchung der Berechnungskomplexität fundamentaler topologischer Größen im Kontext der semialgebraischen Geometrie, wie z.B. der Euler-Poincaré-Charakteristik, der Anzahl Zusammenhangskomponenten oder der Betti-Zahlen.

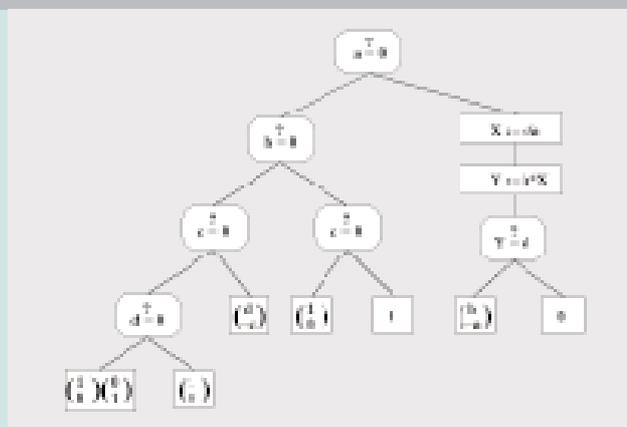
Ein neuer Forschungsschwerpunkt ist die geglättete Analyse von Konditionszahlen. Dabei geht es um die statistische Laufzeitanalyse von numerischen Algorithmen bei kleinen zufälligen Perturbationen der Eingabe. Letzteres hat Anwendung in der Optimierung und bei der numerischen Lösung polynomialer Gleichungssysteme.

Prof. Dr. Peter Bürgisser

studierte in Zürich und Konstanz und promovierte 1990 an der Universität Konstanz bei Professor Strassen. Nach Forschungsaufenthalten in Berkeley und Bonn und einer mehrjährigen Tätigkeit als Oberassistent an der Universität Zürich habilitierte er sich 2000 an der Universität Zürich für das Fach Mathematik. Im selben Jahr folgte er einem Ruf auf eine Professur für Mathematik an die Universität Paderborn. Prof. Bürgisser ist Autor zweier Monographien im Bereich der algebraischen Komplexitätstheorie.



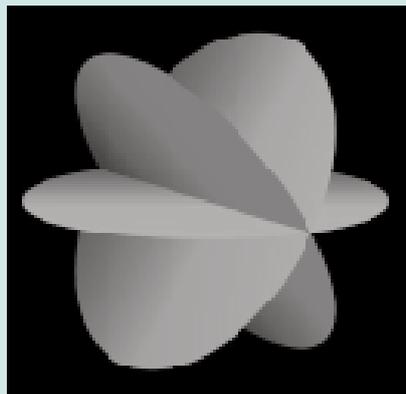
Einordnung der Algebraischen Komplexitätstheorie



Berechnungsbaum als algorithmisches Modell



Klassifizierung von Problemen mittels Komplexitätsklassen



Entscheidungskomplexität geometrischer Objekte

# Angewandte Mathematik – Numerische Mathematik und Dynamische Systeme

**Prof. Dr. Michael Dellnitz**

„Effiziente Algorithmen für reale Probleme“

Durch ständige Weiterentwicklungen in Industrie und Technik ergibt sich eine Fülle von Problemstellungen, die nur mithilfe neuer mathematischer Methoden gelöst werden können. Dies gilt insbesondere im Bereich der Optimierung technischer Systeme sowie der mathematischen Modellierung und der computergestützten Analyse zeitlich veränderlicher Prozesse.

Im Mittelpunkt der Forschung des Lehrstuhls für Angewandte Mathematik steht daher die Entwicklung effizienter Algorithmen zur numerischen Behandlung von Dynamischen Systemen und Optimierungsproblemen.

Zentrale Themen sind u.a. Mehrzieloptimierung in der Fahrzeugtechnik, dynamische Systeme und Optimierung in industriellen Anwendungen und numerische Astrodynamik. Entsprechende Verfahren sind in die Software-Pakete GAIO (Global Analysis of Invariant Objects) und GADS (Graph-Algorithmen für Dynamische Systeme) integriert. Die Bearbeitung der einzelnen Projekte erfolgt in enger interdisziplinärer Kooperation innerhalb der Hochschule sowie mit nationalen und internationalen Partnern aus Forschung und Industrie (z. B. California Institute of Technology, NASA, Hella KGaA, Hueck & Co.).

**Prof. Dr. Michael Dellnitz** ist Leiter des Lehrstuhls für Angewandte Mathematik und Dekan der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn. Er promovierte 1989 an der Universität Hamburg und habilitierte sich dort 1994. Ab 1995 war er als Professor für Angewandte Mathematik an der Universität Bayreuth tätig. Außerdem war er von 1994 bis 1998 Fellow des Konrad-Zuse-Zentrums für Informationstechnik Berlin. 1996 wurde ihm ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligt. 1998 wechselte er an die Universität Paderborn. Er ist Vorsitzender des Paderborn Institute for Scientific Computation, Sprecher des DFG-Graduiertenkollegs 693 „Anwendungsorientierte Modellierung und Algorithmenentwicklung“ und Leiter des Instituts für Industriemathematik (IFIM) der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik.

<http://www.upb.de/math/~agdellnitz>

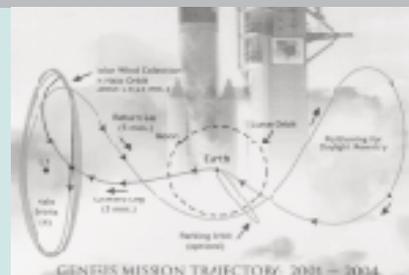
INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
WISSENSCHAFTLICHES RECHNEN  
77



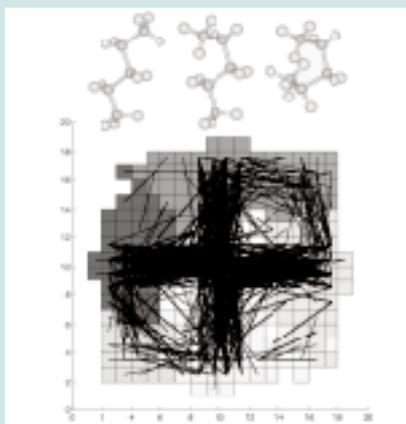
Globale statistische Analyse von Systemen mit komplizierter Dynamik



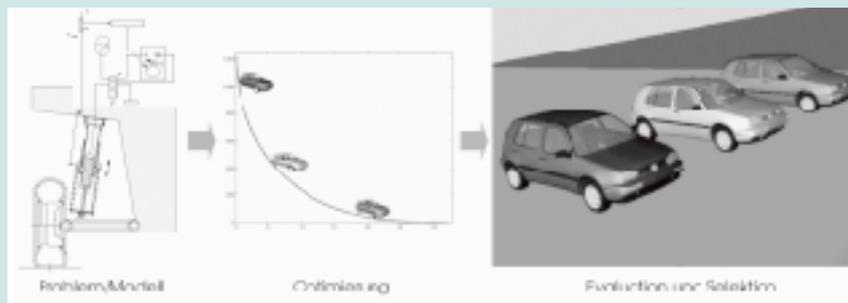
Einige Kooperationspartner des Lehrstuhls



Berechnung energieeffizienter Flugbahnen für Raumfahrtmissionen



Analyse der makroskopischen Dynamik mit graphbasierten Methoden zur Bestimmung der wesentlichen Konformationen von Molekülen



Arbeitsschritte bei der Mehrzieloptimierung für ein aktives Federbein

# Diskrete Optimierung

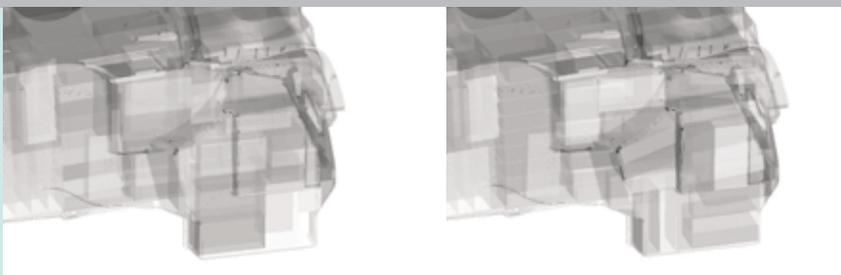
**Prof. Dr. Friedrich Eisenbrand**

„Effiziente Methoden für mathematische und industrielle Optimierungsprobleme“

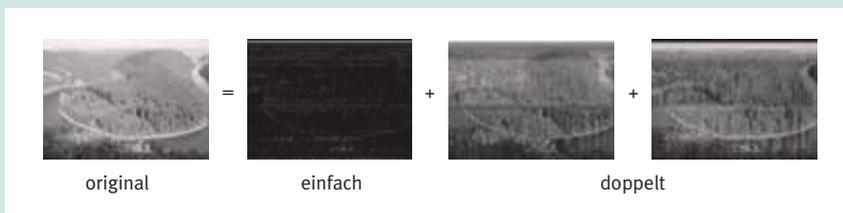
Diskrete Optimierung ist das Forschungsgebiet, in dem Methoden zur Berechnung von optimalen Entscheidungen aus einer Vielzahl von endlichen Alternativen entwickelt werden. Ein anschauliches Beispiel eines diskreten Optimierungsproblems ist die Erstellung eines Schichtplanes für ein Krankenhaus. Ziel ist es, hier allzeit genügend Fachpersonal zur Verfügung zu haben, um den reibungslosen Betrieb des Krankenhauses zu gewährleisten. Der Schichtplan sollte dabei jedoch den kleinstmöglichen Bedarf an Personal fordern. Man kann sich leicht überlegen, dass die Anzahl der alternativen Schichtpläne sehr groß ist. Optimierungsprobleme dieser Art sind für den Computer schwer zu lösen, weil die Anzahl der Alternativen selbst für

moderne Hochleistungsrechner viel zu groß ist, um alle miteinander zu vergleichen. Schwierige Optimierungsprobleme dennoch zu lösen oder zumindest beweisbar gute Annäherungen an das Optimum zu finden, ist eine Herausforderung an die algorithmische Mathematik, der wir uns in unserer Arbeitsgruppe stellen. Wir betreiben zum einen mathematische Grundlagenforschung im Bereich der diskreten Optimierung. Zum anderen entwickeln wir effiziente Software zum Lösen schwieriger industrieller Optimierungsprobleme in Kooperation mit Unternehmen. Industrielle Anwendungen dieses Forschungsgebietes sind allgegenwärtig und Optimierung ist heutzutage nicht selten der entscheidende Wettbewerbsvorteil.

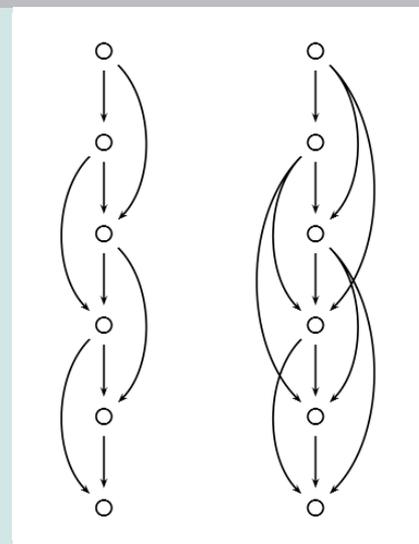
**Prof. Dr. Friedrich Eisenbrand** promovierte im Jahr 2000 an der Universität des Saarlandes im Fach Informatik und habilitierte sich dort im Jahr 2003. Von 2001 bis 2005 war Prof. Eisenbrand der Leiter der selbstständigen Nachwuchsgruppe Diskrete Optimierung am Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken. Von 2005 bis 2006 war er W2-Professor für theoretische Informatik in Dortmund. Im Jahr 2006 folgten W3-Rufe an die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und die Universität Paderborn. Seit dem 1. Oktober 2006 ist er Professor für algorithmische Mathematik an der Universität Paderborn. Im Jahr 2004 erhielt er den Maier-Leibnitz Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft.



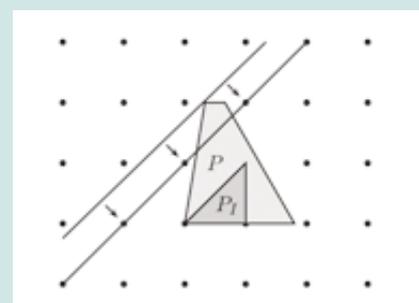
Packungsprobleme im Fahrzeugbau



Optimale Bildzerlegung für OLED-Displays



Displaygraph zur Bildzerlegung



Eine Schnittebene eines ganzzahligen Polynoms

# Angewandte Mathematik und Stochastik

Unter der heute fast historischen Bezeichnung versteckt sich ein breites Spektrum wissenschaftlicher Interessen und eigenständiger Disziplinen wie Numerik und Stochastik, die eigene Theorien entwickeln und anwenden. Dazu gehört auch die informatiknahe Untersuchung von Softwaresystemen. In der Numerik werden mathematische Probleme rechnerisch gelöst. Die Stochastik beschreibt zufällige Phänomene mit wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Methoden.

Es werden insbesondere die folgenden Themen behandelt:

- Numerische Software, insbesondere Problemlöseumgebungen
- Stochastische Prozesse, ihre Statistik und Anwendungen
- Zufällige und nichtautonome dynamische Systeme

Eine Problemlöseumgebung enthält neben Programmen zur Lösung numerischer Probleme elektronische Dokumente und andere themenbezogene Werkzeuge unter einer einheitlichen Oberfläche. Stochastische Prozesse sind Abläufe, in denen der Zufall eine Rolle spielt. Zahl-

reiche Modelle solcher Prozesse haben sich in der Technik und der Ökonomie bewährt. Bei ihrer Untersuchung müssen Parameter oft aus Beobachtungen geschätzt werden. Wir beschäftigen uns u. a. mit der Entwicklung von Schätzern mit möglichst guten Eigenschaften. Eine weitere Möglichkeit, zufällige Abläufe zu analysieren, bietet die Theorie der zufälligen dynamischen Systeme. Die Theorie beschreibt z. B., wie sich das qualitative Verhalten eines zufälligen Prozesses ändert, wenn gewisse Kontrollparameter variieren, oder auch das Langzeitverhalten dieser Prozesse.

## Mitglieder des Fachgebiets (v. l. n. r.)

Prof. Dr. Hans M. Dietz  
 Prof. Dr. Norbert Köckler  
 Prof. Dr. Björn Schmalfuß



Christiaan Huygens  
 (14.4.1629–8.7.1695)  
 Huygens' Schrift „De ratiociniis in aleae ludo“ (1656) gilt als erstes Buch über Wahrscheinlichkeitsrechnung.

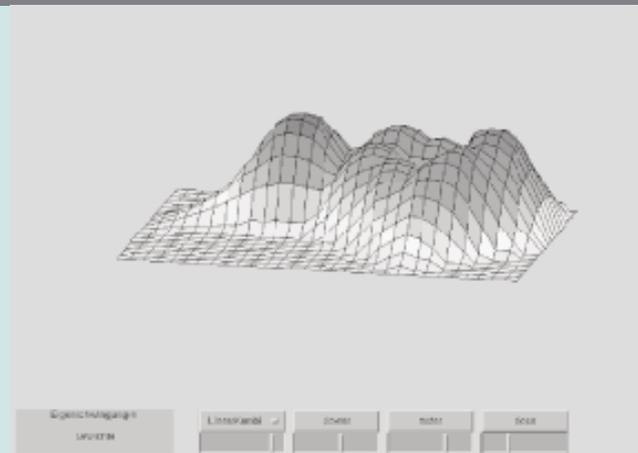


Wilhelm Martin Kutta  
 (3.11.1867–25.12.1944)

Mit ihren Beiträgen zur numerischen Auflösung von Differenzialgleichungen und näherungsweise Integration totaler Differenzialgleichungen begann zwischen 1895 und 1905 die moderne numerische Mathematik.



Carle David Tolmé Runge  
 (30.8.1856–3.1.1927)



Überlagerte Schwingungen als Animation im pdf-Dokument



Kiyosi Ito  
 \* 7.9.1915  
 „... ist einer der Begründer der stochastischen Analysis.“

# Stochastik

Prof. Dr. Hans M. Dietz

„Stochastische Prozesse, ihre Statistik und Anwendungen“

Die Stochastik als mathematische Theorie der Zufallserscheinungen liefert mathematische Werkzeuge, deren Anwendungen sich heute in nahezu allen gesellschaftlichen Bereichen finden. Zeitabhängige zufällige Abläufe, wie sie in der Realität als Börsenkurse, Warteschlangen etc. zu beobachten sind, werden als „stochastische Prozesse“ mathematisch modelliert und untersucht.

Eine wichtige Klasse stochastischer Prozesse wird durch stochastische Differenzialgleichungen beschrieben. Diese enthalten typischerweise Parameter, die im konkreten Anwendungsfall anhand von Beobachtungen des Prozessverlaufes geschätzt werden müssen.

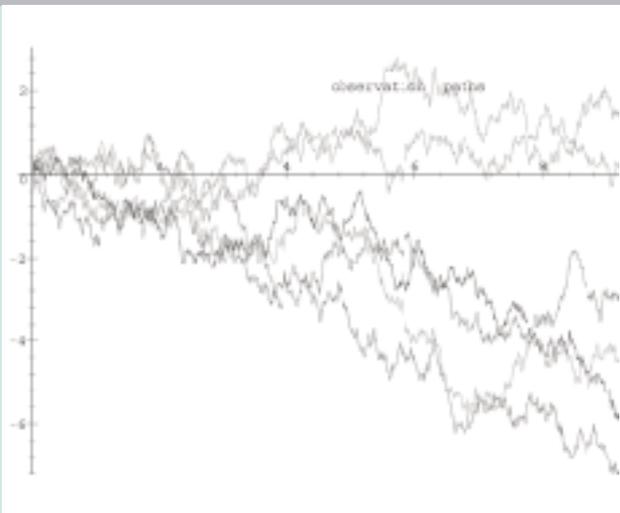
Die Forschungsaktivitäten zielen einerseits auf den theoretischen Vergleich bekannter und die Entwicklung neuer statistischer Schätzverfahren mit möglichst guten asymptotischen Eigenschaften, andererseits auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse über das Verhalten statistischer Prozeduren anhand von Simulationsstudien.

Darüber hinaus werden stochastische Modelle für Prozesse mit wirtschaftlichem Hintergrund untersucht.

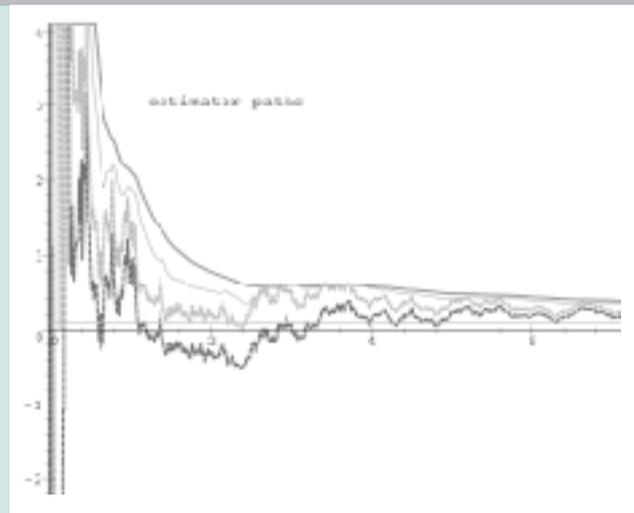
**Prof. Dr. Hans M. Dietz**

ist Professor für Mathematik in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn. Er studierte Mathematik an der Technischen Universität Dresden und promovierte dort 1979 über Markovsche Entscheidungsprozesse.

Nach einigen Jahren industrieller Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in der Nachrichtentechnik und der Verkehrssteuerung widmete er sich seit 1985 an der Berliner Humboldt-Universität (seit 1992 dann am Berliner Institut für Angewandte Analysis und Stochastik) zufälligen Prozessen und ihrer Statistik. 1993 wurde er als Universitätsprofessor an die Universität Paderborn berufen.



Statistische Beobachtungen (Ornstein-Uhlenbeck-Prozess)



Konvergenzverhalten verschiedener Parameterschätzer

$$\tilde{\theta}_T := \frac{\int_0^T (X_t - X_0) A_t dt}{\int_0^T A_t^2 dt} \mathbf{1}_{\{\int_0^T A_t^2 dt > 0\}}$$

Ein Minimum-Distanz-Schätzer

# Numerische Mathematik

Prof. Dr. Norbert Köckler

„Ein elektronisches Buch zur numerischen Mathematik“

Vor etwas mehr als zehn Jahren haben wir das erste elektronische Buch in unserem Fachgebiet entwickelt. Es baute auf einem selbst entwickelten Hypertext-System auf und war in eine grafische Benutzeroberfläche als Problemlöseumgebung eingebunden. Heute verfolgen wir das gleiche Ziel mit neuen Methoden.

Im Dezember 2006 ist die 6. Auflage des Lehrbuchs „Numerische Mathematik“ im Teubner-Verlag erschienen, das in Zusammenarbeit mit dem Kollegen H.R. Schwarz (Zürich) als Folgeband und Weiterentwicklung seiner gleichnamigen Monographie erarbeitet wurde. Zeitgleich erscheint eine neue elektronische Version, die ein Paket numerischer Programme sowie multimediale Anwendungen einbindet. So wird die Lösung der Basisprobleme der Numerik via Internet ermöglicht, es werden numerische Konzepte anschaulich vermittelt, schließlich kann das elektronische Lehrbuch aktuellen Entwicklungen flexibel folgen.

In 2006 wurde diese Problemlöseumgebung um Masken zur numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen erweitert.

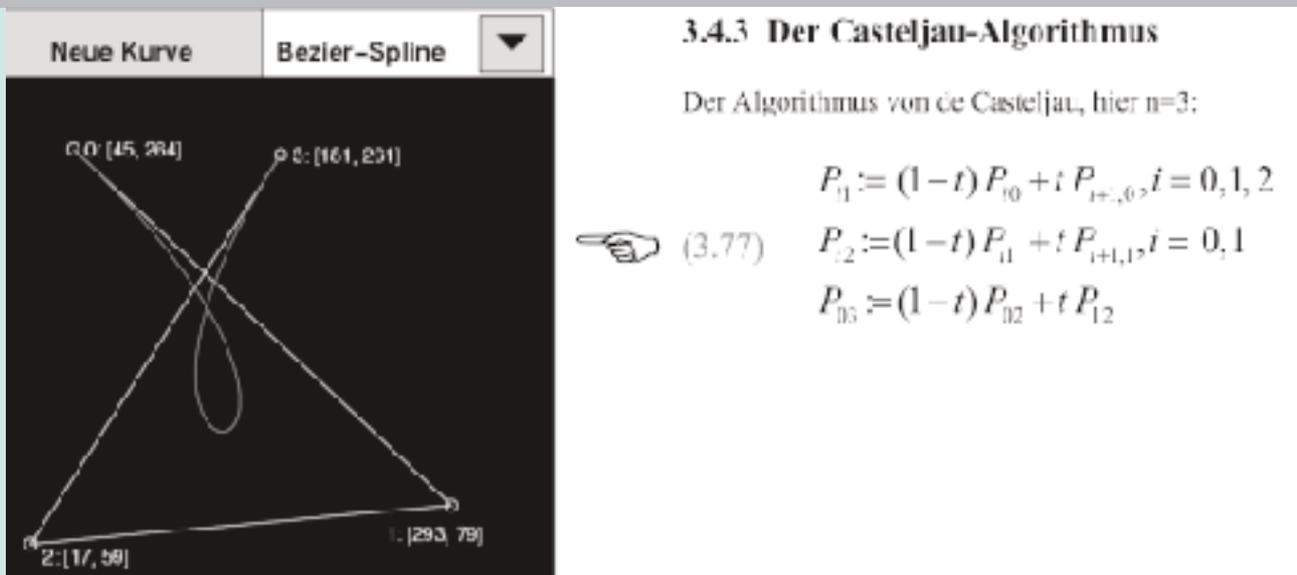
**Prof. Dr. Norbert Köckler**

ist seit 1978 als Universitätsprofessor an der Universität Paderborn tätig. Nach seiner Promotion 1975 hat er drei Jahre in der Industrie große Softwaresysteme zur Konstruktion von feuerfesten Bauwerken in erdbeben- und windgefährdeten Regionen entwickelt.

Da seine wissenschaftlichen Interessen überwiegend in der Anwendung numerischer Methoden liegen, hat Prof. Köckler regelmäßig regionale und überregionale Industrie-Unternehmen (Lödige, Hella, Karrena, DaimlerChrysler) sowie Kollegen aus den technischen und naturwissenschaftlichen Bereichen unserer Hochschule bei numerischen Fragestellungen beraten. Darüber hinaus arbeitet er in den Gebieten „Parallele Numerik“, „Gittererzeugung“ und „Numerische Software“.

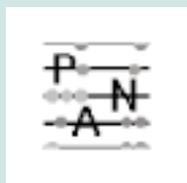
<http://www.upb.de/math/~norbert/>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ANGEWANDTE MATHEMATIK UND STOCHASTIK  
81



The screenshot shows a web interface for a Bezier spline application. On the left, a window titled "Neue Kurve" contains a "Bezier-Spline" section with a dropdown arrow. Below it, a black canvas displays a white Bezier curve with four control points labeled P0, P1, P2, and P3. P0 is at [45, 284], P1 at [161, 231], P2 at [17, 58], and P3 at [293, 79]. On the right, the text "3.4.3 Der Casteljau-Algorithmus" is followed by "Der Algorithmus von de Casteljau, hier n=3:". Below this, three equations are listed, with a hand icon pointing to the first one: 
$$P_{i,1} := (1-t)P_{i0} + tP_{i+1,0}, i = 0, 1, 2$$
$$P_{i,2} := (1-t)P_{i1} + tP_{i+1,1}, i = 0, 1$$
$$P_{i3} := (1-t)P_{i2} + tP_{i3}$$

Elektronisches Buch und Internet-Browser mit Anwendung



PAN – Eine Problemlöseumgebung für Algorithmen der Numerik

# Stochastik

**Prof. Dr. Björn Schmalfuß**

„Zufällige und nichtautonome dynamische Systeme“

Das Forschungsgebiet im Grenzbereich zwischen Stochastik und Analysis beinhaltet die Analyse von dynamischen Systemen unter nichtautonomen oder zufälligen Einflüssen. Diese Systeme werden durch gewöhnliche oder partielle Differenzialgleichungen unter zufälligen Einflüssen, wie zum Beispiel unter Einfluss von weißem Rauschen, definiert.

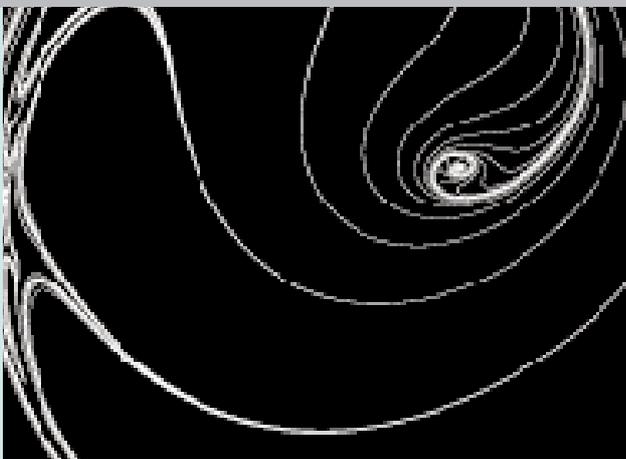
Das wesentliche Verhalten dieser Systeme kann durch sehr komplexe zufällige Mannigfaltigkeiten oder Attraktoren beschrieben werden. Abschätzungen der Hausdorff-Dimension dieser Mengen erlauben, Aussagen über die Freiheitsgrade dieser Systeme zu treffen. Anwendungen gibt es zum Beispiel in der Filtertheorie, in der modernen Finanzmathematik oder bei der Analyse von nichtlinearen zufälligen Schwingungsgleichungen.

**Prof. Dr. Björn Schmalfuß**

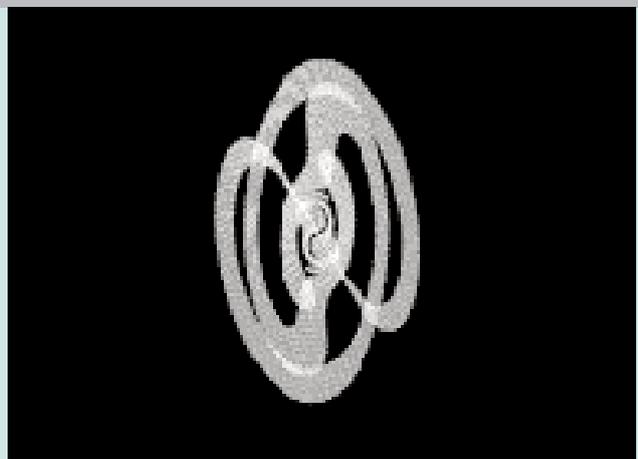
promovierte 1986 an der TH Merseburg, Habilitation (Stochastik) 1993 an der TH Merseburg und Habilitation (Mathematik) 1995 an der Universität Bremen. Wissenschaftlicher Mitarbeiter/Privatdozent an der Universität Bremen.

Von 1996 bis 2004 Professor an der FH Merseburg.

Ab 2004 Professor an der Universität Paderborn.



Invariante Mannigfaltigkeit einer nichtlinearen Schwingungsgleichung, die das Kenterverhalten von Schiffen beschreibt.



Attraktor des zufälligen Lorenz-Systems

# Analysis

## Kontinuierliche Mathematik, grundlagenorientiert

Die für die Analysis wichtigsten Begriffe sind Grenzwerte und Stetigkeit. In der Analysis wird der Umgang mit dem Unendlichen präzise gemacht (u.a. auch der Umgang mit „unendlich großen“ oder „unendlich kleinen“ Größen). Gottfried Wilhelm von Leibniz in Deutschland und Sir Isaac Newton in England führten im 17. Jahrhundert die Differenzial- und Integralrechnung ein. Der Kalkül damit war bald klar, aber es dauerte längere Zeit, bis die theoretischen Grundlagen voll verstanden wurden. Im 20. und 21.

Jahrhundert forschte und forscht man in der Analysis sogar in unendlichdimensionalen Funktionenräumen. In der Lehre ist die Analysis heutzutage eines der wichtigsten Fächer der Mathematik, das die Studierenden von den allerersten Anfängervorlesungen im Grundstudium bis hin zu fortgeschrittenen Vorlesungen im Hauptstudium begleitet. Für die Anwendungen mit gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Integralgleichungen und in der Variationsrechnung sind gute Kennt-

nisse in Analysis unverzichtbar, und auch Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften kommen ohne solide Grundlagen in der Analysis nicht aus.

### Mitglieder des Fachgebiets (v. l. n. r.)

Prof. Dr. Klaus D. Bierstedt  
Prof. Dr. Sönke Hansen  
Prof. Dr. Joachim Hilgert  
apl. Prof. Dr. Wolfgang Lusky



INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ANALYSIS  
83



### Komplexe Funktionentheorie

Einer der herausragenden Fachvertreter dieses Gebietes war Karl Weierstraß (1815-1897), der in Paderborn Abitur machte und nach dem der jährlich vergebene Preis für herausragende Lehre in Mathematik und Informatik an der Universität Paderborn benannt ist. Die Riemannsche Vermutung aus der Funktionentheorie ist eines der wichtigsten offenen Probleme der Mathematik, auf dessen Lösung ein Preis von einer Million Dollar ausgesetzt ist.



### Geometrie der Banachräume

Der Pole Stefan Banach (1892-1945) war der Begründer dieser Theorie. In Lemberg diskutierte er mit seinen Kollegen im Schottischen Café; die offenen Probleme wurden im Schottischen Buch notiert. Die meisten dieser Probleme sind mittlerweile gelöst. Forschung in der Banachraumtheorie hat aber weiterhin einen hohen Stellenwert. So wurden in den 1990er-Jahren einige Fachvertreter mit der Fields-Medaille, dem mathematischen Nobelpreis, ausgezeichnet.



### Distributionstheorie

Der Franzose Laurent Schwartz (1915-2002), Fields-Medaillist von 1950, war der Begründer der Distributionstheorie, einer weitgehenden Erweiterung der Differenzial- und Integralrechnung mit vielfachen Anwendungen, die den Kalkül von Physikern wie Heaviside und Dirac auf solide mathematische Grundlagen stellte. Sein Schüler Grothendieck benannte Schwartzräume und die sog. nuklearen Räume nach Schwartzs Satz vom Kern.



### Lie-Theorie

Der Norweger Sophus Lie (1842-1899) war ein Geometer, der seine Theorie der kontinuierlichen Gruppen als Analogon der Galoisstheorie für Differenzialgleichungen begründete. Später stellte sich heraus, dass die durch seine Gruppen beschriebenen kontinuierlichen Symmetrien sehr viel breitere Anwendungsmöglichkeiten haben. Heutzutage sind sie aus der Differenzialgeometrie, der Harmonischen Analyse und der mathematischen Physik nicht mehr wegzudenken. Es gibt aber auch viele Querverbindungen zur Algebra.

# Analysis, insbesondere Funktionalanalysis

**Prof. Dr. Klaus D. Bierstedt**

„Abstrakte Frécheträume und konkrete Räume holomorpher Funktionen“

Die Funktionalanalysis entstand in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Sie befasst sich mit unendlichdimensionalen Räumen und Operatoren auf solchen. Anwendungen gibt es u.a. auf (partielle) Differenzialgleichungen, Approximationstheorie und Quantenmechanik. Das Forschungsgebiet der Arbeitsgruppe (KDB, B. Ernst, E. Wolf) liegt an der Schnittstelle zur Komplexen Analysis. Im Jahr 2003 wurde in der Theorie der Frécheträume erstmals die stürmische Entwicklung systematisch zusammengefasst, die nach den ersten Gegenbeispielen zu Grothendiecks

„problème des topologies“ begonnen hatte. Bei Räumen holomorpher Funktionen mit Gewichtsbedingungen wurde z.B. untersucht, wann sich induktive Limes-Topologien durch gewichtete sup-Halbnormen erzeugen lassen. Diese Frage ist wichtig für Anwendungen im Sinne von Ehrenpreis’ Theorie der analytisch uniformen Räume. Hier wurde in Zusammenarbeit mit Prof. J. Bonet (TU Valencia, Spanien) ein sehr allgemeines positives Resultat für Funktionen auf dem Einheitskreis bewiesen. Die dabei hergeleitete Methode, basierend auf einer Technik von W. Lusky bei Banachräumen, erwies sich auch für andere Fragestellungen als erfolgreich. Weiter wurden Frécheträume holomorpher Funktionen behandelt.

**Prof. Dr. Klaus D. Bierstedt**

promovierte 1971 in Mainz und habilitierte sich in Kaiserslautern, bevor er 1974 als o. Prof. für Mathematik nach Paderborn kam. 1983 bis 1990 war er Mitglied des Präsidiums der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. Z.Zt. ist er stellv. Vors. im Wiss. Beirat des Fachinformationszentrums Karlsruhe. B. ist korrespondierendes Mitglied der königlichen Akademien von Liège (Belgien) und Madrid (Spanien). Längere Gastaufenthalte waren in College Park, MD, und Fayetteville, AR, USA, Campinas und Rio de Janeiro, Brasilien, sowie an der TU Valencia, Spanien, mit der eine lange erfolgreiche Kooperation gepflegt wird. B. ist Mitherausgeber der Buchreihe „Math. Leitfäden“ (Teubner-Verlag) und Mitglied im „Advisory Board“ der „Math. Nachr.“. Er hat viele internationale Tagungen mit organisiert, ist Autor von mehr als 50 wiss. Artikeln und hat sechs Proceedings-Bände mit herausgegeben.



Klaus D. Bierstedt

$$\forall (\lambda_j) \in (0, \infty) \forall n \exists U \in \mathcal{M}(E) \exists m > n : B_m \cap U \in \mathcal{T} \left( \bigcup_{j=1}^m \lambda_j B_j \right)$$

(DDC) für (DF)-Raum E mit Basis  $(B_n)_n$  beschränkter Mengen (B., Bonet 1988)

$$H_n f(z) := \sum_{k=0}^{2^n} a_k z^k + \sum_{k=2^{n+1}}^{2^{n+1}+1} \frac{2^{n+1}}{2^k} a_k z^k$$

Faltung mit dem De-la-Vallée-Poussin-Kern



José Bonet, Valencia



Tagung in Han-sur-Lesse, Belgien



City of Arts and Sciences, Valencia, Spanien

# Mikrolokale Analysis

Prof. Dr. Sönke Hansen

„Wellenausbreitung und Inverse Probleme“

Bei der Untersuchung partieller Differentialgleichungen benutzt man seit langer Zeit unterschiedliche Hilfsmittel wie die Fourier-Transformation, Integraloperatoren, a priori-Abschätzungen in Sobolew-Räumen, die Charakteristikenmethode. Vor etwa 35 Jahren entstand die mikrolokale Analysis, die mit einer neuen Sichtweise diese Techniken und die symplektische Geometrie miteinander verband und weiterentwickelte. Sie hat seitdem die Theorie linearer partieller Differentialgleichungen revolutioniert. Besonders wichtige Resultate sind Sätze über die Fortpflanzung

von Singularitäten in Lösungen von Wellengleichungen. Diese gehen weit über entsprechende Ergebnisse der Methode der geometrischen Optik hinaus. Es geht dabei um die geometrische Asymptotik hochfrequenter Wellen und ihre Beschreibung durch Wellenfronten, Strahlen und Amplituden. Die mikrolokale Analysis kann Phänomene wie Kustiken und Oberflächenwellen auf natürliche Weise sehr gut behandeln. Die Arbeitsgruppe befasst sich mit der mikrolokalen Analysis hochfrequenter Wellen und der Anwendung ihrer Ergebnisse auf das Inverse Problem der Elastodynamik. Letzteres fragt, welche Rückschlüsse die Streudaten von Wellen auf die innere Struktur elastischer Medien erlauben.

**Prof. Dr. Sönke Hansen**

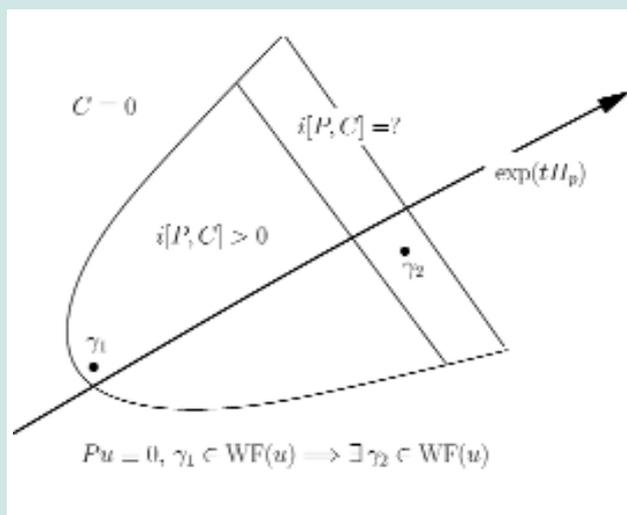
ist seit 1996 Professor für Mathematik an der Universität Paderborn. Er promovierte 1977 an der Universität Kiel bei Professor Wloka und habilitierte sich 1983 an der Universität-Gesamthochschule Paderborn für das Fach Mathematik. Er arbeitete von 1976 bis 1990 als Assistent und als Professor an der Universität-Gesamthochschule Paderborn, von 1991 bis 1995 in einer Computerfirma und von 1995 bis 1996 als Professor am Fachbereich Elektrotechnik der Fachhochschule Gelsenkirchen.

<http://www.upb.de/math/~soenke>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ANALYSIS  
85

$$WF(u) \subset WF(Pu) \cup Char P$$

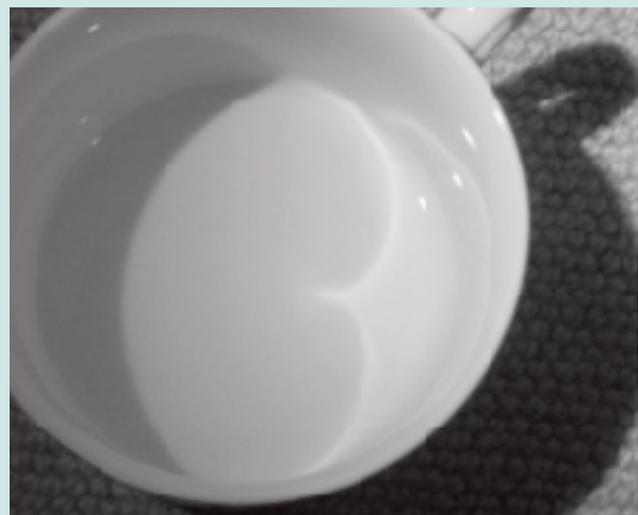
Mikrolokale elliptische Regularität



Fortpflanzung von Singularitäten nach der Methode positiver Kommutatoren

$$\mathcal{L}_H a + \{\bar{p}, p\} a/2 + i\bar{p}p^s a = 0$$

Eine auch in Kustiken gültige Transportgleichung für Amplituden



Lichtkustik in einer Tasse. Foto: H. Spiegel

# Lie-Theorie

**Prof. Dr. Joachim Hilgert**

„Geometrie und Analysis von Symmetrien“

Die klassische Lie-Theorie beschäftigt sich mit kontinuierlichen Symmetrien geometrischer Strukturen. Im Laufe der Zeit haben Lie-Theorie und benachbarte Gebiete wie Darstellungstheorie, Algebraische Geometrie, Dynamische Systeme, Harmonische Analysis und Zahlentheorie sich gegenseitig befruchtet. Heutzutage stehen Fragestellungen im Zentrum des Interesses, die sich aus der Wechselwirkung von Lie-Theorie mit anderen Strukturen ergeben. In dieser Arbeitsgruppe werden bevorzugt solche Fragestellungen untersucht, die beim Studium von physikalischen Systemen (klassisch oder quantenmechanisch)

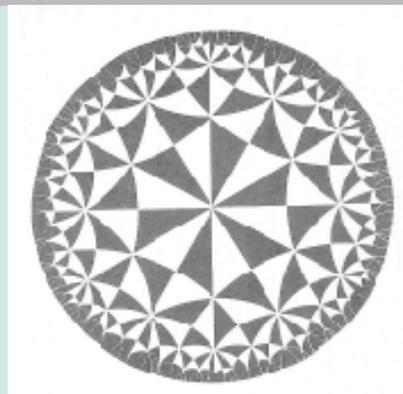
mit zusätzlichen Symmetrieeigenschaften auftauchen. Wichtige Schlagworte in diesem Kontext sind: Quantisierung, (Lokal-)Symmetrische Räume, Transferoperatoren, Quantenchaos. Die Arbeitsgruppe pflegt enge Verbindungen zu diversen Instituten im In- und Ausland. Insbesondere ist sie eingebunden in das europäische Netzwerk HARP (Harmonic Analysis and Related Problem) und gehört zu den Ausrichtern des zweimal jährlich in wechselnden Universitäten Mitteleuropas stattfindenden „Seminar Sophus Lie“. Sie ist Mitinitiator des von der DFG finanzierten Internationalen Graduiertenkollegs (Metz-Paderborn) „Geometrie und Analysis von Symmetrien“, das im Oktober 2005 seine Arbeit aufgenommen hat.

**Prof. Dr. Joachim Hilgert**

studierte von 1977 bis 1982 Mathematik in München und New Orleans. 1982 promovierte er an der Tulane University in New Orleans und habilitierte sich 1987 an der TH Darmstadt. Danach ging er an die Universität Erlangen und verbrachte das Jahr 1992/1993 als Heisenberg-Stipendiat an der University of Wisconsin in Madison, von wo er auf eine Professur an der TU Clausthal berufen wurde. Seit April 2004 ist er Professor für Mathematik am Institut für Mathematik der Universität Paderborn.



Mitglieder des Internationalen Graduiertenkollegs Metz-Paderborn



Fundamentalgabiete einer Fuchsschen Gruppe

$$\text{char}V(\lambda) = \frac{\sum_{w \in W} \varepsilon(w) e^{w(\lambda + \rho)}}{\sum_{w \in W} \varepsilon(w) e^{w\rho}}$$

Die Weylsche Charakterformel



Der Mathematiker  
Sophus Lie  
(1842–1899)

# Analysis, insbesondere Banachraumtheorie

apl. Prof. Dr. Wolfgang Lusky

„Geometrie abstrakter Banachräume und spezieller Funktionenräume“

Banachraumtheorie befasst sich mit der Analyse vollständiger normierter Vektorräume. Sie findet Anwendungen u. a. in der Theoretischen Physik, der Approximationstheorie, Operatortheorie und der Komplexen Analysis.

Die eigenen Forschungsaktivitäten umfassen u. a. die Analyse gewichteter Banachräume harmonischer und holomorpher Funktionen und linearer Operatoren auf diesen Räumen. Darüber hinaus werden Räume von Polynomen untersucht, deren Exponenten eine Müntzbedingung erfüllen (Müntzräume). Schließlich werden Testmethoden zur Existenz von Schauderbasisen in abstrakten Banachräumen erarbeitet und insbesondere auf die vorangehenden Klassen von Räumen angewendet.

apl. Prof. Dr. Wolfgang Lusky

promovierte 1974 in Paderborn und habilitierte sich ebenda im Jahre 1978. Seit 1978 ist er Dozent für Mathematik in Paderborn. 1984 erfolgte die Ernennung zum apl. Professor. Er hielt sich zu längeren Gastaufenthalten u. a. an der UC Berkeley (USA), an verschiedenen Universitäten in Israel und am Banach Center in Warschau (Polen) auf.

<http://math-www.uni-paderborn.de/~lusky>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
ANALYSIS  
87



Tagung „Spaces of holomorphic and smooth functions“, Bedlewo/Polen, April 2003

$$X \xrightarrow{S} \ell_p^m \xrightarrow{T} X, \quad R_m = R_{m-1} - T_m S_m, \quad R_m R_m = R_{\text{stab}(m, \mu)}, \quad m \neq n$$

Bedingung für die Existenz einer Schauderbasis im Banachraum X

$$H_V \sim l_\infty \quad \text{oder} \quad H_V \sim H_\infty$$

Alle Isomorphieklassen gewichteter Räume holomorpher Funktionen

# Didaktik der Mathematik

Die Forschungsschwerpunkte der Fachgruppe umfassen die folgenden Bereiche:

- Empirische Forschung von der Vor- bis zur Hochschule
- Entwicklung von Curricula, Arbeitsmaterialien, Unterrichtseinheiten und Schulbüchern
- Theoretische Analysen von Inhalten des Mathematikunterrichts und globalen didaktischen Fragen bis hin zu gesellschaftsbezogenen Themen
- Wirkung und Einfluss der neuen Medien für mathematikdidaktische Teilbereiche

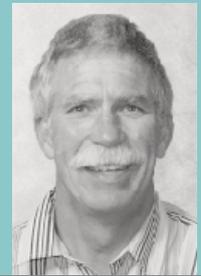
Mathematik ist ein Kernfach schulischer Bildung und damit auch der Lehrerbildung. Der Mathematikdidaktik kommt im Rahmen des Studiums eine integrierende Funktion zu: Im Verhältnis zur Fachwissenschaft zeigt sie sich u.a. darin, dass fachliche Inhalte, Entwicklungen und Methoden einer bildungstheoretischen Analyse unterworfen werden. Im Verhältnis zur Erziehungswissenschaft geht es darum, Theorieansätze und empirische Befunde etwa aus der allgemeinen Didaktik aufzugreifen und für fachbezogene Lernprozesse zu differenzieren.

Das Lehrangebot der Fachgruppe umfasst das fachdidaktische Spektrum aller Schulstufen und -formen und den überwiegenden Teil der fachlichen Ausbildung zukünftiger Grund-, Haupt- und Realschullehrer.

Der Erfolg äußert sich in kurzen Studienzeiten, sehr guten Absolventenquoten sowie einer hohen Anerkennung in den Studienseminaren. Dies wird erreicht durch Authentizität, enge Verzahnung einerseits mit der Forschung und andererseits mit Schulen der Region sowie intensive Betreuung, z.B. in Form des Mathe-Treffs.

## Mitglieder des Fachgebiets (v. l. n. r.)

- Prof. Dr. Peter Bender
- Prof. Dr. Martin Bruns
- Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens
- Prof. Dr. Hartmut Spiegel



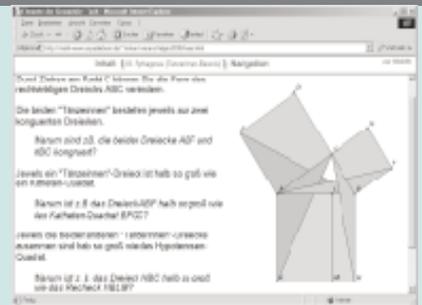
## Umgang mit Heterogenität

Der Arbeitsschwerpunkt unter der Leitung von Prof. Dr. H. Spiegel umfasst u.a. die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien. Entscheidendes Kriterium ist, dass sich die Materialien für die Förderung von Kindern unterschiedlichster Leistungsstärke eignen. Das 2006 erschienene „Umspannwerk“ (Spiel- und Arbeitskarten) wurde vor Erscheinen mit Kindern ab fünf Jahren ausgiebig erprobt. Das Bild zeigt ein Kindergartenkind bei der Arbeit mit der Erprobungsversion.



## Mathe-Treff

Hier handelt es sich um ein Tutorium im Rahmen des Projekts PAULA (Praxis + Austausch + Unterrichtsmedien in der Lehrer-Ausbildung) für Lehramtsstudierende im Fach Mathematik. Projektleiter ist Prof. Dr. H.-D. Rinkens. Orientierung und Beratung an den Schnittstellen des Studiums, praktische und soziale Erfahrungen für den späteren Beruf, Kontakte zur 2. Ausbildungsphase sind Ziele des Projekts. Das Projekt will die Eigentätigkeit der Studierenden und die positive Einstellung zum Fach Mathematik fördern.



## Wirkung einer multimedialen Lernumgebung auf das Mathematik-Lernen

Projekte unter der Leitung von Prof. Dr. Peter Bender:

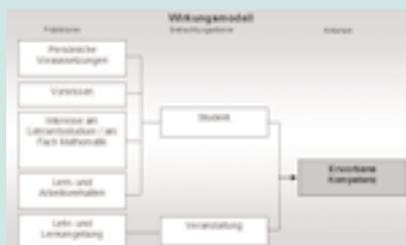
- Möglicher Beitrag des Computers zur Förderung der Raumschauung in der Grundschule
- Die Förderung der Kompetenz zum Begründen im Mathematikunterricht in der Grundschule
- Wirkung einer multimedialen Lernumgebung auf das Geometrie-Lernen der Erstsemester

## Wirksamkeit der Lehrerbildung

Ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. H.-D. Rinkens ist die „Wirksamkeit der Lehrerbildung“.

In diesem Zusammenhang wird folgenden Fragen nachgegangen:

- Welche Prädikatoren haben welchen Einfluss auf die erworbene Kompetenz?
- Welche Möglichkeiten der Optimierung ergeben sich aus dem entwickelten Wirkungsmodell?
- Welche Instrumente geben Auskunft über die Entwicklung professioneller Handlungskompetenz von Mathematiklehrerinnen und -lehrern?



# Didaktik der Mathematik

**Prof. Dr. Peter Bender**

„Mathematik-Didaktik: eigenständige Disziplin zwischen Mathematik samt Anwendungen, Erkenntnistheorie, Pädagogik, Didaktik, Psychologie, Soziologie, Medienwissenschaften“

Die Arbeitsgruppe, mit von Zeit zu Zeit zwischen eins und drei schwankender Mitgliederzahl, befasst sich mit dem Lernen von Mathematik i.w.S. vom Schulanfang bis zur Lehramts-Ausbildung. Bereits Grundschulkindern treiben in ihrem gewöhnlichen Unterricht genuine Mathematik, wenn man nur die Bedingungen dafür schafft; und Lehramts-Studierende brauchen eine Mathematik ohne übertriebenen Formalismus, Lückenlosigkeit und unnötige Sinnferne, sondern orientiert an den zentralen Ideen des Fachs, der Intuition zugänglich, mit einem Bezug zur späteren Profession. Das Heraus-kristallisieren zentraler Ideen bis hin zur fachlichen Klärung mathematischer Anwendungen, Schaffung und Analyse

von Modellen für die Begriffsbildung mit Hilfe von Grundvorstellungen und Grundverständnissen sowie Erforschung, Ausarbeitung und Erprobung des Einsatzes Neuer Medien stellen das weite stoffdidaktische Arbeitsfeld der AG dar. Die empirische Forschung erstreckt sich von der Vorschule bis zur Universität, wo die AG – je nach Fragestellungen, Bedingungen, Ressourcen – quantitative statistische Testauswertungen bis hin zu qualitativen interpretativen Interview-Analysen einsetzt, dabei aber immer den mathematischen Stoff als wichtige Einflussgröße einbezieht. Lokale und globale Fragen der Lehrerbildung über das Fach hinaus schlagen sich seit einiger Zeit zunehmend in der Arbeit der AG nieder.

**Prof. Dr. Peter Bender**

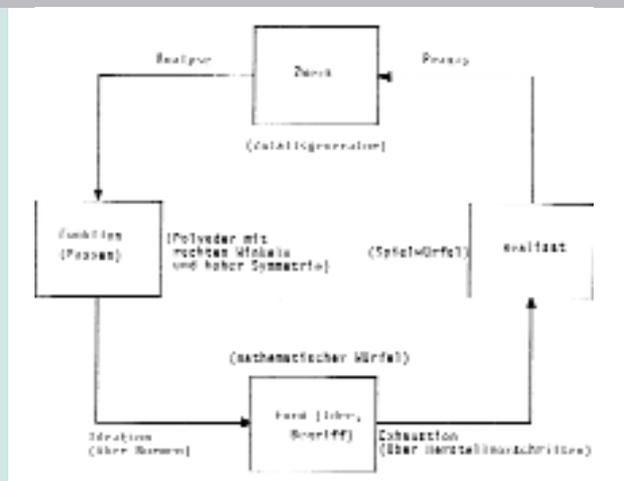
ist Professor für Mathematik-Didaktik am Institut für Mathematik der Universität Paderborn. Er promovierte 1976 an der Universität Mainz in Mathematik und legte 1977 das Erste Staatsexamen für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen an der EWH Worms ab. Von 1980 bis 1988 hatte er eine Professur (C2) an der Gesamthochschule-Universität Kassel inne, nahm anschließend eine Vertretungs-Professur in Paderborn wahr und wechselte 1992 auf Dauer nach Paderborn. 1989 erhielt er (am damaligen Fachbereich Mathematik-Informatik) den „goldenen Wischer“ und 2004 den Weierstraß-Preis für die beste Lehre.

<http://math-www.upb.de/~bender>

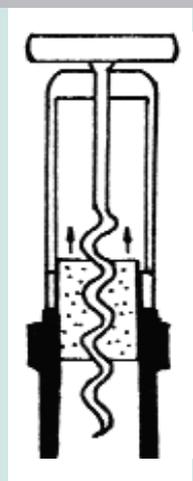
INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
DIDAKTIK DER MATHEMATIK  
89



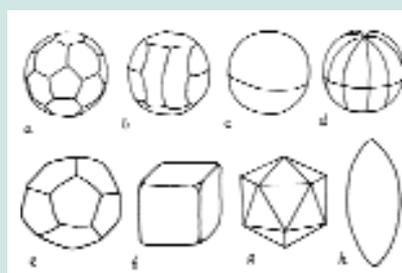
Wie verteilen sich die Schultage auf die Monate? (3. Schuljahr)



Prinzip der operativen Begriffsbildung



Die Schraubenlinie wandelt Rotation in Translation um



Die geometrische Struktur des modernen Lederfußballs



Funktionales Denken: Blickwinkel auf die Strecke AB als Funktion des Orts

# Didaktik der Mathematik

**Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens**

„Guter Mathematikunterricht – gute Lehrerbildung“

Guter Mathematikunterricht lebt von didaktischen Erfindungen. Dazu gehören neue Unterrichtskonzepte und produktive Übungsformen. In Team-Arbeit mit Lehrerinnen und Lehrern werden solche Konzepte entwickelt, erprobt und durch die Herausgeberschaft des Unterrichtswerks WELT DER ZAHL in der Grundschule verbreitet.

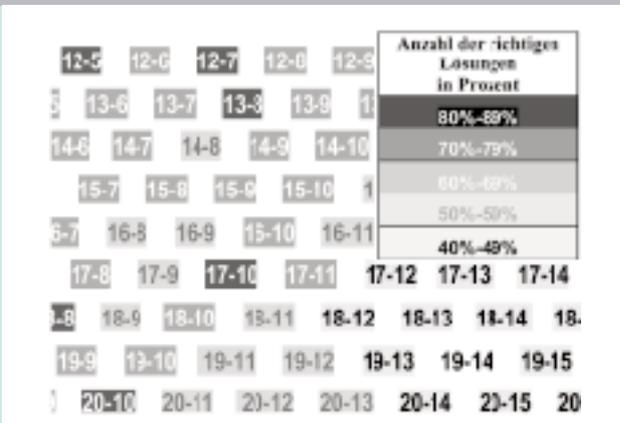
Guter Mathematikunterricht setzt die Analyse des Vorwissens der Lernenden voraus. Empirische Untersuchungen zu mathematischen Fähigkeiten von Grundschulern und Zehntklässlern (oder: Schülern verschiedener Altersstufen) helfen Lehrern, den Kenntnisstand ihrer Klasse einzuordnen. Im Bereich Rechenschwäche/Dyskalkulie ist die Entwicklung von Diagnoseinstrumenten und Förderkonzepten Voraussetzung für die klientenzentrierte Arbeit.

Gute Lehrerbildung setzt u.a. die Analyse des Wirkungsgefüges zwischen fachlicher und fachdidaktischer Ausbildung sowie den Beliefs zum Fach voraus. Dazu gehören neben der Suche von Zusammenhängen auch das Streben nach Erklärungen sowie Möglichkeiten der Optimierung.

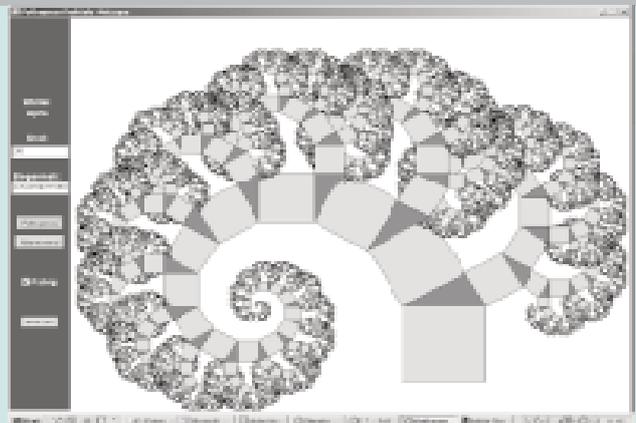
Gute Lehrerbildung ist nicht nur Einzelfach-Ausbildung, sondern sieht das Studium in ganzheitlicher Perspektive, stellt nicht die Stoffvermittlung, sondern den Kompetenzerwerb in den Mittelpunkt. Diesen und anderen Zielen zur Verbesserung der Lehrerbildung an der Universität Paderborn dient das Engagement im Paderborner Lehrerbildungszentrum (PLAZ).

**Prof. Dr. Hans-Dieter Rinkens** ist Professor (C4) für Mathematik und ihre Didaktik am Institut für Mathematik. Nach der Ersten Staatsprüfung in Mathematik und Physik promovierte er 1969 an der Universität Bonn. Von 1969 bis 1973 war er wissenschaftlicher Assistent, später Dozent an der PH in Siegen. Seit 1973 arbeitet er in Paderborn. 2001 wurde ihm durch den Fachbereich der „Weierstraß-Preis für ausgezeichnete Lehre“ verliehen. Seit Gründung des Paderborner Lehrerbildungszentrums (PLAZ) 1995 ist er dessen Vorsitzender. Von 1976 bis 1983 war er Prorektor für Struktur- und Haushaltsfragen, von 1987 bis 1991 Rektor der Universität Paderborn. Von 1996 bis 2006 war er Präsident des Deutschen Studentenwerks, des Dachverbands der 61 Studentenwerke in Deutschland.

**Wolfgang Werthschulte** ist Oberstudienrat im Hochschuldienst. Nach Erster und Zweiter Staatsprüfung in Mathematik und Physik für das Lehramt am Gymnasium kam er 1971 an die Hochschule. Schwerpunkt seiner Arbeit ist der Bereich Rechenstörungen.



Arithmetische Fähigkeiten von Erstklässlern nach der materialgebundenen Einführung der Subtraktion – Ergebnisse einer Feldstudie



Pythagoras-Fraktale aus einer Geometrie-Veranstaltung mit interaktivem Skript und dynamischer Geometrie-Software



Produktive Übungsformen im Unterrichtswerk WELT DER ZAHL



Entwicklung von Standards in der Lehrerbildung mit Unterstützung des Paderborner Lehrerbildungszentrums (PLAZ)

# Didaktik der Mathematik

## Prof. Dr. Hartmut Spiegel „Lernen, wie Kinder denken“

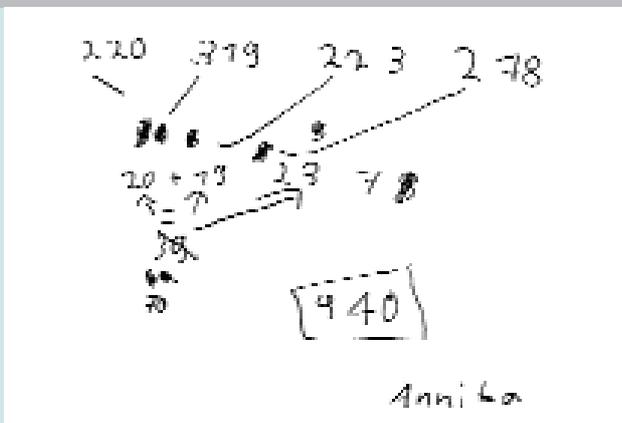
Wer Kinder erfolgreich beim Lernen von Mathematik unterstützen will, muss sie verstehen. Daher untersuchen wir (Studierende, Mitarbeiter und der Hochschullehrer) das mathematische Denken von Kindern im Alter von sechs bis zehn Jahren mithilfe von Interviews, dokumentieren diese auf Video, analysieren sie und publizieren die Ergebnisse in Vorträgen, Zeitschriftenartikeln und Büchern. Außerordentlich fruchtbar ist der Einsatz der Videodokumente in Lehrveranstaltungen, wo sie einen Beitrag zur Entwicklung von Diagnosekompetenz der Studierenden leisten. Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeit ist die Entwicklung und Erprobung

von Lernumgebungen und -materialien für das gesamte Leistungsspektrum einer zu unterrichtenden Kindergruppe. Es handelt sich dabei um Angebote, die eine niedere Eingangsschwelle für langsamer lernende Kinder anbieten, zugleich aber dank ihrer Reichhaltigkeit auch Anforderungen für schnell lernende und leistungsstarke Kinder bereithalten. Seit einiger Zeit bemühen wir uns in diesem Rahmen besonders um die Entwicklung von Materialien für die vorschulische mathematische Bildung. Zu gut begründeten mathematischen Einsichten und einem tiefen Verständnis von Verständigungsprozessen über Mathematik trägt die regelmäßig angebotene Arbeit nach der Sokratischen Methode in der Tradition von Nelson und Heckmann bei.

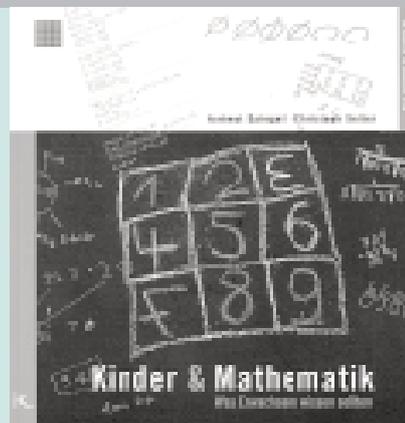
**Prof. Dr. Hartmut Spiegel** ist Professor für Mathematik und ihre Didaktik in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn. Er ist Diplommathematiker und hat ein abgeschlossenes Studium für das Lehramt an Gymnasien und für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen. Er promovierte 1972 an der Universität Tübingen bei Professor Michler. Seit 1972 forscht und lehrt er im Gebiet „Mathematik und ihre Didaktik“: 1972 bis 1974 als Assistent an der PH Reutlingen; 1974 bis 1979 als Assistenzprofessor an der EHW Rheinland-Pfalz, Abt. Worms; seit 1979 als Professor an der Universität Paderborn. Er ist Mitglied der Philosophisch Politischen Akademie e.V. sowie der Gesellschaft für Sokratisches Philosophieren.

<http://math-www.uni-paderborn.de/~hartmut>

INSTITUT FÜR MATHEMATIK  
DIDAKTIK DER MATHEMATIK  
91



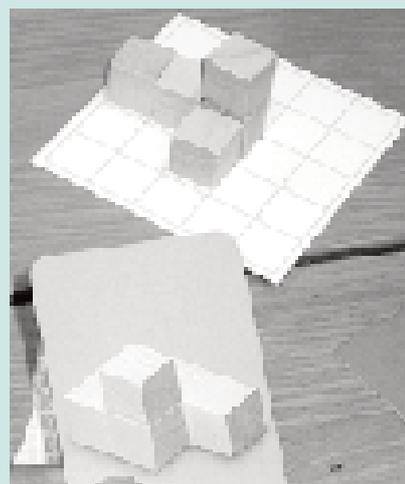
Wie Annika ihre bei einem Sportfest erreichte Gesamtpunktzahl berechnet



Forschungsergebnisse für eine breite Leserschaft aufbereitet:  
„Kinder & Mathematik – Was Erwachsene wissen sollten“



Entwicklung von Unterrichtsmaterial für heterogene Lerngruppen im Rahmen eines Forschungsseminars



Räumliches Denken:  
Kann durch Umlegen eines Klotzes das auf der Karte abgebildete Gebäude entstehen?

# Nachwuchswissenschaftler

**PD Dr. Dirk Kussin**

„Wechselspiel: Algebra und Geometrie“

Der Forschungsschwerpunkt von Dirk Kussin liegt im algebraisch/geometrischen Bereich. In der Darstellungstheorie geht es darum, die zur Fragestehenden mathematischen Strukturen (Gruppen, Algebren, Lie-Strukturen etc.) mithilfe ihrer Darstellungen zu untersuchen und zu klassifizieren. Dies geschieht häufig mit geometrischen Methoden, denn Darstellungen treten oftmals in Familien auf, die eine geometrische Struktur aufweisen. Umgekehrt finden darstellungstheoretische Methoden Anwendung bei geometrischen Problemen. Heutzutage werden nichtkommutative Theorien immer bedeutender. Kommutative Situationen sind traditionell sehr viel besser verstanden, jedoch treten in

der Natur vielfältig nichtkommutative Strukturen auf, die es zu klären gilt. In der Algebra wird häufig über einem Grundkörper gearbeitet. Zur Vereinfachung wird dabei oft die (etwas künstliche) Annahme gemacht, dass dieser algebraisch abgeschlossen ist (wie etwa der Körper der komplexen Zahlen). Dirk Kussin interessiert sich gerade für jene Gesetzmäßigkeiten, die sich ergeben, wenn man diese einschränkende Annahme aufgibt. Durch den dabei entstehenden höheren Grad an Nichtkommutativität treten völlig neue Effekte auf. Verdeutlicht wird dies in seiner Habilitationsschrift, in der solche Phänomene bei der geometrischen Struktur der Einparameterfamilien von Darstellungen herausgearbeitet wurden.

**PD Dr. Dirk Kussin**

promovierte 1997 mit Auszeichnung und habilitierte sich 2004 an der Universität Paderborn. Er ist als Oberassistent im Bereich Algebra tätig.

$$0 \longrightarrow L \xrightarrow{\pi_x} L(d) \longrightarrow S_x^c \longrightarrow 0$$

Punkt (Geometrie) entspricht Primelement (Algebra)

## Emeritus

### Prof. Dr. Eberhard Kaniuth „Harmonische Analysis“

Harmonische Analysis ist ein mathematisches Gebiet, das sich aus der klassischen Fourier-Analyse entwickelt hat und das Studium von Objekten, wie etwa Funktionenräumen, beinhaltet, die auf topologischen Gruppen definiert sind. Das Problem ist generell zum einen das Auffinden der elementaren Komponenten einer Klasse von Objekten zum anderen der Aufbau eines Objektes aus elementaren Komponenten.

Die Forschungsaktivitäten erstrecken sich gegenwärtig auf Untersuchungen über kommutative Banachalgebren,  $C^*$ -Gruppenalgebren und Unschärfeprinzipien auf Gruppen.

#### Prof. Dr. Eberhard Kaniuth

ist Professor für Mathematik in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn. Er promovierte 1967 an der Universität Münster bei Professor Thoma und habilitierte sich 1971 an der Technischen Universität München für das Fach Mathematik. 1977 wurde er als ordentlicher Professor für Mathematik an die Universität Paderborn berufen.

Für  $f \in L^2(\mathbb{R}^n)$  gilt

$$\int_{\mathbb{R}^n} |xf(x)|^2 dx \cdot \int_{\mathbb{R}^n} |\xi \hat{f}(\xi)|^2 d\xi > \frac{\|f\|_2^4}{16n^2}$$

Klassisches Unschärfepinzipp (Heisenberg, 1927)

## Emeritus

### Prof. Dr. Karl-Heinz Kiyek „Kommutative Algebra/Algebraische Geometrie“

Innerhalb des Bereichs Algebra/Zahlentheorie liegt das Arbeitsgebiet Kommutative Algebra/Algebraische Geometrie. In der Kommutativen Algebra geht es um die Untersuchung von Eigenschaften kommutativer Ringe – und der Kategorie der Moduln über solchen Ringen. Jeder Punkt auf einer algebraischen Varietät bestimmt einen lokalen Ring, den Ring der Keime der in einer Umgebung des Punktes regulären Funktionen. Ist die algebraische Varietät eine Fläche ohne Singularitäten, so sind diese Ringe zweidimensionale regulär lokale Ringe. Diese spielen beim Studium der Auflösung von Singularitäten von Flächen – hier handelt es sich um einen Prozess, der zu einer Fläche  $X$  eine nichtsinguläre

Fläche  $Y$  und eine eigentliche Abbildung  $\pi : Y \rightarrow X$  findet – eine wichtige Rolle. Zusammen mit S. Greco vom Politecnico di Torino wurden in den letzten Jahren Eigenschaften solcher zweidimensionalen regulär lokalen Ringe untersucht. Anwendungen auf den Auflösungsprozess für Flächen – wenigstens über dem Grundkörper der komplexen Zahlen – wurden in Zusammenarbeit mit J. L. Vicente von der Universidad de Sevilla vorgenommen. Für das kommende Jahr ist in Zusammenarbeit mit S. Greco geplant, die Sandwichsingularitäten, die durch ganz abgeschlossene Ideale eines zweidimensionalen regulär lokalen Rings beschrieben werden, genauer zu klassifizieren.

#### Prof. Dr. Karl-Heinz Kiyek

Studium 1954 bis 1959 Universität Würzburg; 1959 Diplom Mathematik, Universität Würzburg; 1959 bis 1963 Verwalter der Stelle eines wiss. Assistenten, Universität Würzburg; 1963 Promotion, Universität Würzburg; 1963 bis 1966 Wiss. Assistent, Universität des Saarlandes; 1966 bis 1968 Habilitandenstipendium der DFG; 1968 Habilitation, Universität des Saarlandes; 1968 bis 1971 Privatdozent Universität des Saarlandes; 1971 Wiss. Rat und Professor Universität des Saarlandes; 1973 o. Prof. Universität Paderborn; 2001 emeritiert.



## Emeritus

### Prof. Dr. Reimund Rautmann

#### „Mathematische Strömungslehre und dynamische Systeme“

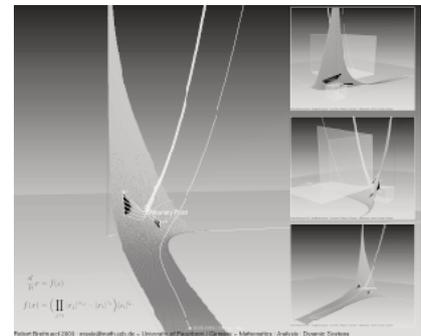
Wir betrachten Strömungen als Lösungen der Navier-Stokesschen oder der Eulerschen Grundgleichungen der Fluid-dynamik jeweils zu geeigneten Randbedingungen, die das Haften oder Gleiten des strömenden Mediums am Strömungsrand darstellen. In mehreren von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekten, z. T. zusammen mit einer französischen Arbeitsgruppe, haben wir Approximationsverfahren zur numerischen Lösung Navier-Stokesscher Anfangsrandwert-Aufgaben entwickelt. Mathematische Grundlage unseres Ansatzes bildet die Produktdarstellung von Operatoren in Hilbert- und Sobolev-Räumen. Die vollständig parallelisierten Rechenprogramme kombinieren finite Element-, finite Differenzen- und Fourier-Spektral-Methoden. Da Konvergenzge-

windigkeit und Stabilität von Approximationsverfahren wesentlich von der Regularität der exakten Lösung abhängen, untersuchen wir in gemeinsamer Arbeit mit Herrn Solonnikov Regularitätsfragen bei Strömungsproblemen. Im Flugzeugbau, aber auch in der Schiffs- und Fahrzeugtechnik sind Ablösungsvorgänge am Strömungsrand besonders wichtig. Den geometrischen Verlauf der abgelösten Strömung sowie ihre Instabilität bei höheren Reynolds-zahlen, die ein Hauptproblem der Strömungstechnik bilden, untersuchen wir mit den enorm leistungsfähigen Methoden der Theorie und Numerik dynamischer Systeme.

### Prof. Dr. Reimund Rautmann

PDoz. TH Karlsruhe 1972, Professor Universität Hamburg 1973, Universitätsprofessor Universität Paderborn 1975. Emeritus seit 1996.

Gezeigt sind mit dem von R. Breitrück entwickelten Programm berechnete Grenzflächen zwischen den zum Ursprung o bzw. nach Unendlich führenden Trajektorienscharen hochgradig nichtlinearer dynamischer Systeme im positiven Kegel des  $\mathbb{R}^3$ .



## Emeritus

### Prof. Dr. Hermann Sohr

#### „Mathematische Strömungslehre/Theorie und Anwendung“

Das Ziel dieses Arbeitsgebiets ist die mathematische Analyse der Grundgleichungen der Strömungslehre, der partiellen Differenzialgleichungen von Navier-Stokes. Das seit etwa 70 Jahren ungelöste Problem der Existenz globaler Lösungen ist als eines von sieben Jahrtausendproblemen bekannt geworden. In Zusammenarbeit vor allem mit Forschergruppen aus Japan (Siebold-Preis für deutsch-japanische Zusammenarbeit 2002) sind in den letzten Jahren Teilresultate zu diesem Problem erarbeitet worden, die u. a. für die Wetterforschung (Entstehung von Tornados) von Bedeutung sind.

Innerhalb Deutschlands arbeitet die Arbeitsgruppe vor allem mit Gruppen in Kassel und Bayreuth zusammen. Die Forschungsaktivitäten reichen von der Theorie bis hin zu numerischen Berechnungen.

### Prof. Dr. Hermann Sohr

ist Professor für Mathematik in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn. Nach der Promotion 1968 und der Habilitation 1971 in Tübingen wurde er 1978 Professor für Mathematik in Paderborn.



Beispiel eines Tornados

# Assoziierte Einrichtungen

Die Stärke der Paderborner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler besteht in dem Bestreben nach und der Fähigkeit zu erfolgreicher interdisziplinärer Zusammenarbeit. Diese Stärke kommt vor allem durch die Existenz zahlreicher interdisziplinärer Einrichtungen an der Universität Paderborn zum Ausdruck. Die Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik ist an mehreren dieser Einrichtungen maßgeblich beteiligt.

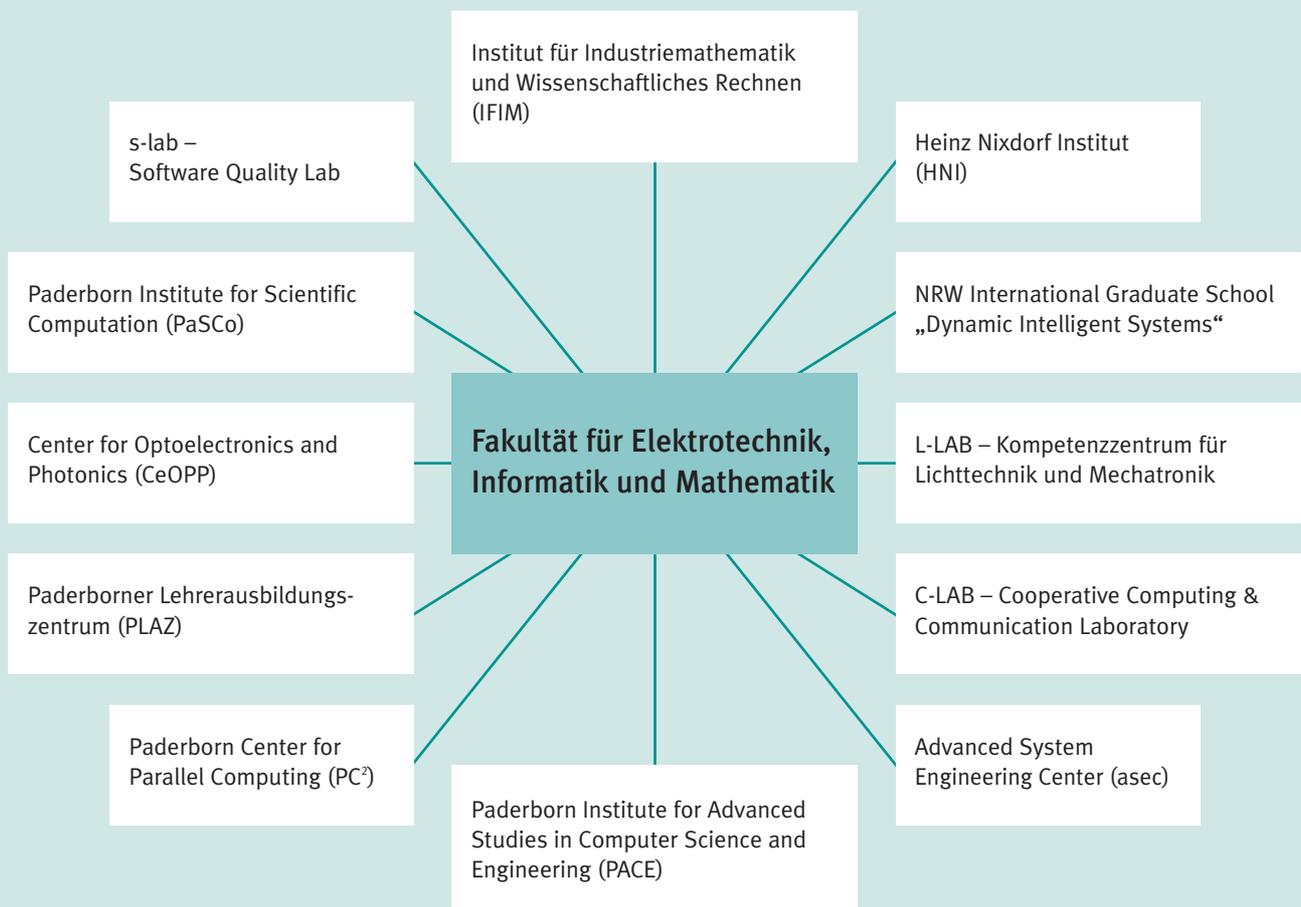
Dazu gehören:  
die Wissenschaftlichen Einrichtungen der Fakultät  
· Advanced System Engineering Center (asec),  
· Institut für Industriemathematik und Wissenschaftliches Rechnen (IFIM),  
· s-lab – Software Quality Lab,

die Zentralen Wissenschaftlichen Einrichtungen der Hochschule  
· Center for Optoelectronics and Photonics (CeOPP),  
· Heinz Nixdorf Institut (HNI),  
· Paderborn Center for Parallel Computing (PC<sup>2</sup>),  
· Paderborner Lehrerausbildungszentrum (PLAZ),  
· Paderborn Institute for Advanced Studies in Computer Science and Engineering (PACE),  
· Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCo),

die „Joint Ventures“ mit der Industrie  
· C-LAB – Cooperative Computing & Communication Laboratory,  
· L-LAB – Kompetenzzentrum für Lichttechnik und Mechatronik

sowie die  
· NRW International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“.

Die folgenden Seiten enthalten Kurzporträts dieser Einrichtungen unter besonderer Berücksichtigung der Verbindungen zur Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik. Die Einrichtungen geben darüber hinaus eigene Darstellungen und Berichte, zum Teil in jährlicher Folge, heraus.



# Advanced System Engineering Center (asec)

Das Advanced System Engineering Center (asec) ist ein interdisziplinäres Forschungsinstitut der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik der Universität Paderborn zur Förderung der Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich der Systemintegration. Als Schnittstelle zwischen Industrie und universitären Forschungseinrichtungen richtet sich das asec an institutionelle und industrielle Anwender und bietet umfassende Kooperationsmöglichkeiten durch Beratung, Entwicklung, Simulation und Herstellung in den Bereichen Sensorik, Mikrosystemtechnik, Schaltungstechnik und der Signal- und Datenverarbeitung. Auf der Grundlage des Wissens verschiedener Hochschularbeitsgruppen stehen aktuelle Erkenntnisse aus den Bereichen Systemintegration, Höchsthfrequenztechnik, Robotik und Bildverarbeitung zur Verfügung.

Die Schwerpunkte im Bereich der Grundlagen- und Anwendungsforschung liegen momentan in folgenden Themengebieten:

- Modellbasierte Entwicklung
- Energieautarke verteilte Mikrosysteme
- Entwurf von System-In-Package
- Entwurf und Herstellung von Technologie- und Funktionsmustern
- Elektromagnetische Zuverlässigkeit
- Analyse und Optimierung von Emissionen und Störfestigkeit
- Modellierung von EMV/SI-Effekten
- Algorithmen und hybride Hardware-/Software-Systeme
- Bildverarbeitung
- Robotikanwendungen
- Drahtlose und Ad-hoc-Kommunikation

Asec bietet kleinen und mittelständischen Betrieben Beratung bei Technologieanalyse, -bewertung, und -auswahl sowie Auswahl und Einführung von Werkzeugen zur Systemintegration. Geplant sind Projekte zur sozialwissenschaftlichen Begleitforschung und der Aufbau von Aus- und Weiterbildungsangeboten.

**Gründungsmitglieder des asec sind:**

- Prof. Dr. rer. nat. Wilfried Hauenschild
- Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann
- Prof. Dr. rer. nat. Holger Karl
- Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching (Sprecherin)
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede



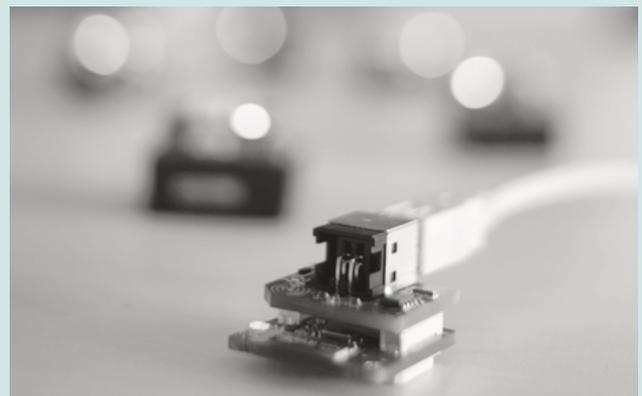
Entwicklung, Herstellung, Charakterisierung und Anwendung von Sensoren und Mikrosystemen



(v. l. n. r.): Prof. Wilfried Hauenschild, Prof. Andres Thiede, Prof. Bärbel Mertsching, Prof. Ulrich Hilleringmann, Prof. Holger Karl



Entwicklung von mobilen autonomen und telesensorischen Robotern



Optimierung von drahtlosen Sensornetzwerken

# Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn (CeOPP)

Im Jahr 2006 wurde das CeOPP als interdisziplinäre Einrichtung verschiedener Arbeitsgruppen aus Elektrotechnik und Informationstechnik, Physik und Chemie an der Universität Paderborn gegründet, um die Forschungsarbeiten im Bereich der Optik und Photonik sowie der Mikro- und Nanotechnologien zu bündeln. Ziele des CeOPP sind die gemeinsame Nutzung der im Optoelektronik-Gebäude vorhandenen Ausstattung, die Erstellung von interdisziplinären Forschungsanträgen sowie ein effizienter Ideenaustausch zwischen den Arbeitsgruppen. Unterstützend wirkt die lokale Nähe der technologieorientiert agierenden Arbeitsgruppen durch die Unterbringung im neu gebauten Optoelektronik-Gebäude, das neben zahlreichen Büros hochwertige Reinraum- und Laborflächen bietet. Insbesondere die aufwendig gestaltete

Reinraumfläche führt zu Synergieeffekten beim Einsatz der teuren Geräte aus der Prozesstechnik: Ingenieure und Physiker nutzen wechselseitig die vorhandenen Apparaturen zur Erzeugung bzw. Strukturierung von Schichten und tauschen sich im Bereich der Messtechnik aus. Großgeräte, z. B. eine neu beschaffte ICP-Ätzanlage, werden von allen Arbeitsgruppen gemeinsam genutzt.

In der neu geschaffenen Laborfläche mit hervorragender Ausstattung werden u. a. modernste Praktikumsplätze für die Studierenden aufgebaut, aber auch die geräteintensiven Versuche der optischen Nachrichtentechnik durchgeführt.

Inklusive der studentischen Hilfskräfte arbeiten insgesamt ca. 100 Mitarbeiter in den neuen Räumen.

## Beteiligte Professoren des CeOPP:

### Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik:

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann  
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Schuhmann  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede

### Department Physik:

Prof. Dr. phil. Klaus Lischka  
Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Sohler  
Prof. Dr. rer. nat. Artur Zrenner

### Department Chemie:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Huber  
Prof. Dr. rer. nat. Heinz-S. Kitzerow

<http://www.ceopp.de/>

CENTER FOR OPTOELECTRONICS  
AND PHOTONICS PADERBORN (CeOPP)  
97



Ansicht des Optoelektronik-Gebäudes



Mikrospiegelfeld mit 64 mikromechanischen Einzelspiegeln



Blick in den Reinraum



Studie einer elektromagnetischen Linse aus einem Metamaterial mit negativer Brechzahl

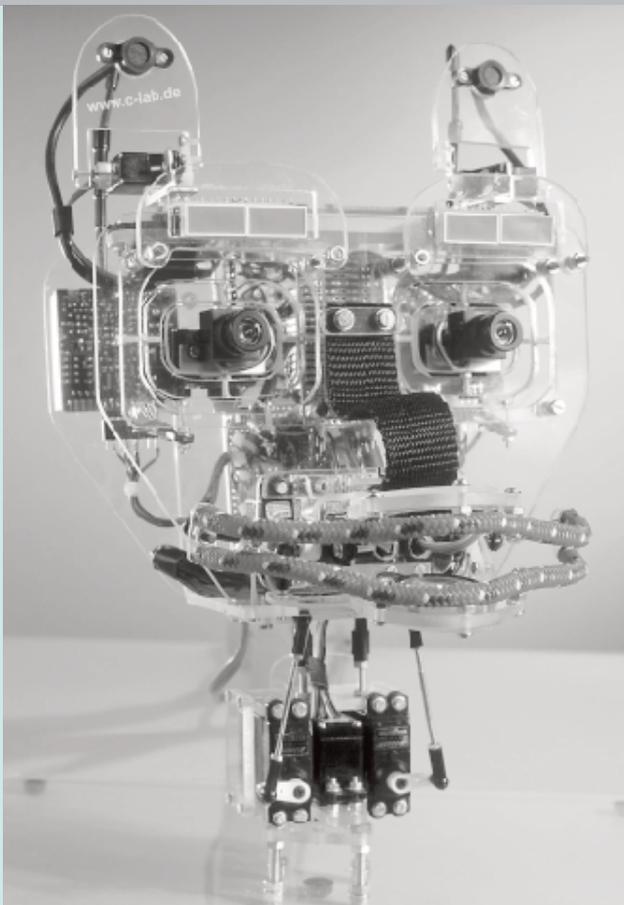
# C-LAB – Cooperative Computing & Communication Laboratory

C-LAB – Das Cooperative Computing & Communication Laboratory ist das gemeinsame Forschungs- und Entwicklungslabor der Siemens Business Services GmbH & Co OHG (SBS) und der Universität Paderborn. Im C-LAB arbeiten Mitarbeiter von Hochschule und SBS unter einem Dach an gemeinsamen Projekten eng zusammen. Das Arbeitsgebiet des C-LAB lautet „Cooperative Computing & Communication“. Es umfasst den Bereich der Computer-

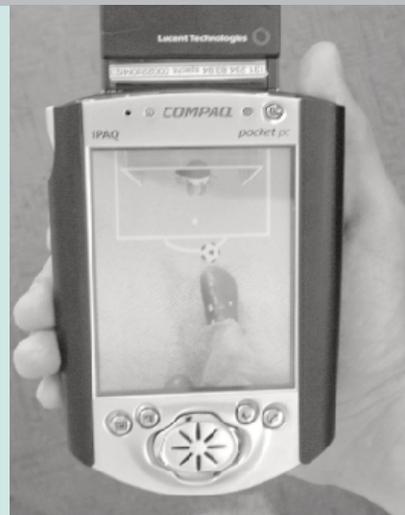
anwendungen und -techniken („Computing“) einschließlich der computer-gestützten Kommunikation („Communication“). Eine wichtige Aufgabe besteht darin, die Computer- und Kommunikationstechniken zu einem echten Kooperationsinstrument („Cooperative“) für den Menschen zu machen. Darüber hinaus stehen Aufgabenstellungen im Zentrum des Interesses, bei denen die Kooperation von unterschiedlichen Organisationen oder Systemen und

Systemteilen für die nutzergerechte Funktion von besonderer Bedeutung ist. Die Fakultät EIM prägt hochschulseitig in herausragender Weise die organisatorische und inhaltliche Arbeit des C-LAB, in dem (jeweils zur Hälfte bei der Universität Paderborn und bei Siemens Business Services angestellt) derzeit etwa 70 Mitarbeiter und Studierende arbeiten. Das C-LAB legt einen eigenen Jahresbericht vor.

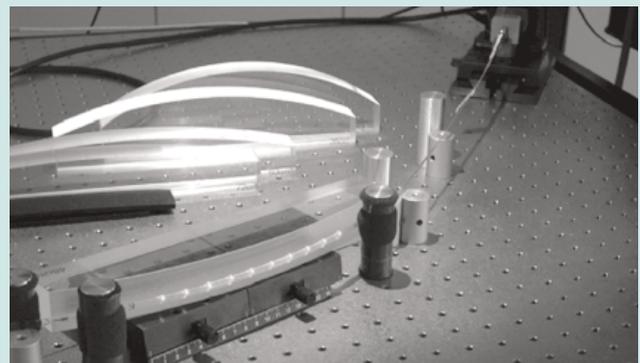
**Der C-LAB-Vorstand** und der Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen (v. l. n. r.) Prof. Dr. Franz J. Rammig  
Ministerpräsident Dr. Jürgen Rüttgers  
Dr. Wolfgang Kern



Roboterkopf Mexi



Interaktives Fußballspiel auf einem PDA: ARSoccer



Faseroptischer Biegesensor

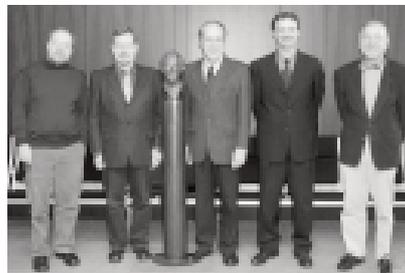
# Heinz Nixdorf Institut (HNI)

Das Heinz Nixdorf Institut ist ein Forschungszentrum der Universität Paderborn. Es entstand 1987 aus der Initiative und mit Förderung von Heinz Nixdorf. Damit wollte er Ingenieurwissenschaften und Informatik zusammenzuführen, um wesentliche Impulse für neue Produkte und Dienstleistungen zu erzeugen. Dies schließt auch die Wechselwirkungen mit dem gesellschaftlichen Umfeld ein.

Die Forschungsarbeit orientiert sich an dem Programm „Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Auf dem Weg zu den technischen Systemen von morgen“. In der Lehre engagiert sich das Heinz Nixdorf Institut in vielen Studiengängen der Universität. Hier ist das übergeordnete Ziel, den Studierenden die Kompetenzen zu vermitteln, auf die es in der Wirtschaft morgen ankommt. Heute wirken am Heinz Nixdorf Institut sieben Professoren mit insgesamt 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Etwa ein Viertel der Forschungsprojekte der Universität Paderborn entfallen auf das Heinz Nixdorf Institut und pro Jahr promovieren hier etwa 30 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler.

**Mitglieder der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik am Heinz Nixdorf Institut (v. l. n. r.)**  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil-Slawik  
 Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide  
 Prof. Dr. Franz J. Rammig  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert  
 Prof. Dr. Burkhard Monien



<http://wwwhni.upb.de>

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
(HNI)  
99

Pflanzort	Voraussetz. Strategische Technologieplanung, Früherkennung				
	Technologie	Einheitsmethodik: Spezifikation / Modellierung, Synthese, Analyse			
Intelligente Maschinen	SFB 614	SFB 614	SFB 614		SFB 614
Intelligente Produktionssysteme	ADDC				
Kooperative Exploration	DELIS	DELIS			
Kooperative, verteilte Lernumgebungen				LOCOMOTION	LOCOMOTION

Heinz Nixdorf Institut: Struktur des Forschungsprogramms



Heinz Nixdorf



Heinz Nixdorf Institut



Lehre am Heinz Nixdorf Institut

# Institut für Industriemathematik und Wissenschaftliches Rechnen (IFIM)

Gemeinsam mit seinen Partnern aus der Industrie, insbesondere dem Mittelstand, identifiziert das Institut für Industriemathematik (IFIM) mathematische Problemstellungen und erarbeitet effiziente Lösungsverfahren. Für viele Fragestellungen ist hierbei die Entwicklung neuer mathematischer Technologien erforderlich. Durch das Zusammenwirken von Wissenschaft und Wirtschaft wird sowohl in wissenschaftlicher als auch in wirtschaftlicher und technologischer Hinsicht ein signifikanter Fortschritt erreicht.

Die Ziele des IFIM sind insbesondere

- die Entwicklung neuer mathematischer Technologien im Bereich des industriellen Wissenschaftlichen Rechnens und damit die Generierung eines technologischen Vorsprungs für den Standort Deutschland,
- die Bündelung der Kompetenzen im Bereich der Industriemathematik über die Einbeziehung kompetenter Partner aus der Industrie und Wissenschaft und damit verbunden die Stärkung der Wirtschaftsregion OWL durch Einbin-

dung der lokalen mittelständischen Wirtschaft und

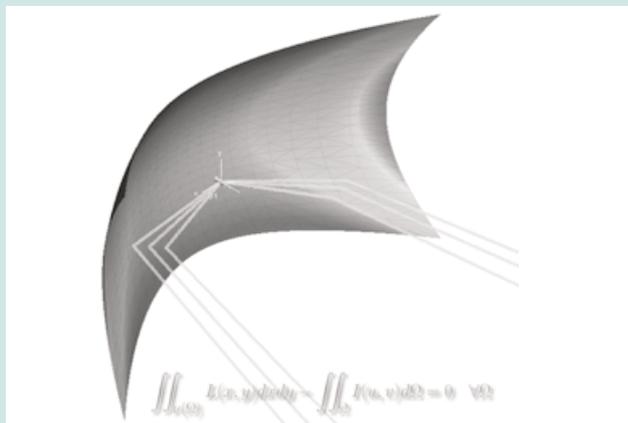
- die Verstärkung der Infrastruktur an der Universität Paderborn, insbesondere im Bereich des interdisziplinären Wissenschaftlichen Rechnens in Kooperation mit außeruniversitären Partnern.

## Mitglieder (v. l. n. r.)

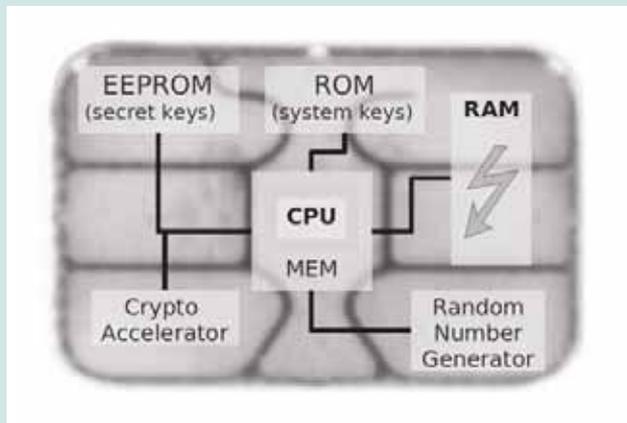
Prof. Dr. Michael Dellnitz (Vorsitzender),  
Angewandte Mathematik – Numerische Mathematik und dynamische Systeme  
Prof. Dr. Johannes Blömer, Theoretische Informatik – Codes und Kryptografie  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Böcker, Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier, Wirtschaftsinformatik, insb. Computer Integrated Manufacturing



Der Vorstand des IFIM



Berechnungsverfahren für optische Flächen bei KFZ-Beleuchtungseinrichtungen (Partner: Hella KGaA Hueck & Co.)



Schutzmaßnahmen für kryptografische Algorithmen auf Trusted-Computing Plattformen (Partner: Intel)

# L-LAB – Kompetenzzentrum für Lichttechnik und Mechatronik

Die Hella KG Hueck & Co. und die Universität Paderborn haben ein gemeinsames Forschungszentrum für Lichttechnik und Mechatronik (L-LAB) eingerichtet, das als Public-Private-Partnership geführt wird.

Die dauerhaft angelegte Kooperation soll das wissenschaftliche Potenzial der an der Universität bestehenden Forschungsschwerpunkte mit den Erfahrungen des Automobilzulieferers Hella in der Entwicklung von Lichtsystemen zusammenführen, um neue Forschungsergebnisse zu erarbeiten und schnell in industrielle Anwendungen umsetzen zu können. Mit dem L-LAB ist ein Kompetenzzentrum für lichttechnische Forschung entstanden, das auch international zu den führenden Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen gehört.

Im L-LAB werden interdisziplinäre Projekte bearbeitet, vorwiegend aus dem Bereich der Grundlagenforschung und der Technologieentwicklung. Es werden auch konkrete Transferprojekte bearbeitet, in denen Technologiedemonstratoren und lichttechnische Prototypen entstehen, die einen Vorlauf von ein bis zwei Generationen gegenüber der heutigen Lichttechnik besitzen. Neben Arbeitsgruppen aus den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Physik arbeiten auch solche aus den Geisteswissenschaften (Kognitionspsychologie, Arbeits- und Organisationspsychologie) im L-LAB mit.

Die wesentlichen Entscheidungen über die aktuellen Projekte und die zukünftige Ausrichtung des L-LABs werden vom Beirat getroffen, der von Hochschulseite durch Prof. Dr.-Ing. Bernd Henning, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert und Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer besetzt ist. Für Hella wird die Aufgabe von Dr. Heinz-Werner Rixen, Dr. Harald Buchalla und Dr. Roland Lachmayer übernommen. Prof. Dr. Erik Woldt (Hella KGaA Hueck & Co.) und Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek (Heinz Nixdorf Institut) bilden den L-LAB-Vorstand. Der Vorstand wird in der täglichen Arbeit durch Herrn Michael Paul als kaufmännischen und organisatorischen Leiter unterstützt.

<http://www.l-lab.de>

L-LAB – KOMPETENZZENTRUM FÜR LICHTTECHNIK  
UND MECHATRONIK  
101



Projektion von Informationen mit einem Aktiven Scheinwerfer



Eye-Tracking-System-Einsatz bei Testfahrten auf der Straße



Virtual-Reality-Nachtfahrt des Simulators im L-LAB auf einer nassen Fahrbahn mit Einblendungen von Sichtweitemarken

# NRW International Graduate School

## „Dynamic Intelligent Systems“

Die im Herbst 2001 vom Land Nordrhein-Westfalen gegründete NRW International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“ der Universität Paderborn hat das Ziel, hoch qualifizierte Absolventen in sehr kurzer Zeit in den Fächern Informatik, Elektrotechnik, Mathematik, Maschinenbau oder Wirtschaftsinformatik zur Promotion zu führen. Alle Doktoranden nehmen an speziellen Vorlesungen und Seminaren auf Promotionsniveau teil und werden in ihrer wissenschaftlichen Arbeit durch jeweils drei der insgesamt 16 beteiligten Professoren interdisziplinär betreut.

72 Doktoranden aus 16 Ländern wurden bisher in die International Graduate School aufgenommen, 20 von ihnen haben diesen dreijährigen englischsprachigen Promotionsstudiengang bereits erfolgreich abgeschlossen und arbeiten nun bei namhaften deutschen Unternehmen oder forschen an Universitäten in Deutschland, Frankreich, Polen und Taiwan. Forschungsschwerpunkt der International Graduate School ist die Weiterentwicklung dynamisch-vernetzter intelligenter Systeme (Embedded Systems). Diese bestehen aus selbstständig agierenden Systemen, die miteinander kommunizieren und ihre Entscheidungen untereinander automatisiert abstimmen. Im Rahmen des Internationalen Promotionsprogramms (IPP) von DAAD und DFG wird die International

Graduate School seit 2002 als Zentrum wissenschaftlicher Exzellenz gefördert. Als eines von 50 geförderten Programmen wurde sie als „Best Practice“ in den Bereichen Interdisziplinarität, Vertiefung und Unternehmenskooperation ausgezeichnet. Seit 2004 beteiligt sich die Industrie an der Finanzierung einzelner Promotionsprojekte. Patenschaften für insgesamt 14 Doktoranden wurden inzwischen durch die Dr.-Arnold-Hueck-Stiftung, DaimlerChrysler AG, Deutsche Luft Hansa AG, Fraunhofer-Gesellschaft, Hella KGaA Hueck & Co., Siemens AG, Unity AG und die Wincor Nixdorf International GmbH übernommen.

### Gründungsvorstand (v. l. n. r.)

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert, Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel, Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek, Prof. Dr. Michael Dellnitz, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Prof. Dr. Wilhelm Schäfer, Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Dangelmaier, Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Prof. Dr. Leena Suhl, PD Dr. Eckhard Steffen, Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé, Prof. Dr. Hans Kleine Büning, Prof. Dr. Franz J. Rammig, Prof. Dr. Gregor Engels, Prof. Dr. Uwe Kastens, Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede, Prof. Dr. Burkhard Monien



Die Studierenden der International Graduate School stammen aus zahlreichen Ländern, der erste Jahrgang wurde zum Wintersemester 2001/2002 aufgenommen; seitdem steigen die Bewerberzahlen kontinuierlich an.

Mittlerweile haben sich über 1000 Absolventinnen und Absolventen um eine Aufnahme in den Promotionsstudiengang beworben, von denen sich 72 im mehrstufigen Bewerbungsverfahren für die Aufnahme qualifizierten.

# Paderborn Center for Parallel Computing (PC<sup>2</sup>)

Das PC<sup>2</sup> ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Paderborn und arbeitet als Kompetenzzentrum des Landes Nordrhein-Westfalen im Bereich des parallelen und verteilten Rechnens. Neben der Bereitstellung leistungsfähiger, skalierbarer Parallelrechner und verteilter Mediaserversysteme ist die zentrale Aufgabe des PC<sup>2</sup> die Weiterentwicklung dieser Systeme und deren Anwendungen im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsprojekte. Das PC<sup>2</sup> versteht sich dabei als interdisziplinäres Forschungszentrum, das seine

Ziele in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft, Industrie und Wissenschaft erreicht. Als besonders erfolgreich erweist sich die enge Kooperation mit den Arbeitsgruppen der Universität Paderborn und anderen Forschungsinstituten. Die Entwicklung von Technologien für die Integration leistungsfähiger Parallelrechnersysteme und skalierbarer Mediaserver zu Information Power Grids ist zentraler Forschungsgegenstand des PC<sup>2</sup>. Die Bereitstellung derartiger Technologien für Anwender der Universität Paderborn, des Landes

Nordrhein-Westfalen und darüber hinaus definiert die Dienstleistungsaufgabe des PC<sup>2</sup>. Die Kerngruppe des PC<sup>2</sup> besteht aus wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern verschiedener Fachrichtungen. Sie werden durch weitere naturwissenschaftliche Arbeitsgruppen aus Paderborn unterstützt, sodass ein interdisziplinäres Team von Spezialisten gebildet wird. Das PC<sup>2</sup> legt einen eigenen Jahresbericht vor.

## Mitglieder der Fakultät im Vorstand

Prof. Dr. Burkhard Monien  
Prof. Dr. Franz J. Rammig  
Prof. Dr. Marco Platzner  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert  
Prof. Dr. Michael Dellnitz

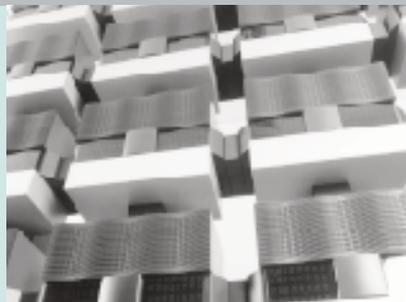
## Rechts: Leitung

Prof. Dr. Burkhard Monien (Vorstandsvorsitzender)



<http://www.upb.de/pc2>

PADERBORN CENTER FOR PARALLEL COMPUTING (PC<sup>2</sup>)  
103



## Betrieb von Parallelrechnersystemen

Das PC<sup>2</sup> betreut seit 1990 massiv parallele Systeme und Cluster. Die entstehenden Methoden und Erfahrungen fließen in neue Projekte ein. Außerdem evaluiert das PC<sup>2</sup> neueste Technologien und führt sie zur Anwendungsreife. So entwickelt das PC<sup>2</sup> aktuell ein integriertes Cluster-System, das die Dienste Hochleistungsrechnen und Visualisierung innerhalb eines Systems für vielfältige Anwendungen bereitstellt.



## Finite-Elemente-Simulation

Zu den Kernkompetenzen des PC<sup>2</sup> zählt die Simulation von physikalischen und chemischen Prozessen, die mit mathematischen Methoden berechnet werden. Dazu werden effiziente parallele Algorithmen und Datenstrukturen für die Simulation von Prozessen entwickelt, die auch in die massiv parallele Software padem<sup>2</sup> einfließen.

## PC<sup>2</sup> Benchmarking Center

Das PC<sup>2</sup> Benchmarking Center ist auf die Untersuchung der Leistungsfähigkeit von Hochgeschwindigkeitsnetzwerken und von Parallelrechnersystemen spezialisiert. Mit Benchmark-Programmen werden funktionelle Teile oder vollständige Systeme evaluiert und darauf aufbauend neue Systemarchitekturen entwickelt.



## Ressourcen-Management und Grid Computing

Das Grid wird ähnlich wie das WWW die Computerwelt revolutionieren, indem Rechenleistung von jedem Punkt der Erde aus über das Internet abrufbar wird. Die aktuelle Forschung befasst sich mit der Sicherstellung der Dienstgüter in Bezug auf eine zukünftige Ressourcen-Nutzung.

# Paderborner Lehrerbildungszentrum (PLAZ)

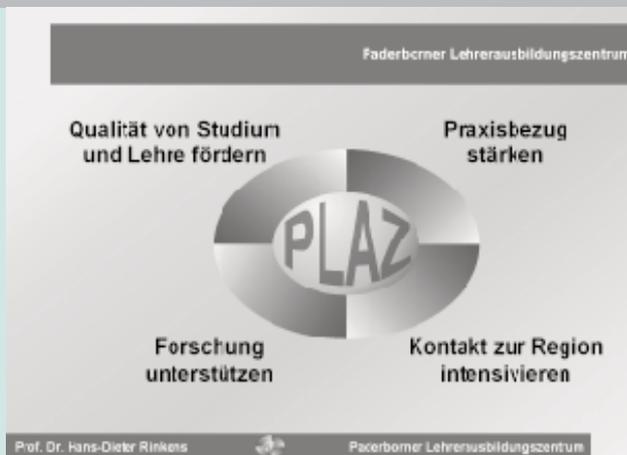
## Eine Entwicklungsagentur zur Reform der Lehrerbildung

Das Paderborner Lehrerbildungszentrum (PLAZ) ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Paderborn. Seine Leitidee ist: Die Weiterentwicklung der Lehrerbildung lebt von der aktiven Teilnahme der handelnden Personen in der Universität und in der Region. Daher hat sich das PLAZ als Institution mit einer quer zu den Fakultäten angesiedelten Organisationsstruktur etabliert. Die Rückbindung in die Fakultäten erfolgt durch Bildung interdisziplinärer Projektgruppen. In ihnen sind Lehrende und Studierende aktiv und werden konzeptionell und organisatorisch durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des PLAZ unterstützt.

Das PLAZ versteht sich als eine Entwicklungsagentur zur Reform der Lehrerbildung. Es gibt Impulse zu ihrer Weiterentwicklung und fördert ihre Profilierung in Paderborn. Dazu gehört auch die Unterstützung und fakultätsübergreifende Bündelung der Schul- und Unterrichtsforschung. Ein im Hochschul-Diskurs entstandenes Leitbild der Lehrerbildung dient der Orientierung für Standards in der Lehre. Die Kooperation mit Partnern aus Lehrerbildung, Schule und Schulverwaltung stärkt die Verbindung mit der Region.

2004 wurde das PLAZ im Rahmen des Aktionsprogramms „Neue Wege in der Lehrerbildung“ vom Stifterverband für die deutsche Wissenschaft und der Stiftung Mercator für sein innovatives Projekt „Standards – Profile – Entwicklung – Evaluation (SPEE)“ ausgezeichnet.

Das für drei Jahre geförderte Vorhaben ist ein umfassendes Modell zur Neuorientierung in der universitären Lehrerbildung, das alle Fakultäten und Fächer sowie externe Kooperationspartner in den Qualitätsentwicklungsprozess mit einbezieht. Das SPEE-Konzept vollzieht einen entscheidenden Paradigmenwechsel in der Lehre – von der Anbieterorientierung (Stoffvermittlung) hin zur Abnehmerorientierung (Kompetenzerwerb) – und nimmt dabei das Berufsfeld Schule mit seinen Entwicklungs- und Entfaltungsperspektiven sowie außerschulische Berufsfelder des Bildungssektors in den Blick.



PLAZ – Eine Entwicklungsagentur zur Reform der Lehrerbildung



Innovationsprojekt „Standards – Profile – Entwicklung – Evaluation (SPEE)“



PLAZ-Gäste aus Europa im Mathe-Treff



Feierliche Verabschiedung der Absolventinnen und Absolventen des Ersten Staatsexamens

# Paderborn Center for Advanced Studies in Computer Science and Engineering (PACE)

Das im Herbst 2005 gegründete Paderborn Center for Advanced Studies in Computer Science and Engineering – PACE ist die zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Paderborn für die Durchführung strukturierter Promotionsstudiengänge.

Kern und Ausgangspunkt des PACE ist die NRW International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“, ein 2001 durch das Land Nordrhein-Westfalen initiiertes Promotionsstudienprogramm im Bereich der angewandten Informatik. Zu den Gründungsmitgliedern des PACE gehören neben der International Graduate School das bereits im Frühjahr 2001 gestartete DFG-Graduiertenkolleg „Wissenschaftliches Rechnen“ sowie die seit Oktober 2005 von der DFG geförderte International Research Training Group „Geometry and Analysis of Symmetries“.

Die Integration weiterer auf Exzellenz ausgerichteter Promotionsprogramme ist geplant, insbesondere im Fall einer engen fachlichen Verbindung zu den Forschungsschwerpunkten der dem PACE bereits angehörenden Programme. Derzeit bereiten sich über 70 Doktoranden aus 17 Ländern im Rahmen des PACE auf ihre Promotion vor. Sie setzen sich in einem harten Auswahlverfahren mit über 1200 Bewerbern aus aller Welt durch. Der Ausländeranteil liegt bei ca. 50 %.

Der Vorstand des PACE setzt sich aus Vertretern der beteiligten Einrichtungen zusammen; Sprecher des PACE ist Prof. Dr. Wilhelm Schäfer, stellv. Vorsitzender Prof. Dr. Joachim Hilgert. Als Geschäftsführer fungiert PD Dr. Eckhard Steffen.

Ein international besetzter Beirat aus Wissenschaft, Industrie und Politik begleitet die Arbeit des PACE. In ihn wurden Dr. Michael Brinkmeier MdL, Gütersloh, Prof. Dr. Peter Gritzmann, Technische Universität München, Prof. Dr. Leon J. Osterweil, University of Massachusetts, Amherst, USA, Dr. Mathias Pätzold, Generalsekretär der Wissenschaftlichen Kommission des Landes Niedersachsen, Hannover, Prof. Dr. Erik Meineche Schmidt, University of Aarhus, Dänemark, sowie Prof. Dr. Erik Woldt, Hella KG aA Hueck & Co., Lippstadt, berufen. Weiterhin gehören der Rektor der Universität Paderborn und der Sprecher des PACE dem Beirat an.

<http://www.uni-paderborn.de/pace>

PADERBORN CENTER FOR ADVANCED STUDIES  
IN COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING (PACE)  
105



PACE-Eröffnungsfeier im Heinz Nixdorf MuseumsForum, 8.12.2006



Dr. Christian Bode, Generalsekretär des DAAD; Festvortrag „Innovation and Internationalization“, 8.12.2006



Vorstands- und Beiratsmitglieder des PACE

Von links: Dr. Eckhard Steffen, Dr. Michael Brinkmeier, Prof. Dr. Michael Dellnitz, Prof. Dr. Erik Woldt, Prof. Dr. Erik Meineche Schmidt, Prof. Dr. Leon J. Osterweil, Prof. Dr. Wilhelm Schäfer, Prof. Dr. Henning Krause, Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Prof. Dr. Peter Gritzmann, Stefan Wolf, Prof. Dr. Hans Kleine-Büning, Astrid Canisius, Prof. Dr. Joachim Hilgert, Dr. Mathias Pätzold

# Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCo)

Das Paderborner Institut für wissenschaftliches Rechnen ist eine interdisziplinäre zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Paderborn. An diesem Kompetenzzentrum sind Wissenschaftler aus den Fachgebieten Mathematik, Informatik, Elektrotechnik sowie Maschinenbau beteiligt. Insgesamt stellt dies eine schlagkräftige Bündelung der vorhandenen (und zukünftigen) Stärken an der Universität Paderborn im wissenschaftlichen Rechnen dar. Eine wesentliche Zielsetzung des PaSCo besteht darin, eine Brücke vom universitären wissenschaftlichen Rechnen in die realen industriellen Anwendungen zu schlagen. Auf diese Weise können unter Einsatz modernster Algorithmen, numerischer Verfahren und entsprechender Realisierungen in Software schwierige Anwendungsprobleme gelöst werden.

Die Universität Paderborn bietet mit ihrem Profil als „Universität der Informationsgesellschaft“ hierfür ein ideales Umfeld. Das im Jahr 2001 gegründete PaSCo ist als Kompetenzzentrum für das wissenschaftliche Rechnen zu einem international anerkannten Forschungsinstitut herangewachsen, das sich auf die besonderen Stärken in den Ingenieurwissenschaften stützt, mit Informatik und Mathematik als Basiswissenschaften. Das PaSCo legt einen eigenen Bericht vor. Eingebettet in das PaSCo ist das Graduiertenkolleg „Wissenschaftliches Rechnen“, das bis März 2010 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

## Mitglieder

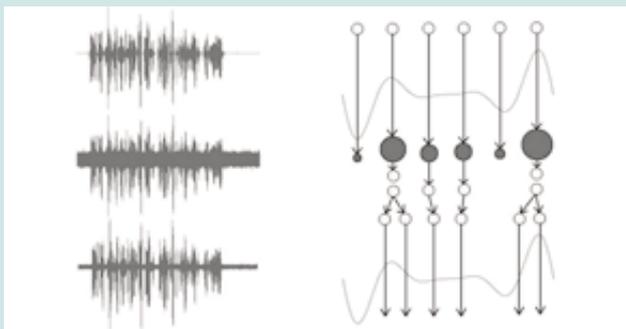
Prof. Dr. Johannes Blömer, Institut für Informatik  
 Prof. Dr. Peter Bürgisser, Institut für Mathematik  
 Prof. Dr. Michael Dellnitz (Vorsitzender), Institut für Mathematik  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik  
 Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik  
 Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide (stellv. Vorsitzender), Institut für Informatik  
 Prof. Dr. Burkhard Monien, Institut für Informatik  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek, Institut für Mechatronik und Konstruktionstechnik  
 Jun. Prof. Dr. Christian Sohler (Graduiertenkolleg), Institut für Informatik



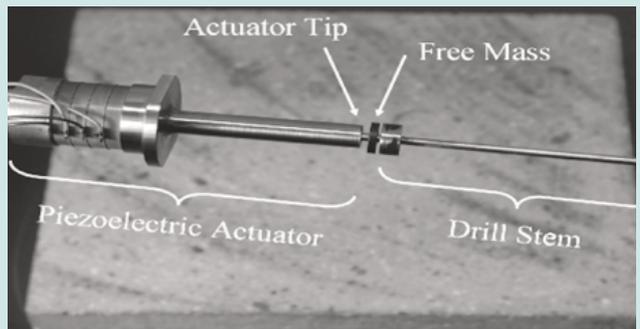
Die Stipendiaten des von der DFG geförderten PaSCo-Graduiertenkollegs „Wissenschaftliches Rechnen: Anwendungsorientierte Modellierung und Algorithmenentwicklung“



Präsentation eines AIBO-Fußballspiels beim „Tag der offenen Tür“ der Universität Paderborn im Juli 2005



Im Rahmen eines PaSCo-Projektes werden leistungsfähige Methoden zur Sprachsignalverbesserung entwickelt.



Die Bohrleistung eines solchen piezogetriebenen Bohrers kann mithilfe modernster numerischer Verfahren optimiert werden.

# s-lab – Software Quality Lab

Wann immer wir unsere Bankgeschäfte über das Internet erledigen, mobil telefonieren, mit Auto, Bahn oder Flugzeug unterwegs sind oder im Krankenhaus mit moderner Medizintechnik in Berührung kommen: Software spielt dabei eine entscheidende Rolle – Tendenz steigend!

Software nimmt mittlerweile eine Schlüsselfunktion in allen Lebensbereichen ein. Sie sorgt dafür, dass Produkte und Abläufe einwandfrei funktionieren. Eine hohe Qualität der Software ist dabei eine unabdingbare Voraussetzung. Denn mangelhafte Software kann erheblichen finanziellen und auch persönlichen Schaden anrichten. Deshalb steht heutzutage die Sicherstellung einer hohen Qualität von Software an erster Stelle einer kommerziellen Softwareentwicklung.

Das Software Quality Lab (s-lab) stellt sich dieser Aufgabe. Ziel ist, in enger Kooperation mit Unternehmen softwaretechnische Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, um die Unternehmen bei der Entwicklung qualitativ hochwertiger Softwareprodukte zu unterstützen. Zielgruppe sind kleine, mittelständische und große Unternehmen, die anspruchsvolle Software entwickeln, z.B. für den Automobil- oder Finanzsektor.

Das Leistungsspektrum des s-lab ist vielseitig: Es reicht von der Planung und Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten über Technologiestudien bis hin zur gemeinsamen Durchführung studentischer Bachelor- und Masterarbeiten. Hinzu kommen Weiterbildungsmaßnahmen, Anwender-Beratung, Software-Optimierung und Qualitätssicherung.

Das s-lab ist ein offenes Multi-Private-Public-Partnership-Institut für den Kompetenz- und Technologietransfer zwischen Industrie und Wissenschaft. Die offene Struktur des s-lab ermöglicht die Kooperation mit vielen Partnern. Bereits sechs assoziierte Industriepartner aus verschiedenen Branchen liefern die praxisnahen Fragestellungen für das s-lab.

Am s-lab beteiligen sich fünf Professoren aus dem Gebiet Softwaretechnik des Instituts für Informatik. Ihre Forschungsgruppen liefern die notwendigen wissenschaftlichen und softwaretechnischen Kompetenzen. Eine aktuelle Übersicht der Kooperationspartner und Projekte sowie Informationen zu Kooperationsmöglichkeiten findet man unter <http://s-lab.upb.de>.

<http://s-lab.upb.de>

S-LAB – SOFTWARE QUALITY LAB

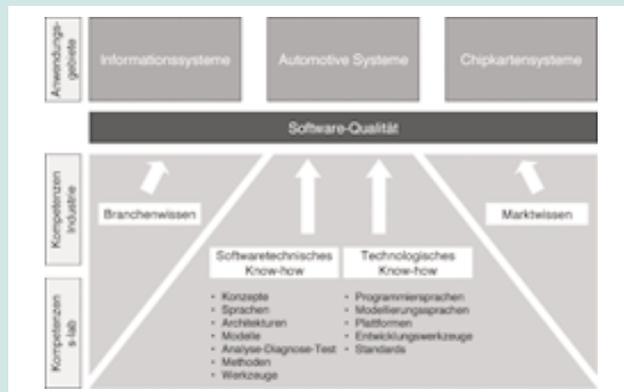
107



**Die Professoren des s-lab** (v. l. n. r.): Prof. Dr. Gregor Engels, Datenbank- und Informationssysteme; Prof. Dr. Uwe Kastens, Programmiersprachen und Übersetzer; Prof. Dr. Hans Kleine Büning, Wissensbasierte Systeme; Prof. Dr. Franz J. Rammig, Entwurf Verteilter Realzeitsysteme; Prof. Dr. Wilhelm Schäfer, Softwaretechnik



NRW-Innovationsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart eröffnet das s-lab



Themen und Kompetenzen des s-lab



Assoziierte Partner des s-lab

## Aktivitäten von Studierenden und Absolventen

Die **Fachschaft Elektrotechnik und Informationstechnik** ist die Vertretung aller Studierenden des gleichnamigen Institutes. Die Fachschaft bietet eine Reihe von Serviceleistungen, wie z. B. eine Klausur- und Buchausleihe, an. Dazu gehören auch das E-Labor, in dem die Studierenden die Möglichkeit zum Basteln und zum Experimentieren haben, sowie der Poolraum der Fachschaft. Ferner bietet die Fachschaft ein Orientierungstutorium für die Studierenden in den ersten beiden Semestern an. Dort wird in betreuten Kleingruppen die Möglichkeit gegeben, Arbeits- und Lerntechniken zu erlernen. Die Öffnungszeiten des Büros (P15.16.1) während der Vorlesungszeit sind Montag, Dienstag und Donnerstag 13 Uhr – 14 Uhr. E-Mail: [fset@upb.de](mailto:fset@upb.de)  
<http://fset.upb.de>

Die Arbeit des **Fachschaftsrates Mathematik Informatik** besteht in erster Linie darin, die Studierenden unserer Fakultät zu vertreten, ihnen mit Rat und Tat zur Seite zu stehen und diverse Serviceleistungen anzubieten. Dazu gehört etwa das Verleihen von Klausuren, das Verkaufen von Druckerseiten oder das kommentierte Vorlesungsverzeichnis. Außerdem vermittelt die Fachschaft zwischen Studierenden und Dozenten, wenn Probleme auftreten, und leitet Informationen von einer Seite an die andere weiter. Darüber hinaus sitzen die Fachschaftler in verschiedenen Gremien, wie z. B. der Studieninhaltskommission, dem Mentorenprogramm oder den Berufungskommissionen. Die Veranstaltungskritik ist ebenfalls ein wichtiger Aufgabenbereich. Sie ermöglicht allen Studierenden, eine anonyme Rückmeldung an die Dozenten zu geben. Die Ergebnisse fließen jährlich in die Wahl der Weierstraß-Preisträger mit ein.  
<http://www.die-fachschaft.de>

„Die Matiker – Freundinnen und Freunde der Mathematik und Informatik an der Universität Paderborn“ ist der Absolventenverein der Mathematiker und der Informatiker dieser Fakultät. Er wurde im Jahr 2000 gegründet und hat vielfältige Ziele: Zum einen möchte er es den Absolventen ermöglichen, den Kontakt untereinander und zur Universität Paderborn zu halten. Dazu informiert der Verein über Neuigkeiten, verschickt die Studierenden-Zeitung „Matik“, erstellt eine jährliche Chronik der Fakultät und veranstaltet ein jährliches Sommerfest. Zum anderen möchten die Matiker auch die heutigen Studierenden und die Fakultät unterstützen. So können Studierende beispielsweise Zuschüsse erhalten, wenn sie zu Fachtagungen fahren.

<http://www.die-matiker.de>

**Impressum**

**Herausgeber**

Fakultät für  
Elektrotechnik, Informatik und Mathematik  
Universität Paderborn

**Redaktion und Koordination**

Dr. Michael Laska (Leitung)  
Dipl.-Ing. Björn Griese,  
Elektrotechnik und Informationstechnik  
Dipl.-Wirt.-Ing. Ute Brüseke, Informatik  
Dr. Alexander Alldridge, Mathematik

**Anschrift**

Universität Paderborn  
Fakultät für  
Elektrotechnik, Informatik und Mathematik  
Warburger Straße 100  
33098 Paderborn  
Telefon +49-52 51-60 22 04  
Telefax +49-52 51-60 39 91  
<http://www.uni-paderborn.de/eim/>

**Layout und Realisation**

junit – Netzwerk Visuelle Kommunikation,  
Frauke Walter, Bünde

**Druck**

Merkur Druck, Detmold

**Stand**

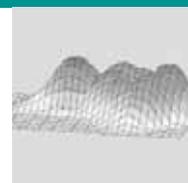
Januar 2007



INSTITUT  
FÜR ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK

INSTITUT  
FÜR INFORMATIK

INSTITUT  
FÜR MATHEMATIK



**UNIVERSITÄT PADERBORN**  
*Die Universität der Informationsgesellschaft*

Fakultät für  
Elektrotechnik, Informatik  
und Mathematik

Warburger Straße 100  
33098 Paderborn

Telefon +49-52 51-60 22 04  
Telefax +49-52 51-60 39 91

<http://www.uni-paderborn.de/eim/>