



**TECHNISCHE FAKULTÄT DER  
CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT  
ZU KIEL**



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**almanach 07**

Herausgeber:  
Dekanat Technische Fakultät  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Kaiserstraße 2, 24143 Kiel  
Tel.: 0431/880-6001, -6068  
Fax: -6003  
dekanat@tf.uni-kiel.de  
<http://www.tf.uni-kiel.de>

Redaktion: Dr. Frank Paul

Verantwortlich für die Inhalte: die Professoren der TF  
Entwurf des Layouts: Jörg Masuch, Elmshorn

Der Almanach kann auch von den Web-Seiten der Fakultät heruntergeladen werden  
Auflage 250  
Kiel, den 20.4.2008

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	5
<i>Elektrotechnik und Informationstechnik</i>	
Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik . . . . .	7
Automatisierungs- und Regelungstechnik . . . . .	9
Halbleitertechnik . . . . .	17
Halbleitertechnologie . . . . .	19
Hochfrequenztechnik . . . . .	21
Informations- und Codierungstheorie . . . . .	33
Leistungselektronik und Elektrische Antriebe . . . . .	39
Nachrichten- und Übertragungstechnik . . . . .	49
Netzwerk- und Systemtheorie . . . . .	59
Numerische Feldberechnung . . . . .	67
Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik . . . . .	73
<i>Informatik</i>	
Institut für Informatik . . . . .	75
Diskrete Optimierung . . . . .	77
Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme . . . . .	83
Algorithmische optimale Steuerung - CO2 Aufnahme des Meeres . . . . .	89
Angewandte Informatik (Wirtschaftsinformatik) . . . . .	91
Kognitive Systeme . . . . .	95
Kommunikationssysteme . . . . .	103
Multimediale Systeme zur Informationsverarbeitung . . . . .	107
Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion . . . . .	113
Rechnergestützte Programmentwicklung . . . . .	123
Scientific Computing . . . . .	127
Softwaretechnologie . . . . .	131
Technische Informatik . . . . .	137
Technologie der Informationssysteme . . . . .	141
Theoretische Informatik . . . . .	149
Theorie der Parallelität . . . . .	153
<i>Materialwissenschaft</i>	
Institut für Materialwissenschaft . . . . .	159
Allgemeine Materialwissenschaft . . . . .	161
Anorganische Funktionsmaterialien . . . . .	171
Materialverbunde . . . . .	179
Mikrostrukturanalytik . . . . .	197
Funktionale Nanomaterialien . . . . .	213
Werkstoffmechanik . . . . .	221

Polymerbasierte Multikomponentenwerkstoffe . . . . .	225
CMA Centrum für Materialanalytik / TF-Praktika für Studierende der Ingenieurstudiengänge . . . . .	227
<i>Verwaltung</i>	
Förderverein der Technischen Fakultät . . . . .	231
Dekanat . . . . .	233

Liebe Leserinnen und Leser,

mit dem vorliegenden Bericht für das Jahr 2007 geben wir Ihnen erneut eine Übersicht über die Lehr- und Forschungsaktivitäten der einzelnen Arbeitseinheiten der Fakultät an die Hand. Überzeugen Sie sich selbst, dass die von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Fakultät geleistete Arbeit sehr erfolgreich war. Dies dokumentiert sich einerseits in der Qualität und Anzahl von Veröffentlichungen und der Menge der eingeworbenen und bearbeiteten Drittmittelprojekte, andererseits aber auch in den strukturellen Veränderungen, mit denen die Fakultät die im Struktur- und Entwicklungsplan (STEP) festgelegten Ziele verwirklicht.

Was waren die Glanzpunkte im Jahr 2007 an der TF? Bestimmt zählen die beiden Baumaßnahmen „Transmissionselektronenmikroskop“ (TEM) und „Kieler Nanolabor“ dazu. Bereits 2006 wurde mit dem Bau eines hochinstallierten Labors für das TEM begonnen. Er konnte in 2007 abgeschlossen werden. Damit konnte auch begonnen werden, das TEM aufzubauen. Anfang 2008 wird es den Nutzern übergeben werden und steht dann der Wissenschaft zur Verfügung. Die zweite große Baumaßnahme war die des Kieler Nanolabors, das aus einem Reinraum der Klasse 100 und weiteren Labors für die Belange der Materialwissenschaft sowie der Elektrotechnik und Informationstechnik besteht. Mit diesem Labor stehen im Kieler Raum, beziehungsweise abgesehen vom Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie in Itzehoe in Norddeutschland, einzigartige Forschungsmöglichkeiten zur Verfügung. Durch die großzügige finanzielle Unterstützung seitens des Wissenschafts- und Wirtschaftsministerium unter Minister Austermann kann dieses Labor mit hervorragenden Geräten ausgestattet werden, die nicht nur die eigene Forschung an der TF voranbringen können, sondern auch und vor allem Kooperationen mit der einheimischen Wirtschaft dienen werden.

Im Bereich neu ausgeschriebener Professuren gibt es zu berichten, dass um den Jahreswechsel 2007/2008 eine neue Kollegin als Nachfolge Dirks gewonnen werden konnte: Frau Dr. Martina Gerken aus Karlsruhe wird künftig ab April 2008 die Professur „Grundlagen der Elektrotechnik und Modellierung nanotechnischer Systeme“ innehaben. Die Nachfolge Seegebrecht konnte trotz hervorragender Bewerbungen noch nicht abschließend besetzt werden. Die Verbindungen der TF mit dem Exzellenzcluster „Future Ocean“ konnte durch die Berufung von Dr. Thomas Slawig aus Berlin gestärkt werden. Thomas Slawig ist im Institut für Informatik beschäftigt und vertritt das Themengebiet „CO<sub>2</sub>-Aufnahme des Meeres“ im Exzellenzcluster. Erfolgreich ist die TF auch in der neu eingeworbenen Graduiertenschule „Human Developments in Landscapes“ vertreten. Insgesamt festigt dies alles die Verbindungen der TF mit anderen Einrichtungen der Universität.

Im Bereich der Drittmittelinwerbung durch die verschiedenen Arbeitsgruppen in der TF gibt es die höchstfreudliche Mitteilung: erstmals gelang es den Forschern mehr als 10 Mio EUR einzuwerben. Dies dokumentiert den hohen Stand der Kieler Forschung und die Leistungsfähigkeit aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Technischen Fakultät auf besondere Weise.

Neben dem Bericht über die Leistungen und Ereignisse der Fakultät hat der Almanach eine weitere wichtige Funktion. Er soll als Informationsquelle in verständlicher Form für Anknüpfungsmöglichkeiten mit Firmen dienen, die ein Interesse an unserer Arbeit haben. Professoren und Mitarbeiter freuen sich auf fruchtbare Gespräche zur Umsetzung unserer Tätigkeit in die industrielle Welt. Selbstverständlich dient der Almanach auch dazu, unsere Kompetenz in Politik, Verbänden, anderen Bereichen der CAU sowie anderen Hochschulen und Forschungsinstituten deutlich zu machen. Auf Ihre Reaktion freuen wir uns.



Prof. Dr. Manfred Schimmler  
 Dekan der Technischen Fakultät

# almanach 07

# Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

Das im Jahre 2006 neu gegründete Institut für Elektrotechnik & Informationstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel umfasst zur Zeit 9 Professuren (plus eine externe Professur in Verbindung mit dem FhG-Institut ISIT in Itzehoe) mit 7 Sekretariaten, 7 Laboringenieuren und 36 wiss. Mitarbeitern. Durch die Neugründung ist eine bessere Außendarstellung zu beobachten. Im Jahre 2007 konnte Frau Dipl.-Ing. Kirstin Scholz als Instituts-Assistentin gewonnen werden.

Im Institut für Elektrotechnik & Informationstechnik bestehen kooperative Forschungsschwerpunkte zu den Themen *Information Engineering* (zusammen mit dem Institut für Informatik) und *Nanosystemtechnik* (zusammen mit dem Institut für Materialwissenschaft und der Physik). Das Institut ist an drei übergreifenden Forschungsaktivitäten aktiv beteiligt: dem Forschungsnetzwerk *Cewind Kompetenzzentrum Windenergie* ([www.cewind.de](http://www.cewind.de)), dem Exzellenzcluster *The Future Ocean* der CAU ([www.uni-kiel.de/future-ocean/](http://www.uni-kiel.de/future-ocean/)) und dem *Computational Science Center* (CSC) der CAU ([www.informatik.uni-kiel.de/csc/](http://www.informatik.uni-kiel.de/csc/)).

Im Jahr 2008 sind drei Professuren des Instituts für Elektrotechnik & Informationstechnik neu zu besetzen (Prof. Dirks, Prof. Seegebrecht und Prof. Heuberger (ISIT)), eine vierte Professur wird erstmalig installiert. Durch entsprechende Widmungen bei den Neubesetzungen der bereits existierenden Professuren stärkt das Institut seine Kompetenz im Forschungsbereich *Nanosystemtechnik*. Frau Dr. Gerken (Universität Karlsruhe) hat einen Ruf auf die W3-Professur *Grundlagen der Elektrotechnik und Modellierung nanotechnischer Systeme* angenommen und tritt ab April 2008 die Nachfolge von Prof. Dirks an. Die Verhandlungen zur Besetzung der W3-Professuren *Nanoelektronik* (Nachfolge von Prof. Seegebrecht) und *Mikro- und Nanosystemtechnik* (Nachfolge von Prof. Heuberger) laufen. Mit der erstmaligen Besetzung der W2-Professur *Funkkommunikation* wird das Institut seine Aktivitäten im Bereich *Information Engineering* ausbauen. Die Berufungsvorträge für diese Professur fanden Ende 2007 statt. Der entsprechende Ruf wird voraussichtlich im Frühjahr 2008 erteilt.

Im Zuge des Bologna-Prozesses bietet das Institut für Elektrotechnik & Informationstechnik seit Beginn des WS 2007/08 erstmals Bachelor of Science (BSc)-Programme an. Studienanfänger können am Institut zurzeit folgende Studiengänge belegen:

- Elektrotechnik & Informationstechnik: 7-sem. Studium mit Wahlbereichen, Abschluss: B.Sc.
- Wirtschaftsingenieur in Elektrotechnik & Informationstechnik: 7-sem. Studium, Abschluss: B.Sc.
- *Master of Science in Digital Communications*: 4-sem. Studium, komplett auf Englisch, insbesondere für ausländische Studierende mit qualifiziertem BSc-Abschluss.

Die genannten B.Sc.-Studiengänge wurden im Jahre 2007 von der Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik e.V (ASIIN) akkreditiert. Auf den BSc-Programmen aufbauende 3-sem. Master of Science (MSc)-Programme sind in Planung.

Für Studierende in höheren Semestern bietet das Institut die folgenden drei Diplomstudiengänge an:

- *Elektrotechnik & Informationstechnik*: 10-sem. grundständiger Studiengang, 3 Studienrichtungen, Abschluss: Dipl.-Ing.
- *Elektrotechnik & Informationstechnik*: 4-sem. Ergänzungsstudium für FH-Absolventen (oder äquivalente Abschlüsse), 3 Studienrichtungen, Abschluss: Dipl.-Ing.
- *Wirtschaftsingenieur in Elektrotechnik & Informationstechnik*: 10-sem. grundständiger Studiengang, Abschluss: Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Das Institut für Elektrotechnik & Informationstechnik bot 2007 Schülergruppen aus dem Kieler Umland im Rahmen der Schul-AG der Technischen Fakultät die Gelegenheit, in einem Labor zu arbeiten, und veranstaltete die Projektwoche *Mobilfunk* für eine Schülergruppe aus Schleswig-Holstein.

Im Jahr 2007 wurden zwei Professoren des Instituts für Elektrotechnik & Informationstechnik mit nennenswerten Auszeichnungen geehrt. Prof. U. Heute erhielt den EURASIP *Meritorious Service Award* "for fundamental activities in speech processing and for continuous commitment with EURASIP in this last fifteen years in almost all aspects". Prof. R. Knöchel wurde zum *IEEE Fellow* ernannt. Die Widmung lautet "for contributions to microwave systems and sensors for industrial process control".

# Automatisierungs- und Regelungstechnik

Im Jahr 2007 haben den Lehrstuhl ART zwei verdiente und langjährige Mitarbeiter verlassen. Mit Ablauf des WS 06/07 ist Herr PD. Dr.-Ing. habil. Kourosh Kolahi zu unserem Projektpartner Krohne-Messtechnik nach Duisburg gewechselt und Mitte Dezember ging unsere Sekretärin Frau Inge Baumann nach langjähriger Tätigkeit als Lehrstuhlsekretärin in den vorgezogenen Ruhestand.

Nachfolger von Herrn Dr. K. Kolahi im Projekt Coriolis-Massendurchflussmessung ist Herr Dipl.-Ing. Felix Koschmieder, der nach Abschluss seiner Diplomarbeit am Lehrstuhl ART als neuer wissenschaftlicher Mitarbeiter unser Team ergänzt.

Im März hat Herr Andreas Buchen seine Promotion zum Dr.-Ing. mit Bravour bestanden und eine verantwortungsvolle Stelle bei HDW angetreten.

Wissenschaftlich war das Jahr 2007 für den Lehrstuhl sehr erfolgreich. Wir haben ein Konzept zur Prädiktion der Zellzahl bei der Fermentation von Milchsäurebakterien mit Hilfe rekurrenter neuronaler Netze entwickelt und sind gespannt auf die experimentelle Erprobung im kommenden Jahr bei der Fa. Danisco in Niebüll. Im Projekt Coriolis-Massendurchflussmessung ist uns bei der Regelung des CMD ein Durchbruch gelungen. Da die Bestimmung von Empfindlichkeit und Nullpunkt einen zyklischen Zustandswechsel des CMD erforderlich macht und immer der eingeschwingene Zustand abgewartet werden muss, bevor eine Korrektur des gemessenen Massendurchflusses durchgeführt werden kann, spielt das Einschwingverhalten des CMD eine entscheidende Rolle. Eine neuartige dynamische Beschreibung des sehr schwach gedämpften Schwingungssystems in Zeigergrößen war der entscheidende neue Ansatz, um das Regelproblem durch Regelung von Imaginär- und Realteil der Zeigergrößen lösen zu können.

Über unsere Forschungsaktivitäten haben wir auf einer Reihe von Konferenzen im In- und Ausland ausführlich berichtet.

Der Lehrstuhl arbeitet auf folgenden Gebieten:

**Messtechnik:** Coriolis-Massendurchflussmessung, Dichtemessung, Druckmessung

**Biotechnologie:** Modellbasierte Prozessführung zur Kultivierung des Bakteriums *Streptococcus thermophilus*, Software Sensoren, Biomassebestimmung, neuronale Netze

**Medizintechnik:** Flachheitsbasierte Regelung des Glucosespiegels bei Diabetes-Patienten

**Nichtlineare Regelung:** Aufschwingen des Doppelpendels

## Ergebnisse

### Modellbasierte Prozessführung zur Kultivierung des Bakteriums *Streptococcus thermophilus*

Das Bakterium *Streptococcus thermophilus* (Abb. 1) ist ein essentieller Bestandteil bei der Erzeugung von Milchprodukten wie Joghurt und Käse. In der Milchindustrie dient dieses Bakterium dabei als Starterkultur. Die Herstellung von *Streptococcus thermophilus* erfolgt noch immer nach traditionellen Methoden, wobei vor allem Erfahrungswerte sowie experimentelle Untersuchungen eine Hauptrolle spielen.

Durch die Schaffung neuer Märkte (z. B. Asien) und die Entwicklung neuer Produkte (z. B. Molke Drinks), ist der Bedarf an Starterkulturen in den letzten Jahren stark angestiegen. Durch diese immer höher werdenden Anforderungen an Ausbeute, aber auch Produktqualität und Herstellungsverfahren, reichen die herkömmlichen Produktionsverfahren für die Herstellung der Starterkulturen nicht mehr aus.

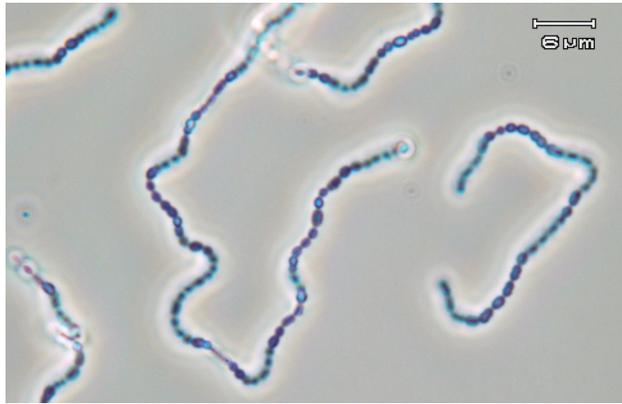


Abb. 1: *Streptococcus thermophilus*

Aus diesem Grund ist eine Prozessoptimierung hinsichtlich Qualität und Ausbeute des gewünschten Endproduktes notwendig. Mit Hilfe der innovativen Methode selbstlernender künstlicher Neuronaler Netze werden Beobachter entworfen, die nicht online messbare Zustände schätzen können, ohne auf ein vorher entwickeltes Modell zurückzugreifen. Des Weiteren werden Prozessstrategien realisiert, welche in der Lage sind, den Fermentationsverlauf zu präzisieren, wodurch Arbeitsschritte während der Herstellung der Starterkulturen, beispielsweise die Kühlung des Fermenterinhalt, zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt werden können.

Die bisher erzielten Resultate in diesem Projekt sind sehr vielversprechend und rufen reges Interesse aus der Industrie und Wissenschaft hervor. Erste Ergebnisse der online-Schätzung von Biomasse sowohl mit neuronalen Netzen als auch mit Hilfe modellbasierter Methoden konnten mit Unterstützung der DFG im Rahmen der International Conference on Control and Applications in Montreal vorgestellt werden.

Die Präsentation bei einem potentiellen Anwender dieser Methodik verlief so positiv, dass die dortigen Entscheidungsträger einem gemeinsamen Projekt sehr aufgeschlossen gegenüber stehen.

### Coriolis-Massendurchflussmessung

Coriolis-Massendurchflussmesser (CMD) zeichnen sich durch ihre hohe Messgenauigkeit aus. Außer dem Massendurchfluss können sie die Dichte des durchfließenden Mediums messen. Gleichzeitig ist der Messwert unabhängig von den Eigenschaften des zu messenden Mediums wie z.B. Druck, Temperatur, elektrische und thermische Leitfähigkeit. Die Messgenauigkeit wird allerdings durch Einflüsse wie Gasblasen im Medium oder die Viskosität des Mediums beeinflusst, wodurch die Messungenauigkeit ansteigt und es sogar zu einem vollständigen Ausfall des Sensors bei einem großen Gasanteil im Messmedium kommt.

Die Anregung der Schwingung des ersten Eigenmodes erfolgt in der Eigenfrequenz, um einen maximalen Signal-Rauschabstand zu erreichen. Da es sich um eine sinusförmige Anregung handelt, bietet sich eine Beschreibung des mathematischen CMD-Modells mit Zeigergrößen an. Für die Regelung des CMD mit Zeigergrößen werden zurzeit neue Regelkonzepte untersucht, die in Verbindung mit einer neuartigen Auswertung der Messsignale eine Detektion von Änderungen des Nullpunktes und der Sensitivität auch unter schwierigen Prozessbedingungen wie Gasblasen im Messmedium ermöglichen.

In einer Diplomarbeit wurden unterschiedliche modellbasierte Konzepte für die Regelung sowie neuartige Verfahren zur Bestimmung der internen Kenngrößen des CMD untersucht, mit denen die Korrektur von Empfindlichkeit und Nullpunkt im laufenden Betrieb des CMD ohne einen Zustandswechsel des Messgerätes gelingt.

Einen Durchbruch erzielten wir bei der Entwicklung eines Regelverfahrens zur gleichzeitigen Regelung von Frequenz und Amplitude des CMD. Das Konzept werden wir im nächsten Jahr auf der Konferenz Sensoren und Messsysteme in Ludwigsburg vorstellen.

### Flachheitsbasierte Regelung des Blutglucosespiegels bei insulinpflichtigen Diabetespatienten

Die Normalisierung der Blutglukosewerte bei Patienten mit Diabetes mellitus ist von großer Bedeutung für die Prävention der lebensgefährlichen Spätschäden dieser schweren Stoffwechselerkrankung. Ziel unserer Forschungsarbeiten ist die Entwicklung eines Systems zur Regelung des Blutglukosespiegels insulinpflichtiger Typ 1 und Typ 2 Diabetes-Patienten. Mit diesem System soll durch eine bedarfsgerechte Insulinzufuhr eine für die Diabetiker normale Blutglukoseeinstellung erreicht werden.

Basierend auf mathematischen Modellen der Insulinwirkung (Patientenmodell) und des Einflusses der Nahrungsaufnahme (Störgrößenmodell) wurde eine flachheitsbasierte Regelstrategie entwickelt. Diese Regelstrategie wurde um adaptive Komponenten zur Berücksichtigung der tageszeitabhängigen basalen Insulinbedürfnisse bzw. der variablen Insulinsensitivität des Patienten erweitert und in Simulationen überprüft.

Zur experimentellen Identifikation des Patientenmodells werden zz. in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner tecura GmbH Untersuchungen an Patienten durchgeführt. Um die intra- bzw. interindividuelle Variabilität in der Insulinwirkung zu überprüfen, werden mit jedem Patienten je 3 Untersuchungen an unterschiedlichen Tagen vorgenommen und die entsprechenden Modelle nach der Identifikation miteinander verglichen. Die dabei beobachteten Unterschiede zwischen den Patienten bestätigten nochmals die Notwendigkeit der patientenspezifischen Identifikation.

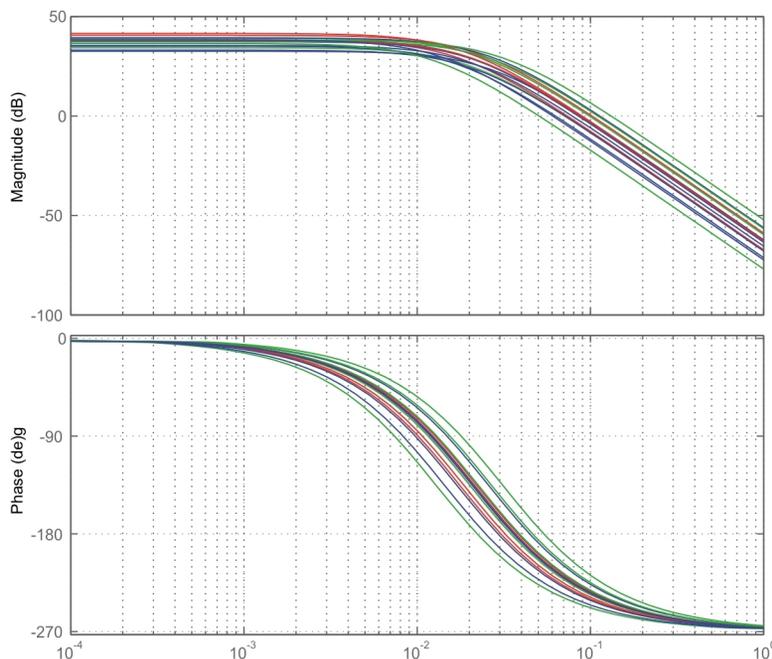


Abb. 2: Modelle der Insulinwirkung, resultierend aus 19 Versuchen bei 9 Patienten

Die Untersuchung der intraindividuellen Unterschiede zeigte bei manchen Patienten eine sehr gute Reproduzierbarkeit des dynamischen Verhaltens der identifizierten Modelle. Bei anderen Patienten wurden größere Unterschiede beobachtet. Dieser Variabilität wird durch die adaptiven Komponenten im Regelalgorithmus Rechnung getragen. Nach Zustimmung der Ethikkommission werden in Kürze auch Untersuchungen zur Identifikation der Störfunktionen durchgeführt.

In einer Kooperation mit dem Institut für Informatik wurde eine Strategie zur Portierung des Regelalgorithmus aus Matlab/Simulink auf den Pocket PC erarbeitet. Es wurde auch ein Konzept entwickelt, das der drahtlosen (Bluetooth-basierten) Netzwerkkommunikation zwischen den Hauptkomponenten des Systems Pocket PC, Blutzucker-Messsystem und Insulinpumpe dient. Eine Diplomarbeit wurde in diesem Zusammenhang erfolgreich abgeschlossen. Derzeit wird an der technischen bzw. programm-technischen Vernetzung der einzelnen Komponenten gearbeitet. Entwickelt wurde ein Software-Modul zur Interpretation des vom Sensorsystem erfassten Messsignals.

## Regelung nichtlinearer Systeme

Die nichtlineare Trajektorienplanung zur Lösung von nichtlinearen Zwei-Punkt Randwertproblemen wird in zunehmendem Maße für die Lösung unteraktuierter und nichtlinearer Systeme eingesetzt. Hierbei wird nach Festlegung einer Zustandstrajektorie mit Hilfe eines linearen Reglers das nichtlineare System auf der vorausberechneten Trajektorie geführt. Die Trajektorienplanung erfolgt über die Lösung eines Zwei-Punkt Randwertproblems wobei die instabile Nulldynamik des unteraktuerten nichtlinearen System es erforderlich macht, die Trajektorienplanung über frei wählbare Ansatzfunktionen (z. B. Polynome, orthogonale Funktionensysteme o. Ä.) durchzuführen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde die Trajektorienplanung über die Lösung eines Zwei-Punkt Randwertproblems sowohl für das Single Inverted Pendulum (SIP) als auch für das Double Inverted Pendulum (DIP) durchgeführt. Als Ansatzfunktionen wurden Sinus- und Cosinus-Funktionen gewählt.

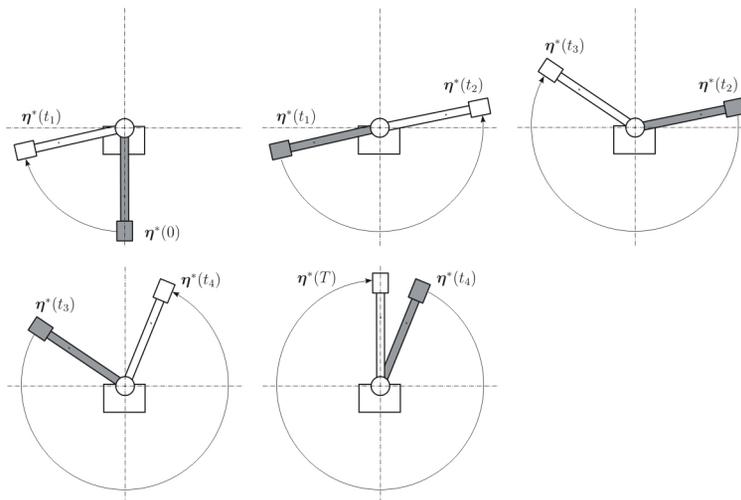


Abb. 3: Aufschwingen des Einfachpendels

Das neue Regelkonzept soll zunächst an dem einfach invertierten Pendel auf einem Wagen erprobt und mit dem bereits existierenden Konzept (partial feedback linearisation, forwarding) verglichen werden. In einem zweiten Schritt ist die Übertragung und Erweiterung des Regelungskonzeptes auf den Versuchsaufbau Doppelpendel auf einem Wagen vorgesehen. Da das Doppelpendel 3 instabile und 1 stabile Gleichgewichtslagen besitzt, ist es von großem Reiz, die instabilen Zustände des Doppelpendels über individuell zu planende Trajektorien anzusteuern. Beim Erreichen des Trajektorienendpunktes wird in der Regel auf eine stabilisierende lineare Regelung umgeschaltet. Eine Umsetzung des Regelkonzeptes für das SIP steht unmittelbar vor dem Abschluss. Eine Übertragung auf das DIP dürfte dann keine prinzipiellen Schwierigkeiten mehr bereiten.

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. H. Röck; Sekretariat: I. Baumann  
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) M. Lieb

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Ing. D. Barth	01.01.-31.12.2007	CAU
Modellbasierte Prozessführung in der Biotechnologie		
Dipl.-Ing. J. Hörmann	01.01.-31.12.2007	CAU
Modellbasierte Prozessführung in der Biotechnologie		
PD Dr.-Ing. K. Kolahi	01.01.-15.03.2007	Ind.
Coriolis-Massendurchflussmessung, Biomassebestimmung		
Dipl.-Ing. F. Koschmieder	15.03.-31.12.2007	CAU
Coriolis-Massendurchflussmessung		
Dipl.-Ing. P. Papazov	01.01.-31.12.2007	TSH
Modellgestützte prädiktive Regelung der Insulinabgabe		
Dipl.-Ing. E. Papazova	01.01.-31.12.2007	Ind.
Modellgestützte prädiktive Regelung der Insulinabgabe		
Prof. Dr. E. Pawluk	01.01.-31.12.2007	Ind.
Nichtlineare Regelung		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Regelungstechnik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 H. Röck (+ P. Papazov)

Regelungstechnik III, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 H. Röck (+ J. Hörmann)

Digitale Regelungstechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 H. Röck (+ D. Barth)

Regelungstechnik I, 3 Std. Praktikum/Woche,  
 H. Röck (+ D. Barth, J. Hörmann, P. Papazov)

Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik, 3 Std. Seminar/Woche,  
 H. Röck

Messtechnik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 K. Kolahi (+ K. Kolahi)

Automatisierungstechnik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 K. Kolahi (+ K. Kolahi)

Ausgewählte Kapitel der Automatisierungstechnik, 3 Std. Vorlesung/Woche,  
 K. Kolahi

### Sommer 2007

Regelungstechnik II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H. Röck (+ J. Hörrmann)

Robuste Regelung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H. Röck (+ D. Barth)

### Winter 2007/2008

Regelungstechnik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H. Röck (+ F. Koschmieder)

Regelungstechnik III, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H. Röck (+ J. Hörrmann)

Digitale Regelungstechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H. Röck (+ D. Barth)

Regelungstechnik I, 3 Std. Praktikum/Woche,  
H. Röck (+ D. Barth, J. Hörrmann, F. Koschmieder)

Ausgewählte Kapitel der Regelungstechnik, 3 Std. Seminar/Woche,  
H. Röck

### Drittmittel

Krohne-Messtechnik, *Coriolis-Massendurchflussmessung*, 01.01.-31.12.2007 (65000 EUR)

Technologiestiftung Schleswig-Holstein, *Regelung der Insulinabgabe*, 01.01.-31.12.2007 (70000 EUR)

### Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Fa. Krohne-Messtechnik, Duisburg: Modellgestützte Coriolis-Massendurchflussmessung

Fa. Danisco: Modellbasierte Prozessführung zur Kultivierung des Bakteriums *Streptococcus thermophilus*

Institut für Physiologie der Ernährung der Bundesanstalt für Milchwirtschaft / Fa. tecura / Fa. Pegasus: Flachheitsbasierte Regelung des Glucosespiegels bei insulinpflichtigen Diabetes-Patienten

Institut für Informatik der CAU Kiel: Flachheitsbasierte Regelung des Glucosespiegels bei insulinpflichtigen Diabetes-Patienten

### Diplom- und Master-Arbeiten

F. Koschmieder, *Untersuchung moderner Regelkonzepte für den Coriolis-Massendurchflussmesser (CMD) (DA)*,  
14.02.2007

G. Claasen, *Modellbildung und flachheitsbasierte Regelung des Blutzuckerspiegels insulinpflichtiger Diabetiker (SA)*,  
15.03.2007

W. Röttger, *Entwurf einer Softwarearchitektur für einen Pocket-PC zur modellbasierten Glucosestoffwechselführung insulinpflichtiger Diabetis-Patienten (DA)*, 01.10.2007

T. Schulz, *Untersuchung verschiedener Regelkonzepte an der Verladebrücke (SA)*, 07.10.2007

A. Weber, *Digitale Regelung des Blutglucosespiegels bei Diabetispatienten - Erprobung des Regelkonzeptes an einem Analogrechnermodell (SA)*, 15.10.2007

S. Johannes, *Modellprädiktive Regelung eines biotechnologischen Prozesses am Beispiel des Bakteriums *Streptococcus thermophilus* (SA)*, 17.10.2007

E. Peter, *Vorsteuerentwurf und Trajektorienfolgeregelung für unteraktueierte Systeme (DA)*, 31.12.2007

## ■ Dissertationen / Habilitationen

A. Buchen, *Modellierung des Wachstums und der Einschlusskörperbildung des Bakteriums Photorhabdus luminescens*, 16.03.2007

## ■ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- J. Hörmann, D. Barth, H. Röck, *Software-Sensor basierte Online-Schätzung von Biomasse*, DECHEMA/GVC Vortrags- und Diskussionstagung: Aufarbeitung biotechnologischer Produkte, (2007)
- D. Barth, J. Hörmann, H. Röck, *Comprehensive Model for the Cultivation of Streptococcus thermophilus*, European BioPerspectives 2007, Köln, (2007)
- J. Hörmann, D. Barth, M. Kräling, H. Röck, *State Estimation in Bioprocesses - Extended Kalman Filter vs. Neural Networks*, Proceedings of 9th IASTED International Conference on Control and Application 2007, Montreal, Canada, (2007)
- H. Röck, T. Schröder, K. Kolahi, F. Koschmieder, *Flatness-Based Control of a Coriolis Mass Flowmeter*, 8th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments ISMTII 2007, Sendai, Japan, (2007)
- D. Barth, J. Hörmann, H. Röck, *Modellbasierte Prozessoptimierung der Herstellung von Streptococcus thermophilus als Starterkultur*, ProcessNet Jahrestagung 2007, Aachen, (2007)
- D. Barth, J. Hörmann, H. Röck, *Modellbasierte Prozessoptimierung der Herstellung von Streptococcus thermophilus als Starterkultur*, Chemie Ingenieur Technik, **9**, (2007)

## ■ Präsentationen

- J. Hörmann, D. Barth, H. Röck, *Software-Sensor basierte Online-Schätzung von Biomasse*, DECHEMA/GVC Vortrags- und Diskussionstagung: Aufarbeitung biotechnologischer Produkte, Osnabrück, 14.-16.05.2007
- D. Barth, J. Hörmann, H. Röck, *Comprehensive Model for the Cultivation of Streptococcus thermophilus*, European BioPerspectives 2007, Köln, 30.05.-01.06.2007
- J. Hörmann, D. Barth, M. Kräling, H. Röck, *State Estimation in Bioprocesses - Extended Kalman Filter vs. Neural Networks*, IASTED International Conference on Control and Application 2007, Montreal, Canada, 30.05.-01.06.2007
- M. Kräling, *Einführung in die künstlichen Neuronalen Netze in der Automatisierungstechnik*, Projektvorstellung bei Fa. Danisco, Niebüll, 13.09.2007
- J. Hörmann, *Einsatz künstlicher Neuronaler Netze für die Prozessoptimierung am Beispiel der Fermentation von Streptococcus thermophilus*, Projektvorstellung bei Fa. Danisco, Niebüll, 13.09.2007
- H. Röck, T. Schröder, K. Kolahi, F. Koschmieder, *Flatness-Based Control of a Coriolis Mass Flowmeter*, 8th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments ISMTII 2007, Sendai, Japan, 24.-27.09.2007
- D. Barth, J. Hörmann, H. Röck, *Modellbasierte Prozessoptimierung der Herstellung von Streptococcus thermophilus als Starterkultur*, ProcessNet Jahrestagung 2007, Aachen, 16.-18.10.2007

## ■ Andere Aktivitäten und Ereignisse

### Auswahl ehrenamtlicher Tätigkeiten von Prof. Röck

Mitglied des GMA Arbeitskreises Theoretische Verfahren der Regelungstechnik

Mitglied des Arbeitskreises der Hochschullehrer für Messtechnik (AHMT)

Leiter der Fachbibliothek Ingenieurwissenschaften

Mitglied des Prüfungsausschusses Elektrotechnik und Informationstechnik



## Halbleitertechnik

Der bisherige Vertreter der Professur für „Halbleitertechnik“ Prof. Dr.-Ing. Peter Seegebrecht wurde am 31.3.2007 in den Ruhestand verabschiedet.

Die Professur wurde 2006 zur Neubesetzung ausgeschrieben. Das Besetzungsverfahren dauert noch an. Mit einer Wiederbesetzung ist im Jahr 2008 zu rechnen.

### Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. P. Seegebrecht; Sekretariat: Stefanie Benecke

Technisches Personal: Dipl.-Ing. N. Röschmann

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Ing. Y. Kreevenko Hochtemperaturelektronik	01.07.2002-31.03.2007	BMBF
Dipl.-Ing. T. Naeve Bluespot	01.08.2003-31.07.2007	CAU

17  
a  
l  
m  
a  
n  
a  
c  
h

# almanach 07

## Halbleitertechnologie

Der bisherige Inhaber der Professur „Halbleitertechnologie“, Prof. Anton Heuberger ging zum 1.4.2007 in den Ruhestand.

Die mit der Professur verbundene Leitung des Fraunhofer-Instituts für Siliziumtechnologie, Itzehoe ISiT wurde im Jahre 2006 zur Besetzung ausgeschrieben, konnte 2007 aber noch nicht wieder besetzt werden. Dies wird voraussichtlich im Jahre 2008 geschehen.

# almanach 07

# Hochfrequenztechnik

Die Arbeitsgebiete des „Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik“ der CAU umfassen „Ultra-Breitbandtechnik“, „Verstärkerprinzipien für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme“, „Mikrowellen-Sensorik“ und „Materialien und Komponenten für die Hochfrequenztechnik“. Daneben gibt es noch „Molekülspektroskopie“.

Im Rahmen der „Ultra-Breitbandtechnik“ beschäftigt sich der Lehrstuhl mit Sensorik für industrielle Anwendungen. Hier wurden in den vergangenen Jahren Sensorverfahren zunächst im Frequenzbereich und dann im Zeitbereich konzipiert und als kontaktierende Verfahren realisiert. In der weiteren Entwicklung werden diese Verfahren jetzt immer mehr auf nicht kontaktierende Technik erweitert. Beispiele hierfür sind Innenraum-Lokalisierungstechniken, Feuchte-Messverfahren und Fremdkörper-Detektion. Eine besondere Spezialität der Kieler Arbeiten besteht dabei in der Eigenschaft der Verfahren und Geräte, Informationen aus dielektrischer Spektroskopie herzuleiten. Konkrete Betätigungsfelder sind breitbandige dielektrische Spektroskopie, Materialmessungen, Antennenentwicklung, ultra-schnelle Zeitbereichselektronik, Systementwicklung und Entwicklung zugehöriger Betriebssoftware.

Im Bereich der „Verstärkerprinzipien für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme“ stehen immer mehr sogenannte sequentielle Verstärker im Mittelpunkt, wobei hier insbesondere geschaltete sequentielle Verstärker untersucht werden. Dafür werden statt einzelner Verstärker mit hoher Leistung mehrere kleinere über schaltbare Richtkoppler zusammen gefasst. Bei geringerem Leistungsbedarf wird nur die notwendige Anzahl angesteuert. Besonders gut geeignet sind solche im B-Betrieb, da sie ohne Aussteuerung keine Leistung verbrauchen. Die Arbeiten umfassen in der Praxis Entwurf und Aufbau von Einzelverstärkern mit LDMOS- und GaN-Transistoren, passive Mikrowellenkomponenten, digitale Ansteuerschaltungen wie auch FPGA-Technik sowie Mikrowellen-Systemtechnik.

„Mikrowellen-Sensorik“ ist ein weiteres Spezialgebiet des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik. Während in der Vergangenheit vielfach Resonator-Messverfahren und auf Netzwerkanalysator-Technik basierende Sensoren Gegenstand der Forschung waren, kommen jetzt auch Wirbelstrom-Sensoren und Dopplerradar-Sensoren hinzu. Auch hier umfassen die Arbeiten Hard- und Software-Entwicklung. Die Doppler-Radars arbeiten im Millimeterwellen-Bereich bei 35GHz und 94GHz.

Im Bereich „Materialien und Komponenten der Hochfrequenztechnik“ besteht rege Zusammenarbeit mit Lehrstühlen der Materialwissenschaft. Dies gilt sowohl für photonische Kristalle wie auch für magnetische Materialien, die auf Nanoverbundstrukturen basieren. Neben der Material-Messtechnik findet im Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik auch Komponenten-Entwurf statt. Neueste Komponente ist ein integrierter Symmetriertransformator, auch „Balun“ (Balanced-to-unbalanced-transformer) genannt. Solche Symmetriertransformatoren sind wichtige Hochfrequenzkomponenten. Bisher besteht ein Mangel an „Baluns“, die vom Mega-Hertz bis in den Giga-Hertz Bereich funktionsfähig sind. Bekannte derartige Komponenten basieren meist entweder auf aktiven Halbleiter-Schaltungen, die Eigenrauschen aufweisen, oder auf passiven Schaltungen mit Ferritkernen, die nicht integrierbar sind. Die neuen Schaltungen sind integrierbar und haben einen magnetischen Film als Kern. Eine Realisierung steht noch aus, jedoch zeigt die Computersimulation der Schaltung schon sehr gute Resultate.

Im Arbeitsfeld „Molekülspektroskopie“ werden neben der eigentlichen Spektroskopie auch Weiterentwicklungen der Spektrometer im Millimeter- und Submillimeterwellen-Bereich vorgenommen. Hier besteht Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen in Nishni-Nowgorod, Russland.

Insgesamt ist das Spektrum der möglichen Betätigungsfelder für Studenten und Doktoranden sehr breit ausgerichtet. Neben dem Entwurf von Komponenten nimmt die Systemtechnik einen breiten Raum ein. Entwurf von Analog- und Digital-schaltungen, Systementwurf und -aufbau sowie Schaltungs- und Feldsimulation nebst zugehöriger Betriebssoftware stehen im Vordergrund.

## Ergebnisse

Materialien und Komponenten für die Hochfrequenztechnik

Magnetische Nanoverbundstrukturen für Hochfrequenzanwendungen

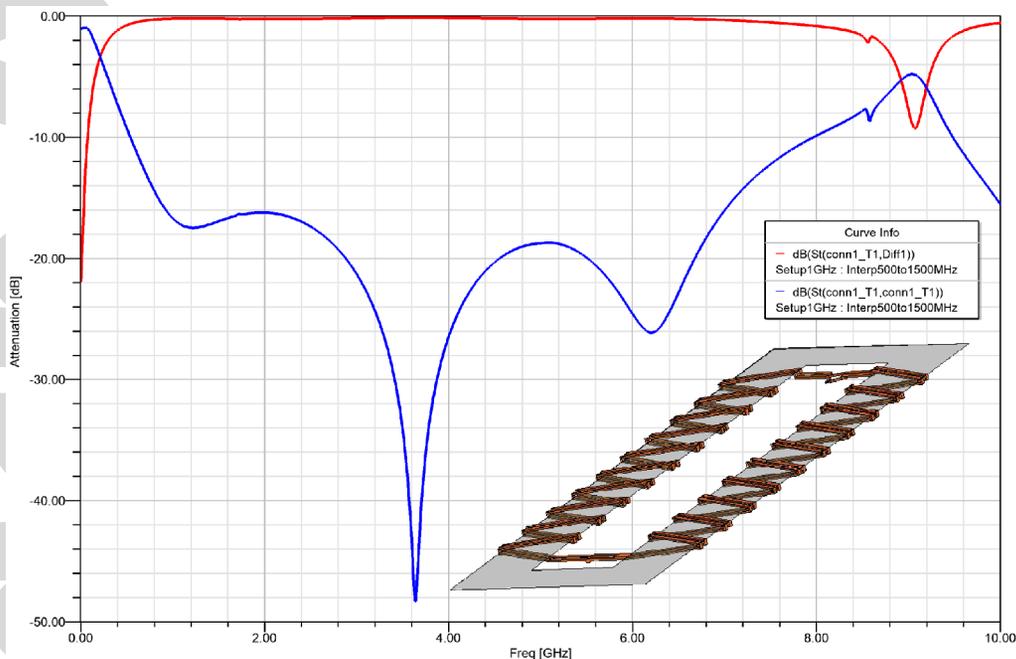


Abb. 1: Guanella-Balun Transformator: Reflexionsdämpfung ( $s_{11}$ ) und Einfügungsdämpfung ( $s_{21}$ ) als Funktion der Frequenz; Einsatz: CAD-Layout: Vorne befindet sich der unsymmetrische Eingang, hinten der symmetrische Ausgang. Der magnetische Kern ist grau unterlegt.

In einem DFG-Gemeinschaftsprojekt mit den Lehrstühlen für Materialverbunde und für Anorganische Funktionsmaterialien der Technischen Fakultät werden neuartige magnetische Nanokomposite für Hochfrequenzanwendungen entwickelt, untersucht und in Hochfrequenzkomponenten eingesetzt. Es wurden phänomenologische Modelle zur Beschreibung der magnetischen Eigenschaften wie Permeabilität, Wirbelstrom-Verluste und ferromagnetische Resonanzfrequenz entwickelt. Berechnete und gemessene Parameter zeigen gute Übereinstimmung. Formeln wie auch berechnete Datensätze wurden in einem numerischen Feldsimulator (Ansoft HFSS) implementiert, um das Betriebsverhalten von magnetischen Kernen im Hochfrequenzbereich zu simulieren.

Die Kerne wurden in Toroid-Mikrospulen eingesetzt. Die Auslegung der Toroidspulen wurde mit Hilfe von Feldsimulationen optimiert, um eine möglichst hohe Eigenresonanzfrequenz zu erreichen. Hierfür wurden umfangreiche Entwurfsregeln hinsichtlich der Anzahl von Windungen, des Querschnittes der Leiterbahnen und der Positionierung des Kerns aufgestellt, um bei vorgegebener Induktivität den Betriebsfrequenzbereich zu maximieren. Toroidspulen wurden aufgebaut und messtechnisch untersucht. Rechnungen und Messungen zeigten gute Übereinstimmungen. Als weitere Komponente wurden erstmals Symmetriertransformatoren (Baluns) mit magnetischem Kern aus Nano-Verbundwerkstoffen konzipiert und ihr Betriebsverhalten simuliert. Solche Bauelemente weisen in der Hochfrequenztechnik eine hohe praktische Bedeutung auf. Für einen so genannten „Guanella“-Balun sind der Aufbau und der Frequenzgang in Bild 1 dargestellt.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Charakterisierung der vom Lehrstuhl für Materialverbunde entwickelten Materialien. Hierfür wurden Permeameter zur Messung der magnetischen Eigenschaften weiter entwickelt und optimiert und ihr Betriebsfrequenzbereich maximiert. Durch geschickten Entwurf und Kalibration wurde ein Betrieb bis 15GHz erreicht.

### Photonische Kristalle

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaften wurden Untersuchungen an photonischen Kristallen weiter geführt. Die photonischen Kristalle wurden am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik im Mikrowellenbereich vermessen. Es handelte sich um Linsen mit Stäben aus geschichteten Dielektrika. Bestimmt wurden die Lage des Brennpunktes und die Abbildungseigenschaften.

### Verstärkerprinzipien in Hochfrequenz-Kommunikationssystemen

#### Leistungsverstärker mit hohem Wirkungsgrad

Die Arbeiten zur Wirkungsgradverbesserung von Hochfrequenz-Leistungsverstärkern für breitbandige digitale Kommunikationssysteme wurden fortgesetzt. Das Problem besteht darin, dass Mehrträger-Signale wie auch solche mit digitaler Modulation (z.B. QAM oder auch PSK) neben Phasenmodulation auch ausgeprägte Amplitudenmodulation aufweisen. Es kommt daher zu Leistungsschwankungen zwischen mittlerer Leistung und Spitzenleistung von 10dB und mehr. Daher werden Leistungsverstärker einen Großteil der Zeit weit unterhalb ihrer Spitzenleistung mit schlechtem Wirkungsgrad betrieben. Der mittlere Wirkungsgrad ist daher sehr gering. Rekonfigurierbare Verstärkernetzwerke bieten die Möglichkeit, dieses Problem zu lösen. Hierzu werden mehrere Verstärker geringerer Leistung gebündelt und deren Leistung am Ausgang summiert. Jeweils nur die notwendige Zahl der Verstärker wird mit hoher Aussteuerung und hohem Wirkungsgrad betrieben. In rekonfigurierbaren Netzwerken werden nicht benötigte Verstärker abgeschaltet. Sie sparen damit Energie. Insgesamt verbessert sich der Gesamtwirkungsgrad beträchtlich. Zentrale Elemente rekonfigurierbarer Verstärkernetzwerke sind Leistungsaufteilung und -zusammenführung. Hierfür wurden verschiedene schaltbare Kopplerstrukturen konzipiert und untersucht. Ein neuer schaltbarer Lange-Koppler ermöglicht einen sehr breitbandigen Betrieb. Es ist möglich, im Takte der Einhüllenden hohe Leistungen zu oder abzuschalten, ohne Unterbrechungen im HF Signal herbeizuführen.

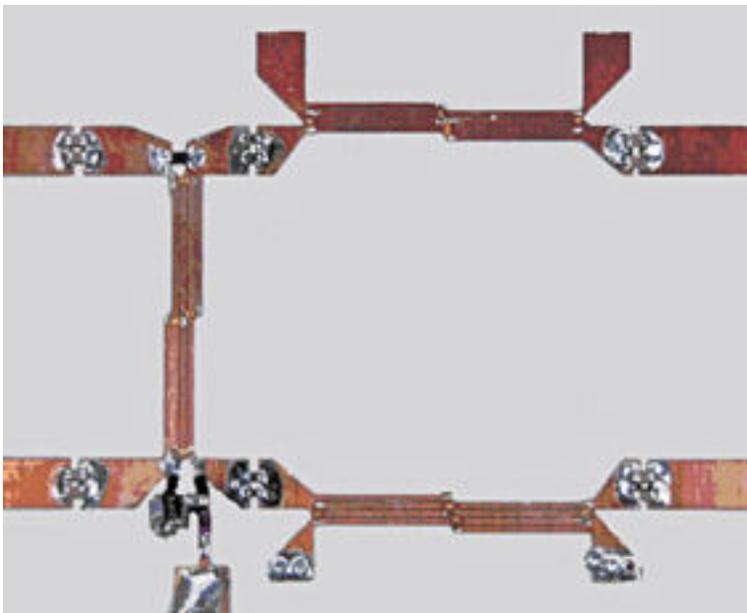


Abb. 2: Umschaltbarer Lange-Koppler mit integriertem Phasenschieber zur Ansteuerung geschalteter sequentieller Verstärker

Ebenfalls wird die Wirkungsgradverbesserung mit „sequentiellen“ Verstärkern untersucht. Hierbei wird gleichfalls die Leistung mehrerer Verstärker über Richtkoppler zusammengeführt. Einzelne Verstärker werden nach Leistungsbedarf angesteuert oder laufen leer. Zusätzliche Verluste durch Richtkoppler werden durch die geeignete Auslegung der einzelnen Verstärker und den damit verbundenen Wirkungsgradgewinn bei geringen Leistungen mehr als wett gemacht.

### *Leistungsverstärker nach dem „outphasing“-Prinzip*

Bei Verstärkern nach dem „outphasing“-Prinzip wird das amplituden- und phasenmodulierte Basisband-Signal in zwei Kanäle aufgeteilt, die ausschließlich phasenmoduliert sind. Diese Anteile mit konstanter Amplitude lassen sich dann unter Vollaussteuerung mit hohem Wirkungsgrad verstärken. Das verstärkte Originalsignal wird in einer verlustlosen Leistungs-Addierschaltung wieder zusammengefasst. Wegen der reaktiven Kombination kommt es zu Rückwirkungen der Leistungsverstärker beider Kanäle aufeinander. Diese Wechselwirkung ist durchaus erwünscht, da sie für die Verstärker eine Last-Modulation darstellt, die wiederum zur Wirkungsgrad-Verbesserung beiträgt. Allerdings gestaltet sich dadurch der Entwurf der Addierschaltung schwierig. Sie beinhaltet normalerweise verteilte und konzentrierte Bauelemente. Am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik wurden neuartige Leistungs-Addierschaltungen entworfen und erprobt, die ausschließlich aus verteilten Elementen, also mit Leitungen, aufgebaut sind. Dadurch konnten die Leistungs-Addierer wesentlich vereinfacht werden. Weitere Arbeiten wurden zur Linearisierung der Verstärker durchgeführt.

### Mikrowellen-Sensorik

#### *Wirbelstromsensoren zur berührungslosen Messung von Materialien mit niedrigem Leitwert*

Bei geologischen Untersuchungen werden oftmals Probebohrungen durchgeführt. Dabei wird u.a. die dreidimensionale Verteilung des elektrischen Leitwertes erfasst. Mit Hilfe dieser Daten können Geologen z.B. das Vorhandensein von Rohstoffen beurteilen. Es wird gewünscht, diese Messungen gleich beim Bohrvorgang zu machen, da das Bohrloch kollabieren kann, wenn der Bohrer herausgezogen wird. Während des Bohrvorganges besteht jedoch die Schwierigkeit, dass sich zwischen Sonde und Material Bohrflüssigkeit befindet, die die Messung stört. Erdreich und Gestein haben Leitwerte im Bereich von  $10^{-4}$  S/m bis 10 S/m, die recht gering sind und im Bereich von fünf Größenordnungen bestimmt werden müssen. Bei der berührungslosen Messung ändert sich der Abstand zwischen Sonde und Material durch Vibration ständig.

Es wird untersucht, ob sich dieses schwierige Messproblem mit Mikrowellensensoren lösen lässt. Mit elektromagnetischen Feldern können berührungslos im Gestein Wirbelströme erzeugt werden. Bei größerem Leitwert entstehen stärkere Wirbelströme, die das ursächliche Magnetfeld schwächen, was detektierbar ist. Die Empfindlichkeit herkömmlicher Wirbelstromsensoren reicht für die hier beschriebene Anwendung nicht aus. Es wird geprüft, ob Mikrowellenresonatoren für die Lösung des Problems geeignet sind. Zur Kompensation vieler möglicher Störungen ist eine Mehrparametermessung erforderlich. Am Lehrstuhl werden zurzeit diverse Strukturen mit mehreren Resonanzen und Wechselwirkung außerhalb der Resonanz untersucht.

#### *Millimeterwellen-Dopplerradars*

Es wurden intensive Untersuchungen zu Millimeterwellen-Dopplerradars durchgeführt. Die Dopplerradars wurden hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit zur Messung sehr kleiner Objekte optimiert. Hierfür wurden Radars bei 35GHz und 94 GHz aufgebaut, die mit Zwischenfrequenz betrieben werden, um mögliche Probleme mit 1/f-Rauschen zu umgehen. Die Dopplerradars sind sehr kompakt und in der Lage, Partikel mit Durchmessern im Bereich von zehn Mikrometern und weniger zuverlässig nachzuweisen.

#### *Feuchte-Sensoren*

Mikrowellen-Sensoren für die Feuchtemesstechnik wurden weiter verfeinert. Es wurde eine neue Klasse von Resonatoren untersucht, die als Ring gestaltet sind und eine offene Übertragungsstrecke enthalten. Ein großer Teil des Ringes besteht aus Koaxialkabel und lässt sich sehr leicht in der Länge modifizieren. Damit wird eine hervorragende Abstimmbarkeit hinsichtlich Resonanzfrequenz und Belastbarkeit durch zu messende Materialien erzielt.

### Ultra-Breitbandtechnik

#### *Fremdkörperortung*

Streuung elektromagnetischer Felder an dielektrischen Grenzflächen wurde zur Detektion nichtmetallischer Fremdkörper in Materialschichten eingesetzt. Ultra-breitbandige Pulse mit Zeitdauern von ca. 400ps dienten zum Nachweis und zur

Lokalisation. Durch dielektrische Körper kommt es auf der dem anregenden Signal abgewandten Seite des Körpers zu einer deutlichen Feldstärkeüberhöhung, die ausgenutzt wird. Signalerfassung und -auswertung erfolgen für die Amplituden mit einer Antennenzeile und erfordern relativ wenig Aufwand.

Experimentelle Untersuchungen wurden mit kommerziellen Hochfrequenzkomponenten und einem Abtastoszilloskop sowie dielektrischen Probekörpern durchgeführt. Simulationsergebnisse wurden mit Messungen verglichen. Gegenwart, Position und Permittivität von Fremdkörpern konnten mit sehr einfachen Auswerteverfahren bestimmt werden. Dabei wurde erstmals eine zweidimensionale Kreuzkorrelationsfunktion für hochfrequenztechnische Messungen mit sehr genauen Ergebnissen eingesetzt. Es konnten Fremdkörper mit 10mm Durchmesser bei Genauigkeiten von einigen mm im Raum lokalisiert werden. Wegen der relativ einfachen Messanordnung und der einfachen Auswertung sowie guter Genauigkeit ergeben sich viele Einsatzmöglichkeiten in industriellen Prozessen und Qualitätskontrolle.

### *Zeitbereichs-Spektrometer*

Das in den vorangehenden Jahren als Prototyp entwickelte Zeitbereichs-Spektrometer wurde im Rahmen eines Technologietransfers miniaturisiert und zu einem Vorserien-Produkt weiterentwickelt, um die Eignung des Messverfahrens für den industriellen Gebrauch nachzuweisen. Es wurde das Hochfrequenz-Frontend des Gerätes weiter verbessert und „low-voltage positive emitter coupled logic“ (LVPECL) und „current mode logic“ (CML) implementiert. Anwendungen ergeben sich zunächst in der Fisch-Industrie. Beispielsweise wurden erfolgreich umfangreiche Tests durchgeführt, die nachweisen, ob ein Lebensmittel bereits einmal oder mehrmals eingefroren war.



Abb. 3: Gemeinsame Exkursion mit dem Institut für Hochfrequenztechnik der TU Hamburg-Harburg an den Niederrhein

### Molekülspektroskopie

Die Molekülspektroskopie im Bereich der Millimeter- und Submillimeterwellenlängen (von Herrn Prof. Guarnieri durchgeführt) beschäftigt sich mit der rotationspektroskopischen Untersuchung isolierter Moleküle in der Gasphase. In diesem Aggregationszustand befinden sich die Moleküle in einer stetigen Bewegung passend zu ihrer thermischen Energie.

Ein Teil davon wird als Rotationsenergie gespeichert. Die Aktivität des Labors hat sich weiter auf die Steigerung des Auflösungsvermögens des Millimeter- und Submillimeterwellenspektrometers konzentriert, um sehr genaue Messungen der Übergangsabsorptionsfrequenzen zu gestalten. Beobachtungen im Millimeter- und Submillimeterwellenbereich haben zur Entdeckung von hunderten verschiedenen Molekülen in den interstellaren Wolken geführt. Die Laborspektren solcher Moleküle im Millimeter- und Submillimeterwellen-Bereich mit einer Genauigkeit  $\leq 1$  kHz sind heute deshalb für astrophysikalische Untersuchungen sehr gefragt. Das hiesige Spektrometer im Submillimeterbereich wurde zu diesem Zweck mit Komponenten ergänzt, die die Aufnahme von Lamb-Dips-Spektren der Absorptionslinien erlaubt haben. Diese Technik hat das Absorptionszentrum der Linien mit Genauigkeiten  $\leq 1$  kHz erlaubt. Eine entsprechende Arbeit wurde im Astrophysics Letters im letzten Jahr veröffentlicht.

Im Rahmen des Kooperationsprojektes mit dem Institut für angewandte Physik der Russischen Akademie der Wissenschaften (Nizhnii Novgorod) wurden Spektren des Moleküls HNCO untersucht mit dem Ziel, genauere Messungen der entsprechenden Frequenzen im Millimeter- und Submillimeter-Bereich zu bekommen, die mit einer Messgenauigkeit von  $\leq 1$  kHz für die Dynamik der interstellaren Wolken sehr gefragt sind.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel; Sekretariat: M. Bork

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) W. Taute

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

M.Sc. C.-C. Chao UWB-Innenraumradar	01.01.-31.12.2007	fremd
Dr.-Ing. F. Daschner Photonische Kristalle / Mikrowellensensoren für dielektrische Eigenschaften / Miniaturisierter Netzwerkanalysator	01.01.-31.12.2007	CAU
M.H. Eghlidi Simulation von magnetodielektrischen Nano-Materialien	01.-31.01.2007	DAAD
Dipl.-Ing. W. Gerhard Verstärker mit hohem Wirkungsgrad	01.01.-31.12.2007	fremd
Dipl.-Ing. A. Gülck Identifikation von Objekten durch Mikrowellenstreuung	01.01.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. F. Hettstedt Magnetische Nanoverbundstrukturen für Hochfrequenzanwendungen	01.10.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Ing. T. Lehmann Wirkungsgradverbesserung von Leistungsverstärkern	01.01.-31.12.2007	CAU
Dr.-Ing. H. Liu Doherty-Leistungsverstärker	01.01.-31.10.2007	Humboldt
Dr.-Ing. O. Schimmer Industrielle Weiterentwicklung eines Zeitbereichs-Messsystems	01.01.-31.08.2007	BIS
M.Sc. O. Teplyuk Messung der Partikeldichte in Abgasen	01.01.-31.12.2007	DAAD

*Winter 2006/2007*

Leitungstheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Hochfrequenzschaltungen für Mobil- und Satellitenfunk, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Daschner, A. Gülck, F. Hettstedt, T. Lehmann, O. Schimmer)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,  
R. Knöchel

*Sommer 2007*

Nichtlineare Schaltungen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Hochfrequenztechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Communication Devices II: RF Communication, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Hochfrequenzmesstechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Daschner, A. Gülck, T. Lehmann, O. Schimmer, F. Hettstedt)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,  
R. Knöchel

*Winter 2007/2008*

Leitungstheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Knöchel (+ A. Gülck, T. Lehmann)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,  
R. Knöchel


**Drittmittel**

Q-Bioanalytic / ChiPro GmbH, *Dielektrisches Zeitbereichsreflektometer (Q-Check)*, 01.05.2005-30.04.2007 (95000 EUR)

Daschner  
 im  
 m  
 a  
 n  
 n  
 a  
 c  
 h

Q-Bioanalytic / ChiPro GmbH, *Untersuchung des Reifegrades von Früchten (B-Ripe)*, 01.05.2005-30.04.2007 (49000 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Magnetic nanocomposites for rf applications in mobile communication*, 01.10.2006-30.09.2008 (136566)

Deutscher Akademischer Austausch Dienst, *Leonhard-Euler-Projekt, Zielland: Ukraine*, 01.07.2006-31.08.2007 (8580)

Deutscher Akademischer Austausch Dienst, *Leonhard-Euler-Projekt, Zielland: Ukraine*, 01.09.2007-31.08.2008 (5330)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Mit dem Lehrstuhl für „Allgemeine Materialwissenschaften“ (Prof. Föll) der **Technischen Fakultät der CAU** besteht eine intensive Zusammenarbeit im Bereich „Photonische Kristalle“. Realisierte derartige Kristalle werden am Lehrstuhl für „Hochfrequenztechnik“ hinsichtlich der Feldverteilung im echofreien Raum charakterisiert.

Mit den Lehrstühlen für „Materialverbunde“ (Prof. Faupel) und für „Anorganische Funktionsmaterialien“ (Prof. Quandt) der **Technischen Fakultät der CAU** wird im Bereich „Magnetische Nanokomposite“ für hochfrequenztechnische Anwendungen kooperiert.

Mit der **Kharkov National University (KNU)**, Kharkov, Ukraine, assoziiert mit den Forschungsinstituten der ukrainischen Akademie der Wissenschaften „Institute of Radiophysics (IRE)“, Prof. Shchegoleva und Prof. Khlopov, und dem „Institute of Radioastronomy (IRA)“, Prof. Vavriv, besteht eine Kooperation hinsichtlich Radiophysik und Radioelektronik, Radartechnik und biologischen Wirkungen elektromagnetischer Wellen und Felder, sowie im Rahmen des Leonard Euler Programmes des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD).

Mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg**, Prof. Dr. A. Jacob, besteht Zusammenarbeit in den Bereichen „Mikrowellenkomponenten“, „Mikrowellen-Messtechnik“ und „Radartechnik“. Mit dieser Professur wurde auch eine gemeinsame Studentenkursion an den Niederhein durchgeführt. Prof. Jacob und Prof. Knöchel sind auch General Chairmen der „German Microwave Conference 2008“, die Anfang März 2008 in Hamburg stattfindet.

Mit Prof. Dr. K. Schünemann von der **Technischen Universität Hamburg Harburg** besteht ebenfalls eine sehr enge Kooperation. Gegenstand sind Arbeiten zur industriellen mm-Wellen Radar-Messtechnik. Weiterer Kooperationspartner ist hier Prof. Khlopov vom **Institute of Radiophysics**, Kharkov, Ukraine.

Mit dem **Applied Physics Institute der Russian Academy of Science** (Dr. Gera Golubjatnikov und Dr. Vladimir Markov) besteht eine Zusammenarbeit bezüglich Submillimeter-Schaltungstechnik und Molekülspektroskopie.

Kooperation über „Mikrowellensensorik“ für Anwendungen im Bereich Lebensmitteltechnik im Rahmen von Nacharbeiten des Projektes SEQUID und für Support von Messgeräte-Prototypen besteht mit der **Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel - Forschungsbereich Fischqualität, Hamburg**, Prof. Dr. J. Oehlenschläger, dem **Swedish Institute for Food and Biotechnology, SIK, Göteborg, Schweden**, U.K. Berger, dem **CSIC - Instituto del Frio Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spanien**, Dr. Tejada, und dem **IPIMAR - Instituto de Investigacao das Pescas e do Mar - Departamento de Inovacao Tecnologica e Valorizacao dos Produtos da Pesca, Portugal**, Dr. Nunes.

Mit der Firma **Q-Bioanalytic**, Bremerhaven, besteht eine Kooperation zur Entwicklung von Zeitbereichs-Messgeräten zur Qualitätsbestimmung von Lebensmitteln. Im Rahmen dieser Kooperation findet ein Technologietransfer statt, über den in Kiel erfundene und erforschte Verfahren der dielektrischen Spektroskopie mit UWB-Pulsen in kommerzielle Produkte überführt werden sollen. Q-Bioanalytic hat ein entsprechendes Patent von der PVA Schleswig-Holstein erworben.

Mit der Firma **AMS - Advanced Microwave Systems**, Elmshorn besteht eine Kooperation über „Feuchte- und Dichtemesstechnik mit Mikrowellen“.

Mit der Firma **Thales**, Kiel, besteht Zusammenarbeit im Bereich Radartechnik und Radarsignalverarbeitung.

Mit **NXP Semiconductors**, Nijmegen, Holland, besteht eine Kooperation im Bereich Hochfrequenz-Leistungsverstärker.

Mit **NXP Semiconductors**, Hamburg, besteht eine Kooperation bezüglich mikromechanischer Systeme zu „Testschaltungen bei Mikrofonen“ .

Mit **Baker Hughes INTEQ GmbH**, Celle wird im Bereich Hochfrequenzsensoren kooperiert.

## Diplom- und Master-Arbeiten

C. Rahn, *Klasse-S Modulator mit FPGA*, 01.06.2007

L. Moritz, *Untersuchung und Aufbau von Hochfrequenz-Leistungsverstärkern mit GaN-Transistoren*, 11.06.2007

J. Kliesow, *Digitalisierung von Radar-Informationen und ihre Übertragung per Ethernet*, 19.12.2007

A. Yan-Ubol, *Designing of a new Permeameter to characterize magnetic thin films*, 21.12.2007

## Dissertationen / Habilitationen

A. Schaab, *Untersuchung des Rauschverhaltens von aktiven Gruppenantennen*, 17.07.2007

A. Gülck, *Fremdkörperdetektion mit Ultrabreitband-Pulsen*, 21.12.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid microinductors for rf applications using magnetic nanocomposites*, Proceedings 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials, 20 (2007)

M. Kent, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, M. Kröger, U.-K. Barr, P. Floberg, M. Tejada, A. Huidobro, L. Nunes, A. Martins, I. Batista, C. Cardoso, *Intangible but not intractable: The prediction of fish 'quality' variables using dielectric spectroscopy*, Meas. Sci. Technol. 18, 4, 1029 - 1037 (2007)

R. Knöchel, W. Taute, C. Döscher, *Stray field ring resonators and a novel trough guide resonator for precise microwave moisture and density measurements*, Meas. Sci. Technol. 18, 4, 1061 - 1068 (2007)

O. Schimmer, B. Oberheitmann, F. Baumann, R. Knöchel, *Instantaneous Distinction between double and single frozen Fish using a new handheld Time Domain Reflectometer*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Conference Proceedings, 167 - 174 (2007)

R. Knöchel, W. Taute, F. Daschner, C. Döscher, *Split ring resonators for on-line moisture and mass determination*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Conference Proceedings, 129 - 136 (2007)

A.V. Lapinov, G.Yu. Golubiatnikov, V.N. Markov, A. Guarnieri, *Laboratory Studies of the HNCO Molecular Spectrum for precise Spectroscopy of Dark Clouds*, Astronomy Letters, Vol. 33, 2, 121 - 129 (2007)

H. Liu, T. Bai, R. Knöchel, L. Sun, K. Schünemann, *Ultra-Wide Stopband Microstrip Low-Pass Filter for Harmonics Suppression*, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 49, 9, 2148 - 2150 (2007)

H. Liu, R. Knöchel, L. Sun, K. Schünemann, *Dual-Mode DC-Block Semicircular-Patch Bandpass Filter Using Slot Technique*, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 49, 9, 2261 - 2263 (2007)

R. Knöchel, A. Gülck, F. Daschner, O. Schimmer, *UWB-Sensors for Industrial Applications (Invited Paper)*, 2007 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, ICUWB 2007, CD-ROM, (2007)

F. Hettstedt, H. Greve, U. Schürmann, A. Gerber, V. Zaporojtchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroid Microinductors with Magnetic Nanocomposite Cores*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 270 - 273 (2007)

T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *New Switchable Directional Couplers for Reconfigurable RF-Networks*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 564 - 567 (2007)

- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *Reconfigurable PA Networks using Switchable Directional Couplers as RF Switch*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 1054 - 1057 (2007)
- W. Gerhard, R. Knöchel, *Novel Transmission Line Combiner for Highly Efficient Outphasing RF Power Amplifiers*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 1433 - 1436 (2007)
- H. Liu, R. Knöchel, L. Sun, K. Schönemann, *Miniaturized bandstop filter using meander spurline and capacitively-load stubs*, ETRI Journal, Vol. 29, 5, 614 - 618 (2007)
- O. Schimmer, A. Gülck, R. Knöchel, *Entwurf eines breitbandigen Zeitbereichsreflektometers zur Feuchtemessung*, Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis, 21 - 27 (2007)

## Patent-Anmeldungen

- R. Knöchel, W. Taute, H. Möller, J. Tobias, *Device and Method for Measuring Microwave*, Japanese Patent Office, 23.08.2007, 2007212476A
- R. Knöchel, T. Lehmann, F. Hettstedt, *Schaltbarer Richtkoppler*, Deutsches Patentamt, 20.04.2007, 102007018727.2
- R. Knöchel, T. Lehmann, F. Hettstedt, *Schaltbarer Leistungsteiler*, Deutsches Patentamt, 20.04.2007, PVA6070

## Präsentationen

- E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid microinductors for rf applications using magnetic nanocomposites*, 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials, Baltimore, USA, 12.01.2007
- O. Schimmer, F. Daschner, R. Knöchel, *Industrielle Sensoren mit Mikrowellen- und Ultrabreitband-Technik*, RADCOM 2007 - Radar, Communication and Measurement, Hamburg, Deutschland, 21.-22.03.2007
- O. Schimmer, B. Oberheitmann, F. Baumann, R. Knöchel, *Instantaneous Distinction between double and single frozen Fish using a new handheld Time Domain Reflectometer*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan, 15.-18.04.2007
- R. Knöchel, W. Taute, F. Daschner, C. Döscher, *Split ring resonators for on-line moisture and mass determination*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan, 15.-18.04.2007
- R. Knöchel, A. Gülck, F. Daschner, O. Schimmer, *UWB-Sensors for Industrial Applications*, ICUWB 2007 - IEEE International Conference on Ultra-Wideband, Singapur, 24.-26.09.2007
- F. Hettstedt, H. Greve, U. Schürmann, A. Gerber, V. Zaporozhchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroid Microinductors with Magnetic Nanocomposites Cores*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *New Switchable Directional Couplers for Reconfigurable RF-Networks*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *Reconfigurable PA Networks using Switchable Directional Couplers as RF Switch*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- W. Gerhard, R. Knöchel, *Novel Transmission Line Combiner for Highly Efficient Outphasing RF Power Amplifiers*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- O. Schimmer, A. Gülck, R. Knöchel, *Entwurf eines breitbandigen Zeitbereichsreflektometers zur Feuchtemessung*, 4. Workshop für Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis, Karlsruhe, Deutschland, 17.-18.10.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel wurde im Dezember 2007 mit dem Fellow-Grad des IEEE ausgezeichnet. Die Widmung lautet „for contributions to microwave systems and sensors for industrial process control“ .

Prof. Knöchel ist in der IEEE-MTT (Microwave Theory and Techniques) Society aktiv in der Tagungsorganisation tätig. Er ist seit mehreren Jahren Mitglied des Programmkomitees des „International Microwave Symposium“ , IMS. Er ist

ebenfalls seit 2007 Mitglied im Auswahlkomitee für „IEEE MTT Distinguished Microwave Lecturers“ und Vice-Chairman des Technischen Komitees MTT-16, „Microwave Systems“ . Im Technical Coordination Committee der MTT Society ist er zuständig für „European Liaison“ . Er ist ausserdem Repräsentant des MTT im Exekutivkomitee der „International Conference on Ultra-Wideband, ICUWB“ . Für die Konferenz ICUWB 2008 ist er ebenfalls Mitglied des Programmkomitees. Weiterhin war er im Jahre 2007 Mitglied des Programmkomitees der Europäischen Mikrowellenkonferenz, EuMC. Daneben war er Mitglied des Programmkomitees der 7th Conference of ISEMA (International Society of Electro Magnetic Aquametry) 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan und des „Scientific Committees“ des Workshops „Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis“ der Soil Moisture Group, Karlsruhe, 17.-18.10.2007. Er ist Mitglied im „editorial board“ der Fachzeitschrift „Frequenz“ und Reviewer für die Zeitschriften „IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques“ , „IEEE Microwave and Wireless Components Letters“ sowie für verschiedene Fachzeitschriften des englischen „Institute of Physics“ (IOP) und andere Zeitschriften. Er ist auch Mitglied des VDE Fachausschusses 7.3, „Mikrowellentechnik“ . Prof. Knöchel ist ebenfalls seit sieben Jahren Fachgutachter in der Auswahlkommission „MENA“ für Studienbewerber aus Nordafrika/Nahost des DAAD und langjähriger Gutachter im Preiskomitee des „Schmidt-Römhild-Technologiepreises“ des Landes Schleswig-Holstein. Neben der Mitgliedschaft im IEEE ist er Mitglied der „European Microwave Association, EuMA“ und Mitglied in der URSI, Kommission A. Prof. A. Jacob, Technische Universität Hamburg Harburg und Prof. R. Knöchel sind General Chairmen der „German Microwave Conference 2008“ , die im März 2008 in Hamburg stattfindet.

**Dr. F. Daschner** ist Konferenz-Sekretär für die „German Microwave Conference 2008“ . Ein erheblicher Anteil der Vorarbeiten für diese Konferenz wurde von **Frau M. Bork** vom Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik übernommen.

Zusammen mit Prof. Dr. Georg Böck, TU Berlin, und Prof. Dr. M. Vossiek, TU Clausthal, führte **Prof. Dr. R. Knöchel** einen Workshop zum Thema „Wireless Local Positioning“ auf dem IEEE International Microwave Symposium (IMS) 2007, in Honolulu, USA, durch.

Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik hat unter Betreuung von **Herrn Dipl.-Ing. T. Lehmann** an der Projektwoche „Mobilfunk“ teilgenommen.

Es wurden eine mehrtägige und eine eintägige Studentenexkursionen zu Nokia, Bochum / IMST, Kamp-Lintfort / NXP Semiconductor, Nijmegen, Holland (14.-16.02.2007 in Kooperation mit der TUHH) und NXP Semiconductor, Hamburg (19.07.2007) durchgeführt. Die Organisation lag in weiten Bereichen in den Händen von **Herrn Dipl.-Ing. T. Lehmann**.

*Am Lehrstuhl arbeitend:* **Prof. A. Guarnieri**, Leiter der Arbeitsgruppe „Molekülspektroskopie“.



# almanach 07

# Informations- und Codierungstheorie

Die **Forschungsaktivitäten** der Arbeitsgruppe Informations- und Codierungstheorie (ICT) der Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel umfassen drahtlose, digitale Übertragungstechniken. Zu den Kernkompetenzen zählen die Fachgebiete Kanalcodierung/ decodierung (Turbo-Codes, Decodierung mit Zuverlässigkeitsinformation, Space-Time-Codes), angewandte Informationstheorie, digitale Modulationsverfahren (adaptive Modulations- und Codierverfahren, IDM, OFDM, DS-CDMA, IDMA), die gemeinsame Kommunikation und Navigation, sowie die Entwicklung von modernen Empfänger-Algorithmen (Entzerrung, Kanalschätzung, Synchronisation, Interferenzunterdrückung). Zu den Anwendungsgebieten zählen terrestrische Mobilfunksysteme (GSM, EDGE, UMTS, WLAN, nächste Mobilfunkgeneration), akustische Unterwasserkommunikationssysteme, Satellitenmobilfunksysteme sowie digitale Rundfunk- und Fernsehsysteme. Ein Highlight war die Entwicklung und Untersuchung eines gemeinsamen Modulations- und Kanalcodierverfahrens.

Die Arbeitsgruppe ICT ist Mitglied des Wireless World Research Forums (WWRF), des Australian Communications Research Network (ACoRN) und des Exzellenzclusters "Ozean der Zukunft" der CAU.

In der **Lehre** werden die Fächer Kanalcodierung, Informationstheorie und Mobilfunkkommunikation I+II angeboten, zum Teil auch in englischer Sprache im Rahmen des internationalen Masterstudiengangs "Digital Communications". Desweiteren werden Vorlesungen zu System Identification und Digital Satellite Communications in Form von Lehraufträgen angeboten. Seminare und Praktika runden das Lehrangebot ab.

## Ergebnisse

### Gemeinsame Kommunikation und Navigation

Sowohl Kommunikation als auch Navigation haben einen hohen Stellenwert in unserem täglichen Leben. Historisch gesehen haben sich Kommunikations- und Navigationssysteme weitgehend unabhängig voneinander entwickelt. Als allgemein bekannte Beispiele seien hier das Global System for Mobile Communications (GSM) und das Global Positioning System (GPS) genannt. Eine Verbindung von Kommunikation und Navigation bietet viele Vorteile und ermöglicht viele neue Anwendungen wie zum Beispiel die automatische Lokalisierung von Notrufen oder die verbesserte Koordination von Rettungskräften im Einsatz. Ein einfacher Ansatz, Kommunikation und Navigation miteinander zu verbinden, ist, bereits bestehende Systeme in einem hybriden Empfänger zu vereinen (GSM + GPS). Da dies jedoch zumeist sehr kostenintensiv ist, wird in der AG Informations- und Codierungstheorie ein anderer Ansatz verfolgt: Es wurde ein Systementwurf vorgeschlagen, der von vornherein Kommunikations- und Navigationssysteme umfasst. Grundlage dieses Systemvorschlages ist das Interleave-Division Mehrfachzugriffsverfahren ("Interleave-Division Multiple Access, IDMA"). Zunächst wurde die Leistungsfähigkeit dieses Systems in einem AWGN-Kanal untersucht. Anschließend wurden Störeinflüsse durch Mehrwegeausbreitungseffekte studiert.

### Adaptive digitale Funkübertragung

Heterogene Kommunikationsnetze zeichnen sich durch eine Vielzahl von Netzarten und eine ständig wachsende Vielzahl von darin angebotenen Diensten aus. Der in der Arbeitsgruppe ICT verfolgte Ansatz besteht darin, unter Vorgabe einer dienstabhängigen Fehlerwahrscheinlichkeit die Datenrate der Übertragung zu maximieren und gleichzeitig die Sendeleistung zu minimieren.

Zu diesem Zweck wurde in der Arbeitsgruppe ein gemeinsames Modulations- und Codierungsverfahren entworfen ("Interleave-Division Multiplexing, IDM"). IDM ist eine Alternative zu "Bit-Interleaved Coded Modulation" und "Trellis-Coded Modulation". Mögliche Anwendungen finden sich in allen digitalen Übertragungssystemen, beispielsweise in Erweiterungen von UMTS, in zukünftigen Mobilfunksystemen der 4. Generation (4G), in ad-hoc Netzwerken, in drahtlosen LAN Systemen (WLAN), in Sensornetzwerken und in der Unterwasserkommunikation. Die Arbeitsgruppe hat ferner einen Systementwurf für die zukünftige Mobilfunkgeneration erarbeitet. Arbeiten zur Codeoptimierung, zu informationstheoretischen Schranken, zur optimalen Leistungsaufteilung und zur Kanalschätzung wurden abgeschlossen.

Aktuelle Arbeiten zu diesem Themenbereich befassen sich mit gemeinsamer Navigation und Kommunikation, mit einer Optimierung des Interleavers, mit einem ungleichen Fehlerschutz für Multimedia-Applikationen, mit einer Spitzenwertbegrenzung, mit Synchronisationsverfahren und einem schichtübergreifenden Systementwurf ("cross-layer design").

### **Cross-layer Design**

Herkömmlicherweise sind digitale Kommunikationssysteme in Schichten (Layers) aufgebaut, die mehr oder weniger dem standardisierten ISO/OSI-Schichtmodell entsprechen. Dabei erfüllt jede Schicht bestimmte Aufgaben wie z.B. die Übertragung der Symbole über ein Medium (Luft, Zweidrahtleitung, Glasfaser) oder die Segmentierung der zu sendenden Daten in Segmente passender Länge. Der große Vorteil dieses schichtweisen Aufbaus ist die Unabhängigkeit dieser Schichten voneinander. Es spielt z.B. keine Rolle für die Segmentierung der Daten ob diese über Luft oder eine Zweidrahtleitung gesendet werden.

Ziel des schichtübergreifenden Systementwurfs ist es, die Abstimmung zwischen den Schichten so zu erweitern, dass sich verbesserte Übertragungsbedingungen (z.B. höhere Datenraten oder geringere Verzögerungen) ergeben. Dabei können sowohl Sicherungs- wie auch Netzwerkschicht von der gezielten Weitergabe von Zuverlässigkeitsinformation aus der physikalischen Schicht von beträchtlichen Erhöhungen der Datenrate zu und Verringerung auftretender Verzögerungen profitieren.

### **Blinde und semiblinde Kanalschätzung und Entzerrung**

In Mobilfunksystemen wird üblicherweise eine Trainingssequenz verwendet, um den zeitvarianten Übertragungskanal zu vermessen. Da Trainingssymbole die effektive Datenrate verringern, führt deren Verwendung zu einem Bandbreiterverlust, der im GSM-System beispielsweise etwa 20% beträgt.

Eine Alternative besteht darin, den zeitvarianten Übertragungskanal ohne Verwendung von Trainingssymbolen zu schätzen und anschließend zu entzerren. Diese Alternative bezeichnet man als blinde Kanalschätzung und Entzerrung. Von einer semiblinde Kanalschätzung spricht man, wenn nur wenige Trainingssymbole verwendet werden.

Im Rahmen eines DFG-Projekts wurden von der Arbeitsgruppe ICT gemeinsam mit der Universität Bremen Verfahren zur gemeinsamen Kanal- und Datenschätzung für Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme) entwickelt und untersucht. Neben blinden Verfahren werden auch semiblinde Verfahren berücksichtigt. Zu den Highlights zählten die Herleitung einer analytischen unteren Schranke ("Cramer-Rao-Schranke") für semiblinde Kanalschätzer und die Herleitung und Analyse von aufwandsgünstigen Graph-basierten Detektoren und Kanalschätzern mit exzellenter Leistungsfähigkeit.

### **Mobile Unterwasserkommunikation**

Das Thema der mobilen, akustischen Unterwasserkommunikation wird in der Arbeitsgruppe ICT mit großem Interesse verfolgt und bearbeitet, da es sich um eines der faszinierendsten Übertragungsmedien überhaupt handelt und hervorragend in die Kieler Infrastruktur passt.

Die Schwierigkeiten begründen sich in einer ausgeprägten Mehrwegeausbreitung, einer extrem großen Signallaufzeit, einer starken Dämpfung sowie einer kleinen Bandbreite. Im Rahmen des Kieler Exzellenzclusters "The Future Ocean" wird zur Zeit ein mobiles, akustisches Unterwassernetzwerk ("Unterwasser WLAN") zur Datenübertragung konzipiert.

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. P. A. Höher; Sekretariat: A. Kruse (50%)  
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. T. Rabsch (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Ing. J. Ch. Fricke	15.09.2004-31.12.2007	CAU
Cross-Layer-Entwurf, Interleave-Division Multiple Access		
M.Sc. D. Hao	01.01.-31.12.2007	DFG
Interleave-Division Multiple Access		
Dipl.-Ing. K. Schmeink	01.04.-31.12.2007	CAU
Gemeinsame Navigation und Kommunikation		
M.Sc. T. Wo	01.11.2004-31.12.2007	DFG
Semi-blinde Entzerrung und Kanalschätzung		
M.Sc. H. Wu	01.12.2006-31.12.2007	Extern. Doktorand
Mehrantennen-Funksysteme		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Kanalcodierung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Mobilfunkkommunikation II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Information Theory and Coding I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Wireless Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

System Identification, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 W. Gerstacker

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
 P.A. Höher (+ U. Heute, W. Rosenkranz, und Mitarbeiter)

Advanced Topics Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
 P.A. Höher (+ U. Heute, W. Rosenkranz, und Mitarbeiter)

Informationstechnik und Codierung, 1 Std. Seminar/Woche,  
 P.A. Höher

*Sommer 2007*

Informationstheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Mobilfunkkommunikation I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Informationssysteme

Information Theory and Coding II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Digital Communications, 4 Std. Seminar/Woche,  
P.A. Höher (+ U. Heute, W. Rosenkranz, und Mitarbeiter)

Informationstechnik und Codierung, 1 Std. Seminar/Woche,  
P.A. Höher

*Winter 2007/2008*

Kanalcodierung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Mobilfunkkommunikation II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Information Theory and Coding I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

Wireless Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
P.A. Höher (+ und Mitarbeiter)

System Identification, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Gerstacker

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
P.A. Höher (+ U. Heute, W. Rosenkranz, und Mitarbeiter)

Advanced Topics Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
P.A. Höher (+ U. Heute, W. Rosenkranz, und Mitarbeiter)

Informationstechnik und Codierung, 1 Std. Seminar/Woche,  
P.A. Höher

## Drittmittel

DFG, *Semi-blinde Kanalschätzung für MIMO-Systeme (HO 2226/8-1)*, 01.07.2006-30.06.2007 (56283 EUR)

DFG, *Multi-Layer Interleave-Division Multiple Access (HO 2226/9-1)*, 01.01.2007-31.12.2008 (123645 EUR)

DFG, *Multi-Antenna Multi-Layer Interleave-Division Multiple Access (HO 2226/10-1)*, 01.07.2007-30.06.2010  
(185468 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die Arbeitsgruppe ICT pflegt Kontakte zu vielen universitären Arbeitsgruppen. Unsere derzeitigen Kooperationspartner in Industrie und Forschungseinrichtungen sind:

- Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR), Oberpfaffenhofen
- Deutsche Thomson-Brandt GmbH, Hannover
- DoCoMo Euro Labs, München
- ELAC Nautik GmbH, Kiel
- Ericsson GmbH, Backnang

- Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik (FWG), Kiel
- Nokia Siemens Networks, München
- Toshiba Telecommunications Research Laboratory, Bristol.

## Diplom- und Master-Arbeiten

- S. Krishnamoorthy, *Visual Cryptography*, 22.01.2007  
 H. Vetter, *Reduced Lattice MIMO Decoding*, 10.04.2007  
 K. Schmeink, *Untersuchung eines gemeinsamen Kommunikations- und Navigationssystems*, 28.03.2007  
 J. Li, *CCI Suppression for an IDMA Uplink*, 16.04.2007  
 S. Schreiber, *Untersuchung von Methoden zur Spitzenwertbegrenzung beim Interleave-Division Mehrfachzugriffsverfahren*, 18.06.2007  
 H. Vu Duc, *Web of Trust*, 27.09.2007  
 A. Khan, *Medium Access Control for Multi-Layer IDMA*, 21.12.2007  
 T. Li, *Incremental Redundancy for Multi-Layer IDMA*, 21.12.2007  
 X. Xu, *Adaptive Transmission Schemes for Multi-Antenna Interleave-Division Multiple Access Systems*, 21.12.2007  
 W. Pan, *Low-Complexity Semiblind Channel Estimation for Frequency-Selective MIMO Systems*, 21.12.2007  
 P. Yao, *Interleaver-Design for IDMA Systems*, 21.12.2007

## Dissertationen / Habilitationen

- H. Schöneich, *Adaptiver Interleave-Division Mehrfachzugriff (IDMA) mit Anwendung in der Mobilfunkkommunikation*, 02.11.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- P.A. Höher, K. Schmeink, *Joint Navigation and Communication Based on Interleave-Division Multiple Access*, Proc. Int. Workshop on Multi-Carrier Spread Spectrum (MC-SS 2007), Herrsching, 97 - 106 (2007)  
 H.D. Han, P.A. Höher, *Predistortion and Nonlinear Detection for OFDM Signals in the Presence of Nonlinear High Power Amplification*, European Transactions on Telecommunications (ETT), **18**, 411 - 418 (2007)  
 P.A. Höher, W. Xu, *Multi-Layer Interleave-Division Multiple Access for 3GPP Long Term Evolution*, Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC 2007), Glasgow, 5508 - 5513 (2007)  
 T. Wo, P.A. Höher, *A Simple Iterative Gaussian Detector for Severely Delay-Spread MIMO Channels*, IEEE International Conference on Communications (ICC 2007), Glasgow, 4598 - 4603 (2007)  
 J. Mietzner, P.A. Höher, *Improving the Performance of Mobile Broadcasting Systems Using Multiple Base Stations and Distributed Space-Time Codes*, IET Communications, **1**, 348 - 353 (2007)  
 J.Ch. Fricke, M.I. Rafique, P.A. Höher, *Routing Metrics Based on Soft-Output Decoding*, Proc. IEEE 66th Vehicular Technology Conference (VTC 2007-Fall), Baltimore, 1057 - 1061 (2007)  
 J.Ch. Fricke, P.A. Höher, *Word Error Probability Estimation by Means of a Modified Viterbi Decoder*, Proc. IEEE 66th Vehicular Technology Conference (VTC 2007-Fall), Baltimore, 1113 - 1116 (2007)  
 J. Mietzner, P.A. Höher, *A Rigorous Analysis of the Statistical Properties of the Discrete-Time Triply-Selective MIMO Rayleigh Fading Channel Model*, IEEE Transactions on Wireless Communications, **6**, 4199 - 4203 (2007)  
 P.A. Höher, P. Robertson, E. Offer, T. Würz, *The Soft-Output Principle – Reminiscences and New Developments*, European Transactions on Telecommunications (ETT), **18**, 829 - 835 (2007)

## Patent-Anmeldungen

P.A. Höher, *Navigations-, Ortungs-, Positionierungs-, Lokalisierungs- und Kommunikationsverfahren auf IDMA-Basis*, Deutsches Patent- und Markenamt, 16.03.2007, 10 2007 012 847.0

## Präsentationen

J.Ch. Fricke, *Zuverlässigkeitsinformation als QoS-Maß*, 9. Diskussionssitzung der ITG-Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Berlin, 12.-16.04.2007

P.A. Höher, K. Schmeink, *Joint Navigation and Communication Based on Interleave-Division Multiple Access*, 6th International Workshop on Multi-Carrier Spread-Spectrum (MC-SS 2007), Herrsching, 06.-09.05.2007

P.A. Höher, W. Xu, *Multi-Layer Interleave-Division Multiple Access for 3GPP Long Term Evolution*, IEEE Int. Conf. Communications (ICC 2007), Glasgow, Schottland, 23.-28.06.2007

T. Wo, P.A. Höher, *A Simple Iterative Gaussian Detector for Severely Delay-Spread MIMO Channels*, Int. Conf. Communications (ICC 2007), Glasgow, Schottland, 24.-28.06.2007

J.Ch. Fricke, M.I. Rafique, P.A. Höher, *Routing Metrics Based on Soft-Output Decoding*, 66th Vehicular Technology Conference (VTC 2007-Fall), Baltimore, USA, 29.09.-04.10.2007

J.Ch. Fricke, P.A. Höher, *Word Error Probability Estimation by Means of a Modified Viterbi Decoder*, 66th Vehicular Technology Conference (VTC 2007-Fall), Baltimore, USA, 29.09.-04.10.2007

K. Schmeink, *Gemeinsame Kommunikation und Navigation*, 10. Diskussionssitzung der ITG-Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Oberpfaffenhofen, 18.-20.10.2007

K. Schmeink, *Gemeinsame Kommunikation und Navigation*, ICT Workshop, Kiel, 02.11.2007

T. Wo, *IDM/IDMA on MIMO Channels*, ICT Workshop, Kiel, 02.11.2007

T. Wo, *Progress in IDM/IDMA*, IEEE Workshop on Advanced Signal Processing on Wireless Communications, Kopenhagen, Dänemark, 16.11.2007

P.A. Höher, *Recent Advances on Interleave-Division Multiple Access*, Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen, Erlangen, 03.12.2007

P.A. Höher, *Recent Advances on Interleave-Division Multiple Access*, Second Communications and Navigation Workshop (CNW 2007), Oberpfaffenhofen, 06.-07.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Frau Dipl.-Ing Kathrin Schmeink erhielt am 29. Juni 2007 den Preis für das beste Diplom im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik 2007 vom Förderverein der Technischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Außerdem wurde sie für ihr ehrenamtliches Engagement während des Studiums ausgezeichnet.

Frau Dipl.-Ing. Kathrin Schmeink erhielt am 01. Dezember 2007 den zweiten Preis der Prof. Dr. Werner Petersen-Stiftung für hervorragende Diplom- und Masterarbeiten auf den Gebieten der Ingenieurwissenschaften.

Dr.-Ing. Jan Mietzner erhielt ein DAAD-PostDoc Stipendium an die University of British Columbia, Kanada.

Dr.-Ing. Hendrik Schöneich wechselte zu Qualcomm CDMA nach Nürnberg.

Prof. Dr.-Ing. Peter Adam Höher ist seit 2006 Geschäftsführender Direktor des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik der CAU. Er ist Antragsteller im Exzellenzcluster "The Future Ocean" der CAU. Er war 2007 Associated Editor für IEEE Transactions on Communications, Stellv. Vorsitzender des German Chapters der IEEE Communications Society, Mitglied des VDE/ITG Fachausschuss 5.1, und Mitglied der VDE/ITG Fachgruppen "Algorithmen für die Signalverarbeitung" und "Angewandte Informationstheorie".

# Leistungselektronik und Elektrische Antriebe

Die Kompetenzen des Lehrstuhls einschließlich der Lehre erstrecken sich auf die Gebiete **Leistungshalbleiteranwendungen, Stromrichterschaltungen, elektrische Antriebe** sowie **Antriebs-Steuerung und -Regelung** und **Anwendungen in der Industrie und bei regenerativen Energien**. Der Lehrstuhl forscht auf vier Gebieten:

Im Gebiet **neuartige Leistungshalbleiter und Stromrichterschaltungen** befassen wir uns mit einem Mittelfrequenz-Netz-Analysator (seit Ende 2006). Mit ihm soll die Impedanz des Stromnetzes über einen weiten Frequenzbereich bestimmt werden, um den Anschluss dezentraler Erzeuger netzgerechter zu ermöglichen. Wir untersuchen zudem neuartige Silizium-Karbid-Transistoren und ihren Einsatz in Umrichtern für die Photovoltaik (seit 2007), was insbesondere Vorteile im Wirkungsgrad verspricht. Die Forschung an Matrixumrichtern und Umrichtern für Brennstoffzellen wurde nach Ausscheiden der Mitarbeiter beendet.

Konventionelle und moderne Regelungsmethoden beim Netzpulsstromrichter und beim Antrieb mit Asynchronmaschine untersuchen wir im Gebiet **moderne Regelungsverfahren und Beobachter für elektrische Antriebe**. In beiden Fällen erwarten wir Vorteile in Bezug auf die Beherrschung von nichtidealen Strecken wie Oberschwingungen und Unsymmetrien im Netz beziehungsweise unbekanntem Trägheitsmoment und schwingungsfähiger Mechanik bei der Maschine (letzteres im Jahr 2007 gestartet).

Auf dem Gebiet **Fehlerdiagnose und Fehlertoleranz elektrischer Antriebe** im Projekt Fehlertoleranz verfolgen wir das Ziel, Fehler in den Sensoren zu erkennen und durch geeignete Maßnahmen einen Weiterbetrieb zu ermöglichen. Unsere Anwendung ist hier insbesondere die Windenergieanlage auf See. Im zweiten Projekt Diagnose untersuchen wir, wie Fehler in elektrischen Maschinen frühzeitig erkannt werden können, so dass ein Notbetrieb oder eine Abschaltung zur Vermeidung des Totalschadens möglich ist. Beide Arbeiten erfolgen an doppeltgespeisten Asynchronmaschinen, die häufig in Windenergieanlagen eingesetzt werden.

Direkt auf Windenergieanlagen fokussiert sind im Gebiet **Windenergieanlagen und ihre Netzanbindung** unsere zwei Arbeiten zu Windenergieanlagen in Windparks auf See, zum einen mit Drehstromanbindung und zum anderen mit Hochspannungsgleichstromanbindung. Wir untersuchen das Verhalten der Einzelanlage und des Windparks und die Auswirkung auf die Netzeinspeisung im stationären Betrieb und bei Störungen. Diese Arbeiten sind im Jahr 2007 gestartet.

Für zum Teil schon seit längerer Zeit freie Stellen konnten erfreulicherweise fünf neue Mitarbeiter gewonnen werden, zwei Mitarbeiter haben mit erfolgreichem Abschluss ihrer Projekte den Lehrstuhl verlassen. Dadurch haben sich die Schwerpunkte der Forschung verändert. Sie entsprechen jetzt den für die nahe Zukunft geplanten Zielen. Zu allen Projekten haben wir mittlerweile jeweils eine Industriekooperation erreichen können.

Die Lehre wurde im bekannten Rahmen durchgeführt. Herr Dr. Leifert von der Firma Sieb&Meyer hat wiederum die Lehrveranstaltung Mikroprozessortechnik für Echtzeitsysteme durchgeführt. Wir freuen uns sehr über den Zuspruch der Studierenden bei Wahlfächern und studentischen Arbeiten.

Insgesamt sind wir ein großes und aus unserer Sicht starkes Team geworden, mit schöpferischer Arbeitsatmosphäre, und haben trotz des personellen Umbruchs wieder viele Veröffentlichungen erreicht und einige weitere Industriekooperationen aufbauen können.

## Ergebnisse

**Nichtlineare Zustandsregelung eines Netzpulsstromrichters mit LCL-Filter und kleiner Zwischenkreiskapazität (Jörg Dannehl, DFG)** Das aus Fördermitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Arbeitsgebiet Nichtlineare Zustandsregelung eines Netzpulsstromrichters mit LCL-Filter und kleiner Zwischenkreiskapazität wurde weitergeführt und von den Industriepartnern begleitet. Mit Hinsicht auf begrenzte Netzurückwirkungen und geringen Bauteileinsatz können Umrichter mit netzseitigen LCL-Filtern und mit kleinen Zwischenkreiskapazitäten ausgestattet werden. Dies erhöht

jedoch die Anforderungen an die Regelung hinsichtlich Dynamik und Stabilität erheblich. Neben der Errichtung des Labor-Teststands wurden in diesem Jahr konventionelle Regelungsansätze untersucht und insbesondere deren Grenzen aufgezeigt. Erste Ansätze mit der Sliding-Mode-Control wurden ebenfalls entwickelt, deren Untersuchung und Umsetzung im weiteren Projektverlauf erfolgen sollen.

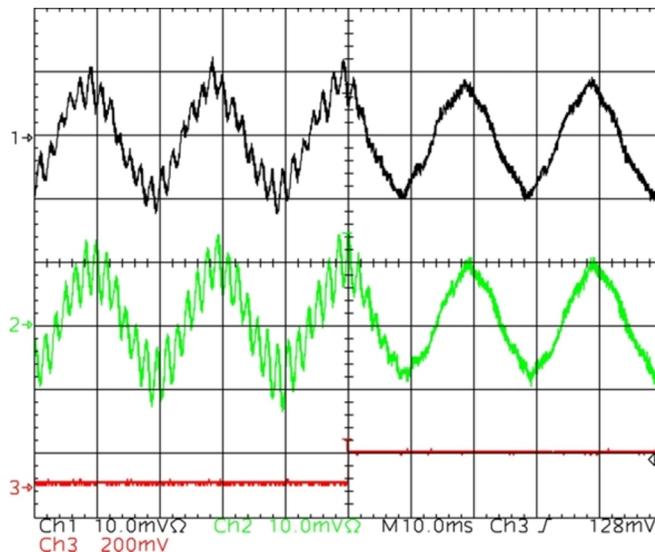


Abb. 1: Ströme am Netzpulsstromrichter: Netzstrom (oben) und umrichterseitiger Strom (Mitte) einer Phase des LCL-Filters im geregelten Betrieb des Netzpulsstromrichters ohne aktive Dämpfung (links) und mit aktiver Dämpfung (rechts).

**Moderne Regelungsverfahren für elektrische Antriebssysteme zur aktiven Dämpfung mechanischer Schwingungen bei unbekanntem Lasten (Sönke Thomsen, CAU)** Antriebssysteme bestehen aus einer Antriebsmaschine und einer mechanisch gekoppelten Last. Die Antriebselemente weisen nichtideale Eigenschaften wie zum Beispiel Massenträgheitsmomente und endliche Steifigkeiten auf. Somit stellt der mechanische Antriebsstrang immer ein schwingungsfähiges System dar. Ziel der Arbeit ist es, eine dynamisch hochwertige Regelung zur aktiven Dämpfung mechanischer Schwingungen für ein elektrisches Antriebssystem zu entwerfen. Dabei sollen moderne Verfahren aus der Regelungstechnik angewendet und erforscht werden. Für das in 2007 gestartete Projekt wurden konventionelle Regelungsverfahren untersucht und erste vielversprechende Simulationsergebnisse mit einer PI-Zustandsregelung erzielt.

**Mittelfrequenz-Messstromgenerator zur Bestimmung der Netzimpedanz (André Knop, Innovationsfonds)** Für die Auslegung und Betriebsführung von Windenergieanlagen ist es sinnvoll, die genaue Netzimpedanz und deren Frequenzgang zu kennen. Dadurch ergeben sich die aktuellen Netzeigenschaften sowie die Leistungsaufnahmefähigkeit des Netzes. Dieses Projekt umfasst als Teil des Netzimpedanzanalysators die Entwicklung eines Messstromgenerators für einen Frequenzbereich von 40 Hz bis 10 kHz. Es wurden ein zweistufiger und ein dreistufiger Umrichter ausgewählt, aufgebaut und geregelt am Netz in Betrieb genommen. Im nächsten Schritt erfolgt die Implementation der Messstromregelung.

**Condition Monitoring für Leistungselektronik-Generatorsysteme in Windenergieanlagen (Vincenz Dinkhauser, ESF/Innovationsfonds)** Für die elektrische Maschine werden Vorteile darin gesehen, anstelle mechanischer Schwingungssignale elektrische Signale zum Condition Monitoring auszuwerten. Daher wurde ein dreiphasiges Modell mit Bezug auf die Grundschwingung hergeleitet, mit dem das Verhalten bei Wicklungs- und Windungsfehlern, sowie allgemeine Unsymmetrien simuliert werden kann. Zur Erkennung dieser Fehler und Störungen wurden sowohl signalbasierte als auch modellbasierte Verfahren hinsichtlich der Detektierbarkeit, der Zuverlässigkeit und des Aufwandes untersucht. Auf dieser Basis und unter Verwendung eines Beobachters wurde ein Verfahren für die Diagnose von Windungsschlüssen und Asymmetrien hergeleitet und mit der Simulation untersucht. Dabei wird die Fehlerquelle anhand der Phasenlage der Residuen innerhalb kurzer Zeit ermittelt. Zurzeit befindet sich ein Teststand zur messtechnischen Verifikation im Aufbau.

**Untersuchung von modernen Silizium-Karbid-Leistungshalbleitern für Anwendungen in hocheffizienten Wechselrichtern für Solaranlagen (Toke Franke, CAU)** In diesem Projekt sollen zum einen Silizium-Karbid-Leistungshalbleiter in Testschaltungen hinsichtlich Betriebsverhalten, Ansteuerung und Schutz untersucht werden; zum anderen sollen sie in Solarumrichtern eingesetzt und insbesondere die Steigerung des Wirkungsgrades betrachtet werden. Es wurden bisher Ansteuerschaltungen und -prinzipien des JFET-SiC-Leistungshalbleiters entwickelt, die als *normally on*-Leistungshalbleiter ungewöhnlich anzusteuern sind. Erste Messungen wurden an diesen Bauelementen durchgeführt. Die Arbeiten werden an neuentwickelten MOSFET-Leistungshalbleiter-Mustern fortgeführt.

**Leistungselektronik-Generator-Systeme für Windenergieanlagen im Windpark (Ralf Lohde, ESF/ Innovationsfond)** Windparks stellen heute hoch komplexe Systeme dar. Die Wechselwirkungen der Windenergieanlagen untereinander über das Windpark interne Teilnetz und zwischen dem Windpark und dem Hochspannungsnetz werden untersucht. Das Verhalten der Windenergieanlagen in Bezug auf Leistungsabführung, Regelverhalten der abgeführten Leistung, Netzrückwirkungen, gegenseitige Beeinflussung und Netzfehler werden simuliert, analysiert und ggf. optimiert. Zur Validierung der Anlagenmodelle wurden vergleichende Untersuchungen zum Netzkurzschlussverhalten der Anlagen durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchungen zum transienten Netzverhalten wurde die Wirkung von Schutzmaßnahmen (Crowbar) von Windenergieanlagen mit doppeltgespeister Asynchronmaschine analysiert sowie Dimensionierungsvorschriften für diese Schutzmaßnahme erarbeitet.

**Wechselwirkung zwischen Leistungselektronik-Generatorsystemen eines Windparks und einer Hochspannungsgleichstromübertragung mit spannungseinprägendem Umrichter (Simon Jensen, Industrie)** Ziel dieses Projektes ist die Untersuchung der dynamischen Wechselwirkungen zwischen modernen Typen von Windenergieanlagen (WEA) eines Windparks und der zum Leistungstransport bei langen Kabelstrecken eingesetzten selbstgeführten HGÜ mit Spannungswischenkreis. Bisher wurde die Simulation von Windenergieanlagen mit verschiedenen Generatorsystemen in Bezug auf ihr Betriebsverhalten und die Leistungseinspeisung ins Netz erarbeitet. Dies schließt die Betriebsführung sowie die elektrische Kopplung wie auch die Windverteilung im Park ein. Basierend hierauf soll das Verbundverhalten zwischen Windpark und HGÜ im Hinblick auf verschiedene Eigenschaften betrachtet werden.

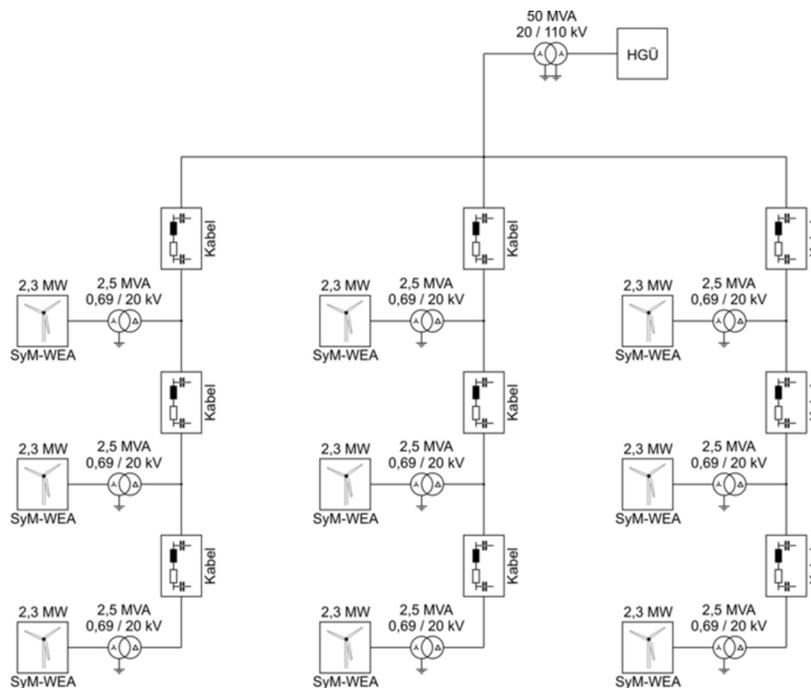


Abb. 2: Nachbildung eines Beispiel-Windparks mit 2,3MW-SyM WEA.

**Fehlertolerante Regelung einer doppeltgespeisten Asynchronmaschine (Kai Rothenhagen, DFG)** Für die Regelung dieses drehzahlveränderlichen Antriebes werden verschiedene Sensorsignale wie Spannung, Strom oder Drehzahl benötigt. Bei Ausfall eines Sensors ist ein Weiterbetrieb des Antriebes in der Regel nicht mehr möglich. Ziel der Arbeit ist es, Methoden zu entwickeln die einen Weiterbetrieb bei Sensorfehlern ermöglichen. Die fehlertolerante Regelung wurde im Vergleich zum letzten Jahr erweitert: Es ist jetzt möglich, Fehler in den Statorstrom, Rotorstrom und Statorspannungssensoren zu detektieren und die Regelung zu rekonfigurieren. Die Regelung kann in Betrieb gehalten werden, da die Umschaltdauer mit einigen Millisekunden ausreichend kurz ist.

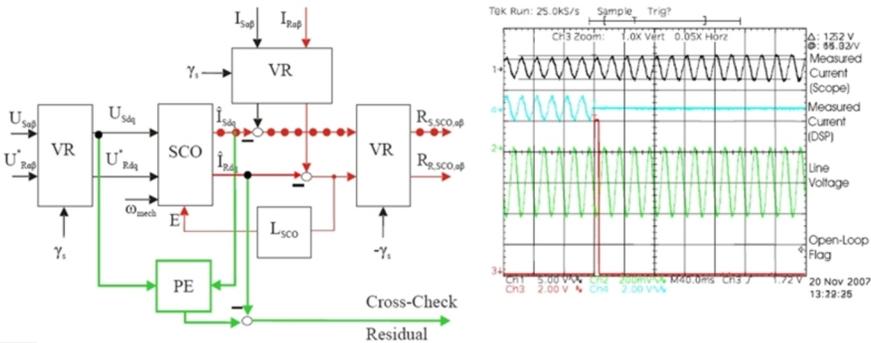


Abb. 3: Beobachter und Paritätsgleichung sowie Rekonfiguration der Statorstromregelung.



Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. F.W. Fuchs; Sekretariat: P. Bekendorf

Technisches Personal: B. Doneit

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Ing. J. Boll Matrix-Umrichter	01.01.-30.09.2007	CAU
Dipl.-Ing. J. Dannehl Nichtlineare Regelung von elektrischen Antrieben / Active damping for active rectifiers with grid-side LCL-filter in future converters of danfoss drives	01.01.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Ing. V. Dinkhauser Condition Monitoring für Leistungselektronik-Generatorsysteme in Windenergieanlagen	01.03.-31.12.2007	ESF/Innovationsfonds
Dipl.-Ing. T. Franke Untersuchung von modernen Silizium-Carbid-Leistungshalbleitern für Anwendungen in hocheffizienten Wechselrichtern für Solaranlagen	15.04.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. (FH) S. Jensen Wechselwirkung zwischen Leistungselektronik-Generatorsystemen eines Windparks und einer Hochspannungsgleichstromübertragung mit spannungseinprägendem Pulsrichter	01.01.-31.12.2007	Industrie
Dipl.-Ing. A. Knop Leistungselektronik-Generator-Systeme für Windenergieanlagen / Mittelfrequenz Netzimpedanz-Analysator	01.01.-31.12.2007	Innovationsfonds
Dipl.-Ing. R. Lohde Leistungselektronik-Generator-Systeme für Windenergieanlagen im Windpark	15.03.-31.12.2007	ESF/Innovationsfonds

Dipl.-Ing. M. Mohr Umrichter für die Regenerative Energie	01.01.-30.06.2007	CAU
Dipl.-Ing. K. Rothenhagen Fehlertoleranter Betrieb der doppeltgespeisten Asynchronmaschine bei Sensorfehlern durch Rekonfiguration der Regelung	01.01.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Ing. S. Thomsen Moderne Regelungsmethoden für elektrische Antriebssysteme mit schwingungsfähigen Lasten	01.06.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. Ch. Wessels Netzpulsstromrichter und ihre Regelung mit LCL-Filter-Einsatz in Windenergieanlagen	01.11.-31.12.2007	ESF/Innovationsfonds

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### *Winter 2006/2007*

Leistungselektronik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ M. Mohr)

Leistungselektronik III, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ J. Boll)

Regelung elektrischer Antriebe, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ J. Dannehl)

Seminar Leistungselektronik, 2 Std. Seminar/Woche,  
F.W. Fuchs

Exkursion Leistungselektronik, Papierfabrik Stora Enso, Uetersen, 1 Std. Exkursion/Woche,  
F.W. Fuchs

Praktikum Leistungselektronik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
F. W. Fuchs (+ J. Boll, J. Dannehl, K. Rothenhagen, M. Mohr, S. Jensen, A. Knop)

Erstsemesterbetreuung für Ingenieure (+ Studierende höherer Semester), 3 Std. Seminar/Woche,  
F.W. Fuchs (+ T. Franke)

Exkursion Leistungselektronik, Jungheinrich Norderstedt, 1 Std. Exkursion/Woche,  
F.W. Fuchs (+ V. Dinkhauser, A. Knop, Ch. Wessels)

Erstsemesterbetreuung für Ingenieure (+ Studierende höherer Semester), 3 Std. Seminar/Woche,  
F.W. Fuchs (+ T. Franke)

### *Sommer 2007*

Einführung in die Elektrische Energietechnik, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ S. Jensen, J. Dannehl, R. Lohde, S. Thomsen)

Leistungselektronik II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ K. Rothenhagen)

Elektrische Umformung regenerativer Energie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ M. Mohr)

Praktikum Leistungselektronik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
F.W. Fuchs (+ J. Boll, K. Rothenhagen, A. Knop, M. Mohr, J. Dannehl, V. Dinkhauser, S. Thomsen)

Seminar Leistungselektronik, 2 Std. Seminar/Woche,  
F.W. Fuchs

Exkursion Leistungselektronik, TEV Neumünster, 1 Std. Exkursion/Woche,  
F.W. Fuchs

Leistungshalbleiteranwendungen, 1 Std. Vorlesung/Woche,  
F.W. Fuchs (+ J. Boll)

Mikroprozessortechnik für Echtzeitsteuerungen, 1 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
T. Leifert (+ J. Dannehl)

*Winter 2007/2008*

Leistungselektronik I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ T. Franke)

Leistungselektronik III, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ S. Thomsen)

Regelung elektrischer Antriebe, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F.W. Fuchs (+ R. Lohde)

Seminar Leistungselektronik, 2 Std. Seminar/Woche,  
F.W. Fuchs

Praktikum Leistungselektronik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
F. W. Fuchs (+ J. Dannehl, K. Rothenhagen, S. Jensen, A. Knop, S. Thomsen, T. Franke, Ch. Wessels, V. Dinkhauser)

## Drittmittel

Jungheinrich AG, *Aktive Kurzzeit-Stromkompensation*, 01.01.-31.03.2007 (7.500 EUR)

Jungheinrich AG, *Batteriestützung beim Antrieb mit Asynchronmaschine und Batteriespeisung*,  
01.12.2007-30.06.2008 (19.000 EUR)

Danfoss Drives AS, *control of active rectifiers including modern control*, 01.01.2007-31.12.2009 (12.000 EUR)

KK-Electronic a/s, *control of active rectifiers*, 01.01.2007-31.12.2009 (12.000 EUR)

DFG, *Fehlertoleranter Betrieb der doppeltgespeisten Asynchronmaschine bei Sensorfehlern durch Rekonfiguration der  
Regelung*, 01.06.2005-31.05.2007 (185000 EUR)

ESF/Innovationsfonds, *Condition Monitoring und Diagnose in Leistungselektronik-Generatorsystemen von  
Windkraftanlagen*, 01.01.2005-31.12.2008 (160000 EUR)

ESF/Innovationsfonds, *Leistungselektronik-Generatorsysteme in Windkraftanlagen*, 01.01.2005-31.12.2008 (160000  
EUR)

Innovationsfonds Land SH, *Mittelfrequenz Netzimpedanz-Analysator*, 01.10.2006-31.12.2008 (311500 EUR)

Siemens, *Wechselwirkungen zwischen Leistungselektronik-Generatorsystemen eines Windparks und einer HGÜ*,  
01.01.2006-31.12.2008 (72000EUR)

DFG, *Nichtlineare Zustandsregelung eines Netzpulsstromrichters mit LCL-Filter und kleiner Zwischenkapazität*,  
01.01.2007-31.12.2009 (192.000 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Mitarbeit im **Kompetenzzentrum Windenergie** CEWind-Forschungsnetzwerk der Hochschulen in Schleswig-Holstein ([www.cewind.de](http://www.cewind.de)). Ziele des Kompetenzzentrums sind die Initiierung und Durchführung von F&E-Vorhaben, der Technologietransfer in die Industrie, Netzwerkaufbau zwischen den Hochschulen und zur Industrie, Interdisziplinarität, Aus-

und Weiterbildung. Neben der Durchführung von drei Forschungsprojekten im Rahmen eines Verbundprojektes von CEWind stand im Jahr 2007 die Antragstellung für ein Verbundprojekt (Phase 2 für CEWind) im Rahmen des Zukunftsprogramms des Landes Schleswig-Holstein, die Ausarbeitung eines Masterstudiengangs *Wind-Engineering* und der Start der Errichtung einer Organisationsform mit Geschäftsfähigkeit für CEWind im Vordergrund der Aktivitäten.

Mit dem Ziel F&E-Arbeiten auf dem Gebiet der Leistungselektronik durchzuführen, arbeiten die Hochschulen, einschließlich dieses Lehrstuhls der CAU, und Firmen aus Schleswig-Holstein und das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe, zusammen im **Leistungselektronik-Netzwerk Schleswig-Holstein**. Ein Verbundforschungsantrag wurde erarbeitet und eingereicht.

Zur **Verstärkung der Industriezusammenarbeit und des Technologietransfers** wurden die bestehenden Kontakte intensiviert und es konnte eine aktive Zusammenarbeit mit den Firmen Still (Hamburg), Danfoss Solar (Sonderborg) und Repower (Rendsburg) erreicht werden.

Technologietransfer im Bereich *Regelung von Netzpulsstromrichtern mit LCL-Filter* mit den Firmen Danfoss Drives und KK-Electronic, Dänemark.

Normungsarbeit auf dem Gebiet der Leistungselektronik, in Zusammenarbeit mit der Firma Converteam, Berlin.

Technik-Vorträge von Industriefirmen in Kiel zu *Sicherungen bei Leistungshalbleitern* (Fa. Bussmann), *Elektromagnetische Verträglichkeit bei Stromrichtern* (Fa. Danfoss) und *Offshore Windparks und Hochspannungsgleichstromübertragungen (HGÜ)* (Fa. ABB)

Seminar *EMV bei Frequenzumrichtern und Antrieben*, Dr. Hanigkovzki, Danfoss, Dänemark.

Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Kiel (Prof. Hinrichs) zur Netzimpedanzmessung.

Regelmäßige gemeinsame Kolloquien der Leistungselektronik-Lehrstühle der Universitäten Bremen, Hamburg, Hannover, Magdeburg und Kiel (Leistungselektronik Nord).

Erasmus-Kontakt zur Universität Nottingham (Prof. Asher) weitergeführt.

Kontakte zu diversen Industriefirmen zwecks Kennenlernen und Projektanbahnung.

Durchführung kleinerer und mittlerer Industrieprojekte.

Gastwissenschaftler Dr. Liserre, Universität Bari, kurzzeitig am Lehrstuhl (Moderne Regelungsverfahren).

## **Diplom- und Master-Arbeiten**

Thorben Detlefsen, *Modellierung, Simulation und Untersuchung einer Windenergieanlage mit umrichter gespeister Synchronmaschine und deren Netzanbindung*, 21.05.2007

Wulf-Toke Franke, *Analyse, Aufbau und messtechnische Untersuchung eines Z-Source Wechselrichters*, 28.03.2007

Nils Hamann, *Modellierung, Simulation und Untersuchung einer Windenergieanlage mit umrichter gespeister Asynchronmaschine mit Kurzschlussläufer sowie deren Verhalten im Windpark*, 11.12.2007

Michael Möllers, *Entwurf, Aufbau, Inbetriebnahme und Untersuchung eines dreistufigen Umrichters für schnelltaktende Anwendungen mit kleiner Leistung*, 05.11.2007

Matthias Rassy, *Modellierung, Simulation und Untersuchung des Betriebsverhaltens von Windenergieanlagen im Verbund*, 09.04.2007

Sönke Thomsen, *Parameterschätzer zur modellbasierten Fehlerdiagnose für eine doppelt gespeiste Asynchronmaschine*, 01.05.2007

Christian Wessels, *Untersuchung verschiedener Regelungen eines Netzpulsstromrichters mit LCL-Filter unter Verwendung verschiedener Messsignale*, 19.09.2007

erschienen im Jahre 2007

- M. Bierhoff, H. Brandenburg, F.W. Fuchs, *An Analysis on Switching Loss Optimized PWM Strategies for Three Phase PWM Voltage Source Converters*, IECON07 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Taipei, Taiwan, (2007)
- J. Dannehl, F.W. Fuchs, S. Hansen, *PWM Rectifier with LCL-Filter using different Current Control Structures*, EPE 07 European Conference on Power Electronics and Drives, Aalborg, Denmark, (2007)
- M. Mohr, T. Franke, F. W. Fuchs, *Betriebsverhalten des Z-Source-Wechselrichters*, Maritimes Symposium, Rostock, (2007)
- A. Knop, F.W. Fuchs, *Vergleich verschiedener Umrichtertopologien für Ausgangsströme im kHz-Bereich*, 12. Symposium Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, Universität Rostock, (2007)
- R. Lohde, S. Jensen, A. Knop, F.W. Fuchs, *Analysis of Three Phase Grid Failure and Doubly Fed Induction Generator Ride-through using Crowbars*, 12th European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, Denmark, (2007)
- M. Mohr, F.W. Fuchs, *Clamping for current-fed dc/dc converters with recovery of clamping energy in fuel cell inverter systems*, EPE07, European Conference on Power Electronics and Drives, Aalborg, Denmark, (2007)
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Current Sensor Fault Detection, Isolation and Control Reconfiguration for Doubly Fed Induction Generators*, IECON'07, 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Taipei, Taiwan, (2007)
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Implementation of State and Input Observers for Doubly-Fed Induction Generators*, EUROCON07, International Conference on Computer as a Tool, Warsaw, Poland, (2007)
- K. Rothenhagen, S. Thomsen, F.W. Fuchs, *Voltage Sensor Fault Detection and Reconfiguration for a Doubly Fed Induction Generator*, SDEMPED07, 6th International Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives, Krakow, Poland, (2007)
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Current Sensor Fault Detection and Control Reconfiguration for a Doubly Fed Induction Generator*, PESC'07, 38th Power Electronics Specialists Conference, Orlando, USA, (2007)
- S. Thomsen, K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Stator Voltage Observation for a Doubly Fed Induction Generator*, EPE'07, 12th European Conference on Power Electronics and Applications Aalborg, Denmark, (2007)

**Präsentationen**

- F.W. Fuchs, *Energiewende - von konventionell zu regenerativ*, Vortrag im Rahmen der schleswig-holsteinischen Universitätsgesellschaft, 02.04.2007
- F.W. Fuchs, *Energiewende - von konventionell zu regenerativ*, Vortrag im Rahmen der schleswig-holsteinischen Universitätsgesellschaft, Kiel, 10.05.2007
- F.W. Fuchs, *Energiewende - von konventionell zu regenerativ*, Vortrag im Rahmen der schleswig-holsteinischen Universitätsgesellschaft, Wedel, 20.09.2007
- R. Lohde, *Simulative Untersuchung des transienten Netzverhaltens großer Windenergieanlagen*, Messe Husum Wind, Husum, 21.09.2007
- V. Dinkhauser, *Condition Monitoring über elektrische Größen in Windenergieanlagen*, Messe Husum Wind, 21.09.2007
- M. Bierhoff, H. Brandenburg, F.W. Fuchs, *An Analysis on Switching Loss Optimized PWM Strategies for Three Phase PWM Voltage Source Converters*, IECON07 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Taipei, Taiwan, 03.11.2007
- J. Dannehl, F.W. Fuchs, S. Hansen, *PWM Rectifier with LCL-Filter using different Current Control Structures*, EPE 07 European Conference on Power Electronics and Drives, Aalborg, Dänemark, 03.09.2007
- T. Franke, M. Mohr, F.W. Fuchs, *Betriebsverhalten des Z-Source-Wechselrichters*, Maritimes Symposium, Rostock, 08.10.2007

- A. Knop, F.W. Fuchs, *Vergleich verschiedener Umrichtertopologien für Ausgangsströme im kHz-Bereich*, 12. Symposium Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, Universität Rostock, Rostock, 08.10.2007
- R. Lohde, S. Jensen, A. Knop, F.W. Fuchs, *Analysis of Three Phase Grid Failure and Doubly Fed Induction Generator Ride-through using Crowbars*, 12th European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, Dänemark, 03.09.2007
- M. Mohr, F.W. Fuchs, *Clamping for current-fed dc/dc converters with recovery of clamping energy in fuel cell inverter systems*, EPE07, European Conference on Power Electronics and Drives, Aalborg, Dänemark, 03.09.2007
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Current Sensor Fault Detection, Isolation and Control Reconfiguration for Doubly Fed Induction Generators*, IECON'07, 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Taipei, Taiwan, 03.11.2007
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Implementation of State and Input Observers for Doubly-Fed Induction Generators*, EUROCON07, International Conference on Computer as a Tool, Warschau, Polen, 09.09.2007
- K. Rothenhagen, S. Thomsen, F.W. Fuchs, *Voltage Sensor Fault Detection and Reconfiguration for a Doubly Fed Induction Generator*, SDEMPED07, 6th International Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives, Krakau, Polen, 05.09.2007
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Current Sensor Fault Detection and Control Reconfiguration for a Doubly Fed Induction Generator*, PESC07, 38th Power Electronics Specialists Conference, Orlando, USA, 18.06.2007
- S. Thomsen, K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Voltage Observation for a Doubly Fed Induction Generator*, EPE07, 12th European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, Dänemark, 03.09.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

### Gremienarbeit Prof. Fuchs

Leiter Prüfungsausschuss Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik und Informationstechnik

Obmann und deutscher Sprecher in internationalen Gremien (IEC) der Normungskomitees Leistungselektronik (K331) der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE); Teilnahme an der Jahrestagung der International Electrical Commission (IEC), Paris, 11.2007

Mitarbeit in einem IEC-Arbeitskreis zur Erarbeitung einer Norm zu *Netzpulsstromrichtern*

Gutachter, Session Chair, z.T. Topic Chair (PESC-, EPE-, IECON-Konferenzen, IEEE Transaction on Power Electronics and Industrial Electronics)

Gutachter (DFG)

### Infrastruktur

Vierter Antriebsstand in Errichtung (mit permanenterregter Synchronmaschine); damit sind alle Systeme aus Windeenergieanlagen in 22 kW Leistung im Labor in Betrieb, für Forschungszwecke, zur Erprobung und Optimierung der Regelverfahren und zur Validierung der Simulationsergebnisse, Lastmaschine repräsentiert den Triebstrang und die Windturbine einer WEA.

Einführung eines neuen Mikroprozessors Infineon Tricor TC 1796 für schnelle Steuerungen und Regelungen sowie Datenanalyse (Condition Monitoring) im Oktober 2007 gestartet.

Start der Errichtung eines Teststands mit doppeltgespeister Asynchronmaschine und Lastmaschine (5kW Leistung) zur Fehlerdiagnose von Wicklungsschlüssen und Lagerfehlern.

### Beiträge zur Außendarstellung der Technischen Fakultät

go for hightech (Industriemesse Hannover, durch wissenschaftliche Mitarbeiter geführte Schülerfahrt, April 2007)

Präsentationen auf zwei Berufsinformationsbörsen (je vier Gymnasien, Januar/Februar 2007)

Beteiligung an der Technik-AG für Schüler

Vortrag *Energiewende*, Universitätsgesellschaft

Präsentation Wirtschaftsingenieur bei den Studieninformationstagen der CAU, März 2007

### **Besonderes**

Herr Boll und Herr Mohr haben nach erfolgreicher wissenschaftlicher Arbeit den Lehrstuhl verlassen und haben neue Aufgaben in der Industrie (Repower) übernommen.

Herr Rothenhagen war für drei Monate am Institut von Prof. Kazmierkowski in Warschau im Forschungsprojekt *Wellengenerator* tätig.

Eine amerikanische Austauschstudentin war für drei Monate am Lehrstuhl.

### **Gäste von Universitäten in 2007**

Prof. Pacas, Universität Siegen, *Condition Monitoring bei elektrischen Antrieben*

Prof. Liserra, Universität Bari, Italien, *Moderne Regelungsmethoden bei elektrischen Antrieben*

# Nachrichten- und Übertragungstechnik

## Forschungsschwerpunkte:

- Optische Nachrichtenübertragung (Messtechnik, Prototypen-Evaluierung, Simulation von hochbitratigen Übertragungssystemen, Übertragung über Multimode- und Plastikfaser, Entzerrung optischer Übertragungskanäle, neue Modulationsformate, Kanalcodierung, WDM-Netzwerke)
- Simulation und Modellierung nachrichtentechnischer Systeme (Entwicklung und Anwendung eines modularen Simulationssoftwarepaketes auf Systemebene)
- Synchronisationsaufgaben der Nachrichtentechnik (Takt- und Trägersynchronisation, PLL-Anwendung)

## Ergebnisse

### 40 Gb/s über Plastikfaser

Innerhalb einer Industriekooperation mit der Firma Discovery Semiconductors (New Jersey, USA) sind Untersuchungen auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeitsübertragung mit Plastikfaser (POF) gemacht worden. Die POF ist im Vergleich zur Multimodefaser deutlich robuster gegenüber kleinen Krümmungsradien und daher sehr attraktiv für kurze kommende Netzwerke, wie z.B. Verbindungen zwischen einzelnen Hochgeschwindigkeitsrechnern. Als Nachteil der POF ist das niedrige Länge-Bandbreitenprodukt zu nennen, welches sehr stark von der Einstrahlposition abhängig ist. Innerhalb des Industrieprojektes ist erstmals gezeigt worden, dass 40 Gb/s über 50 m POF übertragen werden kann (siehe weit geöffnetes Auge in Abb. 1). Des Weiteren ist festgestellt worden, dass die POF eine sehr hohe Toleranz hinsichtlich Versätzen beim Einkoppeln auf POF besitzt. Bis zu einem Versatz von 10  $\mu\text{m}$  ist immer noch eine fehlerfreie Übertragung zu sehen. Hingegen ist für einen Versatz von 15  $\mu\text{m}$  ein signifikanter Einfluss der Modendispersion als hauptlimitierender Effekt (geschlossenes Auge in Abb. 2) zu erkennen.

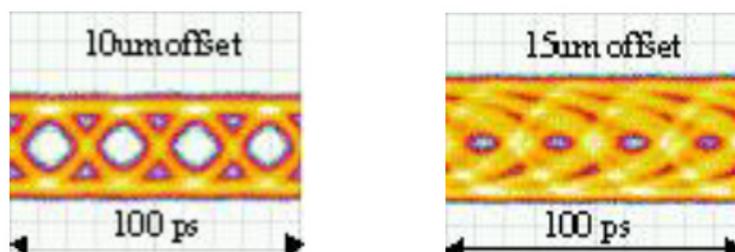


Abb. 1: Augendiagramm für die Übertragung über 50 m mit 10  $\mu\text{m}$  (links) und 15  $\mu\text{m}$  (rechts)

### Signalverzerrungen durch Fiber Bragg Gratings (FBGs) zur Dispersionskompensation

Bei der Übertragung über Glasfaser erfährt das optische Signal eine Verzerrung in der Phase, die Dispersion. Zur Kompensation können Fiber Bragg Gratings (FBGs) eingesetzt werden, die jedoch herstellungsbedingte Unvollkommenheiten im Phasengang aufweisen. Diese so genannten Phasenrippel haben je nach Modulationsformat und FBG-Typ unterschiedlichen Einfluss auf die Qualität der Signalübertragung. Statistische simulative Untersuchungen zeigen, welche Modulationsformate besonders tolerant gegen die Rippelstörungen sind. Das unten dargestellte Simulationsmodell umfasst eine Übertragungsstrecke mit 20 faseroptischen Spans, deren Dispersion mit FBGs kompensiert wird. Nach 20 Spans wird das Signal ausgewertet und die Eye Opening Penalty (EOP), ein Maß für die Signalverschlechterung, berechnet. Bei 1000 unterschiedlichen FBG-Kombinationen ergeben sich die im Bild dargestellten Verteilungsdichtefunktionen (VDFs) der EOP. Soll die Ausfallwahrscheinlichkeit eines optischen Systems unter einem bestimmten Wert gehalten werden, ist eine schmale

VDF um einen niedrigen EOP-Wert von Vorteil. NRZ-ASK erfüllt diese Bedingung gut, optische Duobinärübertragung (ODB) hingegen weniger. Abhilfe kann eine Entzerrung im elektrischen Bereich schaffen.

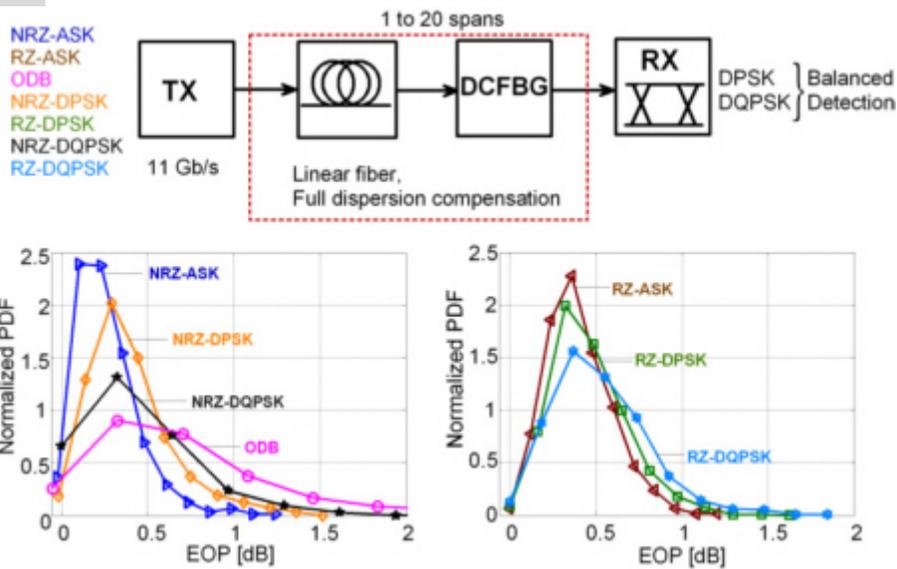


Abb. 2: Simulationsaufbau und Verteilungsdichtefunktionen der Eye Opening Penalty nach 20 faseroptischen Spans für unterschiedliche Modulationsformate

### Mehrstufige Modulationsformate in Kombination mit kohärentem Empfang

Aufgrund des ständig steigenden Bandbreitenbedarfs wird die Verwendung von mehrstufigen Modulationsformaten immer attraktiver. Durch die mehrstufigen Modulationsformate kann bei gleicher Bandbreite ein Vielfaches an Daten im Vergleich zu binären Modulationsformaten übertragen werden. Die Kombination von mehrstufigen Modulationsformaten mit kohärenten Empfängern hat den Vorteil, dass beliebige mehrstufige Modulationsformate demoduliert werden können. So muss z.B. für alle mehrstufigen phasengebasteten und quadraturamplituden-modulierten (engl. M-PSK und M-QAM) nur die Phasenbestimmung in der digitalen Signalverarbeitung im kohärenten Empfänger angepasst werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Polarisation als zusätzlicher Freiheitsgrad verwendet werden kann. Dadurch ist es z.B. möglich 100 Gbit/s mit 25 Gbaud QPSK (engl. quadrature phase shift keying) auf zwei Polarisationen zu übertragen. Durch die Verwendung eines kohärenten Empfängers ist es nicht notwendig die beiden Signale auf der Empfängerseite exakt zu trennen. Die dadurch entstehende Kopplung der beiden Signale kann anschließend mittels digitaler Signalverarbeitung entzerrt werden.

### Orthogonaler Frequenzmultiplex (OFDM)

Die Forschungstätigkeit auf diesem im Almanach 2006 erstmals erwähnten Gebiet wurde 2007 intensiviert. Aufbauend auf der 2006 angefertigten Masterarbeit *Orthogonal Frequency Division Multiplexing in Optical Transmission Systems with High Spectral Efficiency* wurden verschiedene Szenarien entwickelt, wie OFDM in der optischen Hochbitratenübertragung implementiert werden kann. Grundsätzlich sind die zwei Varianten *direkte Detektion* und *kohärente Detektion* zu unterscheiden. Bei direkter Detektion wird das OFDM-Signal mittels Amplitudenmodulation mit Träger übertragen, so dass im Empfänger Hüllkurvendemodulation möglich ist. Bei kohärenter Detektion hingegen kann im Sender der Träger unterdrückt werden, da er im Empfänger phasenrichtig hinzugefügt wird. Beide Konzepte bieten Vor- und Nachteile. Die Variante mit direkter Detektion zeichnet sich durch einen sehr einfachen Aufbau aus, während die phasenrichtige Addition des Trägers im Empfänger die kohärente Variante aufwändig macht. Auf der anderen Seite ist bei direkter Detektion der Leistungsanteil des Trägers sehr hoch (größer gleich 50%), so dass nur ein geringerer Anteil der Übertragungsleistung auf das Nutzsignal entfällt. Bei kohärenter Detektion kann auf den Träger verzichtet werden, so dass die gesamte Leistung für das Nutzsignal zur Verfügung steht. Nichtsdestotrotz ist im vergangenen Jahr zunächst die Variante mit direkter Detektion

intensiv untersucht worden, und erste Untersuchungen zu Steigerung der Leistungseffizienz durch optimale Wahl des Arbeitspunktes des Modulators zeigen signifikantes Steigerungspotenzial.

*Workshop on Optical Communication*

Am 08./09. Februar 2007 fand der Workshop on Optical Communications mit 21 Teilnehmern am Lehrstuhl statt. Beteiligt waren Gäste und Vortragende von

Research Center COM,

der TU Kopenhagen,

der T-Systems (Dt. Telekom), Berlin, Darmstadt,

des Heinrich-Hertz-Instituts, Berlin,

der TU München.



Abb. 3: Workshop Optical Communications in Kiel

**Personal**

Leiter/-innen: Prof. Dr. W. Rosenkranz; Sekretariat: P. Usinger

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) S. Robien

Mitarbeiter/-innen:

Prof. Dr. Nguyen Le Binh  
Gastprofessor

09.07.-31.12.2007

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

M.Sc. Abdulmir Ali	01.07.-31.12.2007	Industrie/DFG
Orthogonale Frequenzmultiplextechnik (OFDM) in der leitungsgebundenen optischen Hochgeschwindigkeitsübertragung		
Dipl.-Ing. Annika Dochhan	01.01.-31.12.2007	CAU
Entzerrung des optischen Übertragungskanal		
Dipl.-Ing. C. Hebebrand	01.01.-31.12.2007	CAU/Industrie
Modulationsverfahren		
Dr.-Ing. Jochen Leibrich	01.04.-31.12.2007	Industrie/CAU
OFDM und Simulationswerkzeuge		
Dipl.-Ing. S. Schöllmann	01.01.-31.12.2007	CAU/Industrie
Multiple Input multiple output Systeme (MIMO)		
Dipl.-Ing. Murat Serbay	01.01.-31.12.2007	
Gastwissenschaftler		
M.Sc. C. Xia	01.01.-31.12.2007	Industrie
High-speed Ethernet Transmission over Multimode Optical Fiber		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Nachrichtenübertragung II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ A. Dochhan)

Optische Kommunikationstechnik, 72 Std. Exkursion/Woche,  
W. Rosenkranz

Optische Kommunikationstechnik II (Hochgeschwindigkeitssysteme und Netze), 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ S. Schöllmann)

Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten für Studierende der Elektrotechnik und Informationstechnik, 2 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz

Seminar über ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik, 3 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Seminar über Studien- und Diplomarbeiten der Nachrichtentechnik, 2 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Praktikum Nachrichten- und Informationstechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. Rosenkranz (+ C. Hebebrand)

Digital Communications, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ C. Xia)

High-Speed Systems and Networks, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ S. Schöllmann)

*Sommer 2007*

Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten für Studierende der Elektrotechnik und Informatonstechnik, 2 Std. Seminar/  
Woche,  
W. Rosenkranz

Nachrichtenübertragung I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ A. Dochhan)

Optical Communicatons, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ S. Schöllmann)

Optische Kommunikationstechnik I (Grundlagen und Komponenten, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ S. Schöllmann)

Praktikum Nachrichten- und Informationstechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Topics in Digital and Optical Communications, 3 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Seminar über ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik, 3 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Seminar über Studien- und Diplomarbeiten der Nachrichtentechnik, 2 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

*Winter 2007/2008*

Nachrichtenübertragung II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ A. Dochhan)

Optische Kommunikationstechnik II (Hochgeschwindigkeitssysteme und Netze), 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/  
Woche,  
N. Le Binh (+ S. Schöllmann)

Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten für Studierende der Elektrotechnik und Informationstechnik, 2 Std. Seminar/  
Woche,  
W. Rosenkranz

Seminar über ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik, 3 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Seminar über Studien- und Diplomarbeiten der Nachrichtentechnik, 2 Std. Seminar/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiter/innen

Praktikum Nachrichten- und Informationstechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. Rosenkranz und Mitarbeiterinnen

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. Rosenkranz (+ C. Hebebrand)

Digital Communications, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. Rosenkranz (+ J. Leibrich)

Technische Universität München

High-Speed Systems and Networks, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
N. Le Binh (+ S. Schöllmann)

## Drittmittel

Industrie, *Entwicklung von Methoden und Lösungen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Transportnetzen*, 01.01.-31.12.2007 (40.000 EUR)

Industrie, *Forschung und Entwicklung von Methoden und Lösungen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Transportnetzen*, 01.01.-31.12.2007 (40.000 EUR)

Industrie, *Fibre Bragg Gratings*, 01.01.-31.12.2007 (74.800 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), *Orthogonale Frequenzmultiplextechnik (OFDM) in der leitungsgebundenen optischen Hochgeschwindigkeitsübertragung*, 01.10.-31.12.2007 (225.770 EUR)

Industrie, *Untersuchungen zur Identifikation der optimalen Takt- und Trägerrückgewinnung eines kohärenten Empfängers mit Polarisationsmultiplex*, 01.11.-31.12.2007 (237.600 EUR)

BMBF, *Übertragungskonzepte mit Parallelisierung für 100Gbit/s Ethernet Metronetze*, 01.10.-31.12.2007 (445.528 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Der Lehrstuhl ist Kooperationspartner im CELTIC Projekt OPRONET (optimized Transponders for Robust Optical Networks) mit den Partnern: Siemens S.A. (Portugal), CIVCOM Inc. (Israel), CoreOptics GmbH (Nürnberg), Instituto de Telecomuncooes Aveiro (Portugal)

Der Lehrstuhl ist Mitglied in der Kontaktgruppe, die regelmäßig jährlich den Workshop *Optical Communications* veranstaltet und eng zusammenarbeitet:

- TU München (Prof. N. Hanik)
- „Research Center COM“, TU Kopenhagen (Prof. P. Jeppesen)
- FhG Heinrich Hertz Institut, Berlin
- Deutsche Telekom T-Systems, Berlin, Darmstadt

Herr Prof. Dr. Le Nguyen Binh vom Centre for Telecommunications and Information, Department of Electrical and Computer Systems, Monash University, Melbourne, Australien, ist als Gastprofessor für ein Jahr am Lehrstuhl.

Auf der ECOC 2007 wurde von Herr Schöllmann ein Post Deadline Paper basierend auf einer Industriekooperation mit Discovery Semiconductors (New Jersey, USA) angenommen. Dabei wurde ein Rekordexperiment mit 40 Gb/s über 50 m GI-POF präsentiert.

Im Rahmen des Universitätstages der CAU wurde Herrn Mark Bohn der Fakultätspreis der CAU für die beste Dissertation der TF verliehen.

## Diplom- und Master-Arbeiten

Hooman A. Davani, *Untersuchung von M-QAM Modulationsformaten in optischen Kommunikationssystemen*, 13.09.2007

Yun Liu, *Mitigation of Phase Ripple Distortions Introduced by Dispersion Compensating Fiber Bragg Gratings in Optical Transmission Systems by Electronic Equalization*, 08.11.2007

Carlos Rivas Sierra, *Investigation of coherent Receivers in Optical Communication Systems*, 24.11.2007

## Dissertationen / Habilitationen

Jochen Leibrich, *Modeling and Simulation of Limiting Impairments on Next Generation's Transparent Optical WDM Transmission Systems with Advanced Modulation Formats*, 19.01.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- C. Hebebrand, *Equalization of Multilevel Formats after Coherent Detection*, Workshop on Optical Communication Systems, 8. Februar, Kiel, Germany, (2007)
- S. Schöllmann, *High speed transmission over MMF and POF using MIMO Approach*, Workshop on Optical Communications Systems, 8. Februar, Kiel, Germany, (2007)
- M. Serbay, *Towards 4 Bits per Symbol using 16-ary Inverse-RZ-QASK-DQPSK*, Workshop der ITG Fachgruppe 5.3.1., Februar, München, Germany, (2007)
- S. Schöllmann, S. Soneff, W. Rosenkranz, *10.7 Gb/s Over 300 m GI-MMF Using a 2 x 2 MIMO System Based on Mode Group Diversity Multiplexing*, Optical Fiber Conference, OFC, 25.-29. March, Anaheim, USA, **OTuL2**, (2007)
- M. Serbay, T. Tokle, P. Jeppsen, W. Rosenkranz, *42.8 Gbit/s, 4 Bits per Symbol 16-ary Inverse-RZ-QASK-DQPSK Transmission Experiment without Polmux*, Optical Fiber Conference, OFC, 25.-29. March, Anaheim, USA, **OThL2**, (2007)
- W. Rosenkranz, C. Xia, *Electrical equalization for advanced optical communication systems*, AEU - International Journal of Electronics and Communications, **Vol. 61, 3**, 153 - 157 (2007)
- C. Xia, W. Rosenkranz, *Nonlinear electrical equalization for different modulation formats with optical filtering*, Journal of Lightwave Technology, **Vol. 25, 4**, 996 - 1001 (2007)
- C. Hebebrand, W. Rosenkranz, *Untersuchung von elektronischer Dispersionskompensation für Multilevelformate nach kohärenter Demodulation*, 8. ITG-Fachtagung Photonische Netze, 07.-08. Mai, Leipzig, Germany, 97 - 103 (2007)
- N. Michel, F. Kranhold, M. Serbay, W. Rosenkranz, N. Weber, *Ein 16 GBit/s Duobinary Precoder-Chip in SiGe-Technologie sowie Möglichkeiten innovativer Aufbau und Montagetechniken*, Workshop at EEEfCOM, 21.-22. June, Ulm, Germany, (2007)
- C. Xia, W. Rosenkranz, *Electrical mitigation of penalties caused by group delay ripples for different modulation formats*, IEEE Photonics Technology Letters, **Vol. 19, 13**, 954 - 956 (2007)
- I. Papagiannakis, C. Xia, D. Klonidis, W. Rosenkranz, A.N. Birbas, I. Tomkos, *Study of the Electronic Dispersion Compensation for 2.5 and 10 Gb/s Transient and Adiabatic Chirped Directly Modulated Lasers*, ICTON, 1.-5. July, Rome, Italy, **Vol. 4, Mo.P.16**, 59 - 62 (2007)
- W. Rosenkranz, J. Leibrich, M. Serbay, A. Ali, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) and other Advanced Options to achieve 100Gb/s Ethernet Transmission*, ICTON, 1.-5. July, Rome, Italy, **Vol. 1, Mo.B1.2**, 12 - 15 (2007)
- C. Hebebrand, W. Rosenkranz, *Investigation of Electronic Equalization in Coherent Receivers with Complex Modulation Schemes*, IEEE LEOS, 23.-25. July, Portland, USA, **TuA4.2**, (2007)
- T. Tokle, M. Serbay, J.B. Jensen, W. Rosenkranz, P. Jeppesen, *Generation of 100+++ Gbit/s signals using multilevel modulation formats*, IEEE LEOS, 23.-25. July, Portland, USA, **TuE4.1**, 256 - 257 (2007)
- J. Leibrich, A. Ali, W. Rosenkranz, *Optical OFDM as a Promising Technique for Bandwidth-Efficient High-Speed Data Transmission over Optical Fiber*, 12th International OFDM-Workshop, 29.-30. August, Hamburg, Germany, **InOWo**, 31 - 35 (2007)
- W. Rosenkranz, *Advanced Signal Processing Approaches to Achieve 100Gb/s+ Data Rate Transmission*, Symposium on Optical Communication Networks SOCN, 11.-16. September, Berlin, Germany, (2007)
- I. Papagiannakis, C. Xia, D. Klonidis, W. Rosenkranz, A.N. Birbas, I. Tomkos, *Performance of 2.5 Gb/s and 10 Gb/s transient and adiabatic chirped directly modulated lasers using electronic dispersion compensation*, 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication ECOC, 16.-20. September, Berlin, Germany, **9.3.5**, (2007)

- C. Hebebrand, W. Rosenkranz, *Electronic Dispersion Compensation for 107Gb/s Coherent Detection with Multi-Level Modulation Formats*, 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication ECOC, 16.-20. September, Berlin, Germany, **P063**, (2007)
- S. Schöllmann, W. Rosenkranz, *Experimental Equalization of Crosstalk in a 2x2 MIMO System Based on Mode Group Diversity Multiplexing in MMF Systems @ 10.7 Gb/s*, 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication ECOC, 16.-20. September, Berlin, Germany, **7.4.2**, (2007)
- A. Ali, J. Leibrich, W. Rosenkranz, *Impact of Nonlinearities on Optical OFDM with Direct Detection*, 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication ECOC, 16.-20. September, Berlin, Germany, **P095**, (2007)
- S. Schöllmann, C. Wree, A. Joshi, W. Rosenkranz, *First Experimental Transmission over 50 m GI-POF at 40 Gb/s for Variable Launching Offsets*, 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication ECOC, 16.-20. September, Berlin, Germany, **PD 3.7**, (2007)
- C. Xia, W. Rosenkranz, *Are MLSE and nonlinear equalization required for optical single sideband modulation*, APOC, November, Wuhan, China, (2007)

## Präsentationen

- C. Hebebrand, *Equalization of Multilevel Formats after Coherent Detection*, Workshop on Optical Communication Systems, Kiel, Germany, 08.02.2007
- S. Schöllmann, *High speed transmission over MMF and POF using MIMO Approach*, Workshop on Optical Communication Systems, Kiel, Germany, 08.02.2007
- M. Serbay, *Towards 4 Bits per Symbol using 16-ary Inverse-RZ-QASK-DQPSK*, Workshop der ITG Fachgruppe 5.3.1, München, Germany, 13.02.2007
- S. Schöllmann, *10.7 Gb/s Over 300 m GI-MMF Using a 2 x 2 MIMO System Based on Mode Group Diversity Multiplexing*, OFC, Anaheim, USA, 25.-29.03.2007
- M. Serbay, *42.8 Gbit/s, 4 Bits per Symbol 16-ary Inverse-RZ-QASK-DQPSK Transmission Experiment without Polmux*, OFC, Anaheim, USA, 25.-29.03.2007
- C. Hebebrand, *Untersuchung von elektronischer Dispersionskompensation für Multilevelformate nach kohärenter Demodulation*, 8. ITG-Fachtagung Photonische Netze, Leipzig, Germany, 07.-08.05.2007
- N. Michel, *Ein 16 GBit/s Duobinary Precoder-Chip in SiGe-Technologie sowie Möglichkeiten innovativer Aufbau und Montagetechniken*, Workshop at EEEFCOM, Ulm, Germany, 21.-22.06.2007
- I. Papagiannakis, *Study of the Electronic Dispersion Compensation for 2.5 and 10 Gb/s Transient and Adiabatic Chirped Directly Modulated Lasers*, ICTON, Rome, Italy, 01.-05.07.2007
- J. Leibrich, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) and other Advanced Options to achieve 100Gb/s Ethernet Transmission*, ICTON, Rome, Italy, 01.-05.07.2007
- C. Hebebrand, *Investigation of Electronic Equalization in Coherent Receivers with Complex Modulation Schemes*, LEOS, Portland, USA, 23.-25.07.2007
- T. Tokle, *Generation of 100+++ Gbit/s signals using multilevel modulation formats*, LEOS, Portland, USA, 23.-25.07.2007
- J. Leibrich, *Optical OFDM as a Promising Technique for Bandwidth-Efficient High-Speed Data Transmission over Optical Fiber*, 12th International OFDM-Workshop, Hamburg, Germany, 29.-30.08.2007
- W. Rosenkranz, *Advanced Signal Processing Approaches to Achieve 100Gb/s+ Data Rate Transmission*, Symposium on Optical Communication Networks, SOCN, Berlin, Germany, 11.-16.09.2007
- I. Papagiannakis, *Performance of 2.5 Gb/s and 10 Gb/s transient and adiabatic chirped directly modulated lasers using electronic dispersion compensation*, ECOC, Berlin, Germany, 16.-20.09.2007
- C. Hebebrand, *Electronic Dispersion Compensation for 107Gb/s Coherent Detection with Multi-Level Modulation Formats*, ECOC, Berlin, Germany, 16.-20.09.2007
- S. Schöllmann, *Experimental Equalization of Crosstalk in a 2 x 2 MIMO System Based on Mode Group Diversity*

*Multiplexing in MMF Systems @ 10.7 Gb/s, ECOC, Berlin, Germany, 16.-20.09.2007*

A. Ali, *Impact of Nonlinearities on Optical OFDM with Direct Detection, ECOC, Berlin, Germany, 16.-20.09.2007*

S. Schöllmann, *First Experimental Transmission over 50 m GI-POF at 40 Gb/s for Variable Launching Offsets, ECOC, Berlin, Germany, 16.-20.09.2007*

C. Xia, *Are MLSE and nonlinear equalization required for optical single sideband modulation?, APOC, Wuhan, China, 01.-05.11.2007*

## **Andere Aktivitäten und Ereignisse**

Mitgliedschaft von Prof. Rosenkranz in folgenden Gremien:

\* Fachausschuss 5.1 der ITG im VDE: *“ Informations- und Systemtheorie “*

\* Fachausschuss 5.3 der ITG im VDE: *“ Optische Nachrichtentechnik “*

\* Fachgruppe 5.3.1 der ITG im VDE: *“ Simulation und Modellierung in der optischen Nachrichtentechnik “*

\* Normungsausschuss 412.2 *“ Komponenten für Kommunikationskabelanlagen “* der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Prof. Rosenkranz ist Mitglied im Programmkomitee folgender internationaler Konferenzen:

\* *“ IEEE/OSA Optical Fiber Communication (OFC) “*

\* *“ European Conference on Optical Communications (ECOC) “*

\* *“ ITG/VDE International Conference on Source and Channel Coding (ICCC) “*

\* *“ IEEE International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) “*

\* *“ SPIE Asia-Pacific Conference on Optical and Wireless Communications (APOC) “*

\* *“ International Conference on Computers, Communications and Power (ICCCP) “*

Prof. Rosenkranz ist Prodekan der Technischen Fakultät für den Zeitraum 2006-2008.

LNT-Mitarbeiter wirken mit im „Arbeitskreis Übertragungstechnik“ im Rahmen des BMBF Verbundprojektes „EIBONE“ .

Der Lehrstuhl wirkte mit an:

\* *“ Projektwoche “* des Gymnasiums Bad Oldeslohe

f  
o  
r  
i  
n  
f  
o  
r  
m  
a  
t  
i  
o  
n  
e  
n

# almanach 07

## Netzwerk- und Systemtheorie

Der Lehrstuhl besteht seit Oktober 1993. Zu Beginn des Jahres 2007 waren neben dem Leiter sowie einer Sekretärin und einem für die gesamte Technik verantwortlichen Ingenieur (beide auch zuständig für die Arbeitsgruppe „Informations- und Codierungstheorie“ (AG-ICT) von Prof. Höher) sechs Wissenschaftler beschäftigt, davon drei auf Landesstellen. Im Frühsommer schied eine Mitarbeiterin aus, die inzwischen ihre Dissertation eingereicht hat, und im Spätsommer stieß eine neue Mitarbeiterin auf Drittmittelbasis zu uns: Am Jahresende waren damit wiederum sechs wissenschaftliche Mitarbeiter an unserer Forschung und Lehre beteiligt. Tatkräftige Hilfe kam wie stets von studentischen Hilfskräften - insbesondere bei der Erstellung von Skripten, aber auch besonders intensiv im Rahmen der Projektarbeit.

Äußerst erfreulich waren auch die Beiträge unserer Studierenden in vier Diplomarbeiten und einer Studienarbeit, die im Sommer und Herbst gestartet wurden. Nimmt man hinzu, dass am Jahresende zwei weitere Diplomarbeiten vor der Abgabe standen, so zeigt sich ein weiterhin gutes Interesse der Studierenden an unserer Arbeit.

Außer der schon genannten abgegebenen Dissertationsschrift wurden im Jahre 2007 zwei Arbeiten komplett mit der erfolgreichen Promotionsprüfung abgeschlossen. Die Prüfung zur eingereichten Arbeit folgt im Frühjahr 2008, eine weitere Schrift wird zu dieser Zeit eingereicht sein.

Erfreulicherweise wurden die DFG- und BMV-Projekte des LNS verlängert, letzteres sogar für die nächsten drei Jahre abgesichert. Aus der bisherigen Kooperation entstand ein Patent. Die Zusammenarbeit mit der Telekom in Berlin wurde mit einem Abschlussbericht zwar offiziell beendet, sie hat aber zu einer weiteren Zusammenarbeit im Rahmen der ITU geführt; hier sind intensive Kontakte mit der TU Berlin und der France Télécom entstanden, die auch eine europäische Patentanmeldung zur Folge hatten.

Eine engere Kooperation hat sich mit der Technischen Universität Tampere in Finnland ergeben: Nach einem Kurs von Prof. Heute in Tampere für Firmen- und Universitätsangehörige zum Thema „Sprachsignalverarbeitung“ im Februar 2007 wurde ein Wissenschaftler-Austausch vereinbart. In diesem Rahmen konnte ein Mitarbeiter im Herbst für sieben Wochen an der TUT arbeiten; ein Gegenbesuch steht im Jahr 2008 an.

Besonders zu erwähnen ist, dass der Lehrstuhlinhaber durch die Europäische Signalverarbeiter-Vereinigung EURASIP (European Association for Signal, Speech, and Image Processing, Brüssel) anlässlich der Jahrestagung in Poznan im September 2007 erneut ausgezeichnet wurde: Nach der Würdigung der Erfolge der Arbeitsgruppe durch den „Technical Achievement Award“ 2004 wurde er jetzt für seine langjährigen Verdienste um die Sprachverarbeitung mit dem „Meritorious-Service Award“ geehrt.

### Ergebnisse

Erkenntnisse aus der LNS-Arbeit wurden wieder für zahlreiche Publikationen aufbereitet. Das geschah auf den folgenden Gebieten:

- \* **Gemeinsame Aspekte der Quellen- und Kanalcodierung:** Die langjährigen Arbeiten zu diesem Thema, insbesondere zum Spezialfall einer Quellencodierung mit variabler Wortlänge unter Beibehaltung guter Fehlerrobustheit, fanden ihren vorläufigen Abschluss durch die erfolgreiche Verteidigung der Dissertationsschrift von Herrn Thobaben. Er ist inzwischen Hochschullehrer an der KTH in Stockholm.
- \* **Sprechercharakterisierung:** Das Thema wurde durch Herrn Schwarz weiterhin intensiv bearbeitet, u.a. in einer von ihm betreuten Diplomarbeit. Resultate wurden auf der DAGA in Stuttgart vorgestellt. Einen Vergleich mit anderen Ansätzen untersuchte Herr Schwarz bei einem Forschungsaufenthalt in Tampere, Finnland, wo man intensiv mit der NOKIA-Forschung kooperiert.
- \* **Sprachqualität :** Auf der ESSV'07 in Cottbus sowie der WASPAA'07 in New Paltz bei New York, USA, präsentierte Frau

Huo unsere Ansätze und einige Ergebnisse der Arbeiten zum Thema „Qualitätsbeurteilung von Telefonsprache“. Kernthema ist dabei die Zerlegung des Qualitätsbegriffs in „Attribute“, aus denen sich die Gesamtempfindung zusammensetzt. Der Antrag auf Förderung entsprechender Untersuchungen an so genannter Breitbandsprache wurde von der DFG positiv beschieden. Einen eingeladenen Plenarvortrag zu diesem Thema hielt Prof. Heute auf der ICCCP'07 in Oman. Ein Übersichtskapitel zum Thema „Qualität von Breitbandsprache“ von Prof. Heute ist in einem von ihm und zwei Kollegen herausgegebenen Buch im Wiley-Verlag enthalten, das im Februar 2008 erscheint. Ein weiteres Buchkapitel erscheint im Frühjahr 2008 bei Springer; es behandelt die Qualitätsmessung bei klassischer Telefonsprache. Eine Attributanalyse wird derzeit bei der ITU in Genf diskutiert; geplant ist ein Messstandard P.OLQA zur Erweiterung bereits standardisierter instrumenteller Qualitätsmaße. Vor der Interessensbekundung bei der ITU wurden die entwickelten Ansätze zum Patent angemeldet.

Die Qualität von Sprach-Dialogsystemen war Gegenstand eines Kooperations-Projekts mit der Telekom in Berlin: In Zusammenarbeit mit deren T-Labs in Berlin (einem „An-Institut“ der TU) sowie der FTW in Wien wurden Einflüsse der Signal- und Übertragungsqualität, der synthetischen Sprachausgabe, der Erkennen- und Synthetisator-Grammatiken und des Dialogmanagement-Systems auf die Nutzer-Zufriedenheit untersucht. Dieses Projekt wurde am LNS durch Frau Huo bearbeitet. Ergebnisse wurden auf der SPECOM'07 in Moskau vorgestellt. Darüber hinaus ist zzt. ein Buch zu diesem Themenfeld mit einem gemeinschaftlichen Kapitel der Kooperationspartner beim Springer-Verlag im Druck.

\* **Sprachverbesserung:** Die Beseitigung von additiven Störungen in Mikrophonesignalen ist seit langem ein Thema des LNS. Seit März 2004 bearbeitet Frau Janardhanan ein Forschungsprojekt zur Verbesserung von Breitbandsprache: In Zukunft wird die klassische „Telefonbandbreite“ von ca. 3.5 kHz mehr und mehr abgelöst durch einen verdoppelten Frequenzbereich. Dadurch erzielt man nahezu „Rundfunk-Qualität“ beim Telefonieren. Andererseits leidet die Qualität nun noch stärker, wenn neben dem Sprachsignal auch Störgeräusche das Mikrofon erreichen. Resultate bei der verbesserten Schätzung breitbandiger, instationärer Störungen wurden auf der ESSV'07 in Cottbus vorgetragen.

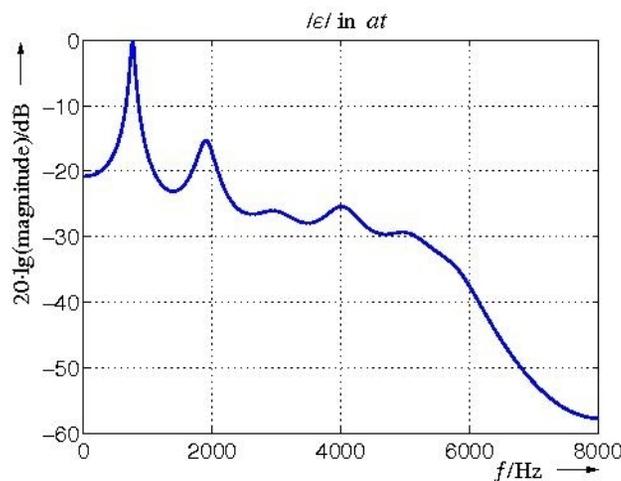


Abb. 1: Kurzzeitspektren des Vokals /ae/ mit weitgehender Bandbegrenzung auf das Telefonband von 300 Hz bis 3.4 kHz.

\* **Spektralanalyse:** Auf dem „klassischen“ LNS-Gebiet „Frequenzanalyse und Frequenzsynthese“ mit numerischen Transformationen, digitalen Filtern und darauf aufbauenden (Polyphasen-) Filterbänken wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Srivastav, Numerik / TF, ein zusammenfassendes Papier zur diskreten Optimierung der Koeffizienten bei der IEEE-Tagung ISSPA'07 in Sharjah, UAE, vorgestellt. Es fußt zum einen auf der Arbeit von Herrn Rusc im ehemaligen Graduiertenkolleg der TF, zum anderen auf neuesten Ergebnissen von Untersuchungen von Prof. Heute. In einer Kooperation mit der BOSCH-Forschung in Hildesheim wurden darüber hinaus in einer Diplomarbeit geeignete Kanalfilter für die Anwendung in der OFDM-Übertragung untersucht.

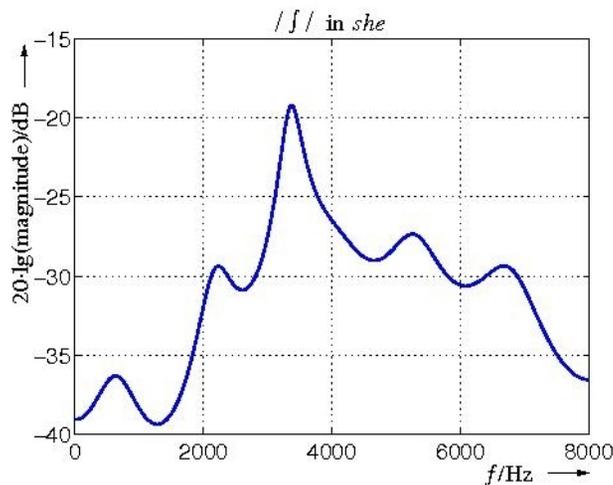


Abb. 2: Kurzzeitspektrum des Frikativs /sh/ mit offenbar wesentlichen Komponenten außerhalb des Telefonbandes.

\* **Medizinsignal-Verarbeitung:** Das schon lange in unserer Arbeitsgruppe intensiv behandelte Thema „Digitale Analyse und Verarbeitung medizinischer Signale“ wurde weiter verfolgt: In enger Kooperation mit der Psychiatrie der CAU, insbesondere mit Dr. Fritzer vom dortigen Schlaflabor, sowie zusammen mit unserem langjährigen Gastprofessor A. N. Hossen werden weiterhin EKGs auf Korrelationen mit den fünf verschiedenen Schlafstadien untersucht; Ziel ist eine Diagnose von Schlafstörungen. Über Ergebnisse wurde in zwei Beiträgen auf der internationalen Fachtagung BMT in Aachen berichtet. Zum Fortschritt beigetragen hat hier auch eine sehr schöne Studienarbeit.

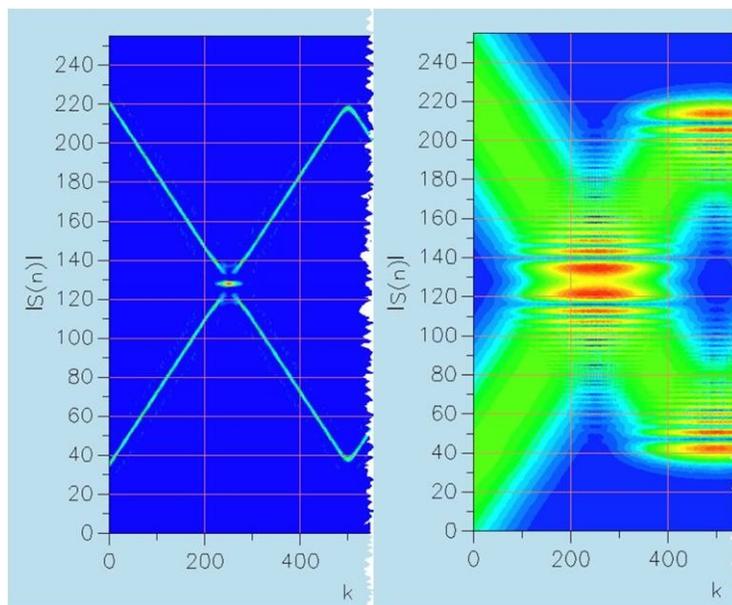


Abb. 3: Analyse eines „Doppel-Chirp“ -Signals a) mit einer neuen nichtlinearen Technik, b) klassisch mit einer DFT

In immer engerer Zusammenarbeit mit der Neurologie der CAU, hier insbesondere PD Dr. Raethjen, untersucht Herr Muthuraman Zusammenhänge zwischen EEG und EMG von Patienten mit Tremor-Erkrankungen. Er hat erneut etliche Veröffentlichungen ausgearbeitet, darunter zwei Zeitschriftenpublikationen.

\* **Sonarsignalverarbeitung:** Aus der fünfjährigen Beschäftigung mit der Detektion und der Klassifizierung von Objekten aus Passivsonar-Signalen entstand ein neues Verfahren, das von Herrn Ludwig erfolgreich zum Patent angemeldet werden

konnte.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. U. Heute, Dipl.-Ing. H. Özer; Sekretariat: A. Kruse (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. T. Rabsch (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

M.Sc. L. Huo	01.01.-31.12.2007	DFG
Sprachqualitäts-Messung		
M.Sc. D. Janardhanan	01.01.-31.12.2007	CAU
Sprachverbesserung		
M.Sc. M. Muthuraman	01.01.-31.12.2007	LNS
EEG- und EMG-Analyse von Tremorpatienten		
Dipl.-Ing. Kirstin Scholz	01.01.-31.05.2007	CAU
Sprachqualitäts-Messung		
Dipl.-Ing. J. Schwarz	01.04.-31.07.2007	BMV
Sonarsignalverarbeitung		
Dipl.-Ing. J. Schwarz	01.08.-31.12.2007	CAU
Sprecher-Charakterisierung		
Dipl.-Ing. J. Schwarz	01.01.-31.03.2007	CAU
Sprecher-Charakterisierung		
Dipl.-Ing. K. Seget	01.08.-31.12.2007	BMV
Sonarsignalverarbeitung		
Dipl.-Ing. H. Özer	01.05.-31.12.2007	CAU
Medizinsignalverarbeitung		
Dipl.-Ing. H. Özer	01.01.-30.04.2007	LNS
Sprachsignal-Qualitätsmessung auf dere Grundlage auditiv und messtechnisch definierter Qualitätsattribute		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Systemtheorie, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

U. Heute (+ H. Özer)

Advanced Signals and Systems, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

U. Heute (+ K. Scholz)

Applied DSP II: Speech-Signal Processing, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

U. Heute (+ L. Huo)

Advanced Digital Signal Processing, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

U. Heute (+ D. Janardhanan)

Ausgewählte Kapitel der Systemtheorie, 2 Std. Seminar/Woche,

U. Heute

Communications Lab I, 4 Std. Praktikum/Woche,  
U. Heute (+ M. Muthuraman)

Advanced Topics Lab', 4 Std. Praktikum/Woche,  
U. Heute (+ H. Özer, J. Schwarz, D. Janardhanan)

Grundpraktikum für Ingenieure I, 4 (+ 4) Std. Praktikum (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ J. Schwarz)

*Sommer 2007*

Signale und Systeme, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ H. Özer)

Digitale Signalverarbeitung I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ J. Schwarz)

Ausgewählte Kapitel der Systemtheorie, 2 Std. Seminar/Woche,  
U. Heute

Systemtheorie, 4 Std. Praktikum/Woche,  
U. Heute (+ D. Janardhanan, L. Huo, M. Muthuraman)

Seminar Digital Communications, 2 Std. Seminar/Woche,  
U. Heute (+ K. Scholz, D. Janardhanan, H. Özer)

*Winter 2007/2008*

Systemtheorie, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ H. Özer)

Advanced Signals and Systems, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ K. Seget)

Applied DSP II: Speech-Signal Processing, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ L. Huo)

Advanced Digital Signal Processing, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
U. Heute (+ D. Janardhanan, J. Schwarz)

Ausgewählte Kapitel der Systemtheorie, 2 Std. Seminar/Woche,  
U. Heute

Communications Lab I, 4 Std. Praktikum/Woche,  
U. Heute (+ M. Muthuraman)

Advanced Topics Lab', 4 Std. Praktikum/Woche,  
U. Heute (+ J. Schwarz, Lu Huo)



### Drittmittel

Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, *Neue Konzepte für die Passiv-Sonar-Signalverarbeitung*,  
01.01.-31.12.2007 (50996 EURO)

DFG, *Projekt Sprachsignalqualität*, 01.01.-31.12.2007 (38686 EURO)

Ulrich Heute, *Spende / Reisemittel*, 20.12.2007 (2200 EURO)

Telekom Berlin, *Testbed for Interactive Dialogue system Evaluation (TIDE)*, 01.01.-30.06.2007 (28120 EURO)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Wie bislang wurde mit der Forschungsanstalt für Wasserschall und Geophysik (FWG) im Rahmen eines Forschungsprojektes wissenschaftlich intensiv zusammengearbeitet, aus dem ein Mitarbeiter finanziert wird.

Die Kooperation mit der TU Berlin und dem dortigen „An-Institut T-Labs“ bei der Arbeit an einem DFG-Projekt zum Thema „Sprachqualität“ wurde fortgeführt. Neu ist die erweiterte Kooperation mit der Telekom und der France Télécom im Zusammenhang mit aktuellen Standardisierungsbemühungen der International Telecommunications Union (ITU) in Genf.

Die seit fünf Jahren bestehenden Kontakte zu den Universitäten in Vaasa und Tampere, Finnland, wurden durch die Veranstaltung eines „Short-Course“ von Prof. Heute und Herrn Thobaben zum Thema „Sprachsignal-Verarbeitung“ gefestigt.

Unsere Kontakte mit dem Universitätsklinikum Schleswig-Holstein führten zu weiteren gemeinsamen Arbeiten und mehreren Publikationen aus zwei Projekten.

Aus der Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Diskrete Optimierung“ um Prof. Srivastav entstand ein Beitrag zum Entwurf von Filtern und Filterbänken mit Festkomma-Koeffizienten für eine IEEE-Tagung im Februar 2007.

Die früher intensivere Zusammenarbeit mit der Forschungsabteilung der Fa. Bosch wurde im Rahmen von Untersuchungen zu Filtern in einer OFDM-Übertragungsstrecke erneuert.

## Diplom- und Master-Arbeiten

- C. Kühnel, *Untersuchungen zur messtechnischen Erfassung und systematischen Beeinflussung der Sprachqualitätsdimensionen*, 09.04.2007
- G. Zindel, *Rekursive Digitale Filter zur Kanalfilterung in OFDM-Rundfunk-Systemen*, 17.04.2007
- M. Jungmann, *Entwurf und Realisierung eines Filterbank-Systems zur Geräusch- und Echoreduktion für Freisprecheinrichtungen*, 21.05.2007
- K. Seget, *Untersuchungen zur auditiven Qualität von Sprachsynthese-Verfahren*, 17.09.2007

## Dissertationen / Habilitationen

- P. Dahl, *Zeit-/Frequenzanalyse - Eine neue Lösung zur hoch auflösenden Zeit-/Frequenzanalyse im Vergleich mit bekannten linearen und nicht-linearen Verfahren unter allgemeinen Analysebedingungen*, 31.08.2007
- R. Thobaben, *Iterative Quellen- und Kanaldecodierung mit Codes variabler Länge*, 28.03.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- L. Huo, M. Wältermann, K. Scholz, A. Raake, U. Heute, S. Möller, *Estimation Model for the Speech-Quality Dimension Directness/Frequency Content*, IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio Acoustics, Proceedings (WASPAA2007), New York, (2007)
- S. Möller, K.-P. Engelbrecht., M. Pucher, L. Huo, U. Heute, P. Fröhlich, M. Oberle, *TIDE: A Testbed for Interactive Spoken Dialogue System Evaluation*, 12th Int. Conf. Speech & Computers, SPECOM'07, Moskau, (2007)
- J. Raethjen, M. Muthuraman, R.B. Govindan, G. Deuschl, *Tremor-related EEG activity, dynamics and topography, Transition from normal to pathological state in CNS disorders*, Universitätsklinik Kiel, (2007)
- H. Özer, U. Heute, O. Lange, *Analyse der EKG-Morphologie bei verschiedenen Schlafstadien*, BMT 2007, 41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im VDE, Aachen, (2007)

- A. Hossen, H. Özer, U. Heute, G. Fritzer, *A Wavelet-Packet Based Power Spectral Density Estimation of HRV in Different Sleep Stages*, BMT 2007, 41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im VDE, Aachen, (2007)
- J. Raethjen, R.B. Govindan, M. Muthuraman, H. Hellriegel, G. Deuschl, U. Heute, *What is the role of cortex in Essential Tremor?*, DGN 2007, ICC Berlin, (2007)
- L. Huo, U. Heute, *ASR-Failure Prediction Based on Signal Measures*, 18. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung (ESSV), Cottbus, (2007)
- D. Janardhanan, U. Heute, *Comparison and Analysis of the Susceptibility of Wideband and Telephone-band Speech to Various Environmental Additive Noise Sources*, 18. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung (ESSV), Cottbus, (2007)
- M. Muthuraman, J. Raethjen, R.B. Govindan, G. Deuschl, U. Heute, *Dynamical correlation of non-stationary signals in time domain - a comparative study*, Dynamics Days Europe 2007, Loughborough, London, (2007)
- J. Raethjen, R.B. Govindan, F. Kopper, M. Muthuraman, G. Deuschl, *Cortical involvement in the generation of essential tremor*, J. Neurophysiol, **97(5)**, 3219 - 3228 (2007)
- J. Schwarz, U. Heute, *Statistische Analyse von Phonemen auf Basis deutscher Lesesprache mit dem Ziel der Sprechertransformation*, Proc. der 33. Jahrestagung für Akustik - DAGA 2007, Stuttgart, 83 - 84 (2007)
- T. Santhanam, M. Nachamai, M. Muthuraman, S.P. Sumathi, *Stressed/Neutral Speech Classification Using Gaussian Support Vector Machines*, International Journal of Soft Computing, **2(2)**, 335 - 338 (2007)
- U. Heute, V. Srivastav, V. Sauerland, J. Kliewer, *Fixed-Point-Coefficient Fir Filters and Filter Banks: Improved Design by Randomized Quantizations*, International Symposium on Signal Processing and its Applications I(SSPA '07), Sharjah, U.A.E., (2007)
- U. Heute, *DSP Approaches towards Instrumental Measurement of Communication-System Quality*, Proc. International Conference on Communication, Computer and Power (ICCCP'07), Keynote Lecture, Muscat, Oman, **K, 2** (2007)

## Patent-Anmeldungen

- T. Ludwig, *Verfahren zur verbesserten DEMON-Berechnung mittels Teilband-Signalen und lokalen Bereichen*, Deutsches Patentamt, München, 29.11.2007, 10 2006 029 296 B4
- U. Heute, K. Scholz, S. Möller, A. Raake, M. Wältermann, V. Barriac, N. Coté, V. Gautier-Turbin, *Method and system for the integral and diagnostic assesment of listening speech quality*, Europäisches Patentamt, München, 17.09.2007, EP07017773

## Präsentationen

- U. Heute, *Streitgespräch mit dem Kühlschrank - Maschinen sprechen und hören*, Vortrag bei der Universitätsgesellschaft SH, Sektion Kiel, Kiel, 29.10.2007
- H. Özer, *Herzaktivität während des Schlafes*, 44. ITG-Sitzung der ITG-Fachgruppe Algorithmen für die Signalverarbeitung und des IEEE German Signal Processing Chapters, Dortmund, 12.10.2007
- J. Schwarz, *Voice Conversion - General Introduction and Research at TUT*, Vortrag an der Tampere University of Technology (TUT), Tampere, Finnland, 12.09.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Mitgliedschaft und Funktionen U. Heute in folgenden Gremien:

- \* Redaktion der Universitätszeitschrift „Christiana Albertina“ der CAU
- \* Vorstandsmitglied der Universitätsgesellschaft SH (bis Mitte 2007)
- \* Jury der ISH zum „Schmidt-Römhild-Technologiepreis“

\* Advisory Committee der European Association for Signal, Speech, and Image Processing (EURASIP)

\* Editorial Board „Signal Processing“ (Elsevier)

\* Editorial Board „Journal of Advances in Signal Processing“

\* Programmausschuss der „European Signal-Processing Conference“ (EUSIPCO'07), Poznan, Polen

\* Programmausschuss der „Int. Conference on Spoken-Language Processing“ (ICSLP'07), Antwerpen, Belgien

\* Fachausschuss „Sprachakustik“ der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE

\* Fachgruppe „Algorithmen der Signalverarbeitung“ der ITG im VDE

\* Reviewer mehrerer IEEE-Transactions

Aktivitäten J. Schwarz als Reviewer für

\* Signal Processing (Elsevier)

\* Interspeed 2007

Aktivitäten H. Özer als Reviewer für

\* Signal Processing (Elsevier)

\* Interspeech 2007

\* Eusipco 2007

\* BMT 2007 (41. Jahrestagung der DG BMT, Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik)

# Numerische Feldberechnung

Die Arbeiten in der Arbeitsgruppe umfassen die analytische und numerische Behandlung elektromagnetischer Felder und zugehörige Anwendungen zur Lösung technisch relevanter Problemstellungen. Im Bereich der Forschung geht es dabei um die Entwicklung und Verbesserung von analytischen und numerischen Verfahren zur Feldberechnung (Multipolanalyse, Finite Differenzen, Finite Elemente, Integralgleichungsverfahren). Schwerpunktmäßig werden solche Hybridverfahren betrachtet, die aus geeigneten Kombinationen verschiedener numerischer sowie analytischer Verfahren mit sich ergänzenden Eigenschaften entstehen. Anwendung finden die Ergebnisse unter anderem bei der Untersuchung von grundsätzlichen Problemen im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Daneben werden analytische und numerische Verfahren bei der Lösung so genannter kanonischer Probleme eingesetzt. In der Lehre stehen die Vermittlung der theoretischen Grundlagen der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Erscheinungen sowie der wichtigsten numerischen Methoden zur Feldberechnung im Vordergrund. Daneben werden Lehrveranstaltungen über Mathematische Methoden in der Feldtheorie, über Multipolmethoden in der Elektrodynamik sowie über Elektromagnetische Verträglichkeit angeboten.

## Ergebnisse

### a) Effiziente Nahfeld-Fernfeld-Transformation für die FDTD-Methode

Die Multipolanalyse ist eine klassische Technik zur analytischen Darstellung elektromagnetischer (und akustischer) Felder in Form von Reihenentwicklungen. Es handelt sich dabei um eine orthogonale Zerlegung eines allgemeinen Feldes in die (kanonischen) Felder von Dipolen, Quadrupolen, Oktopolen, usw., die alle im Ursprung der Multipolentwicklung, d.h. im Koordinatenursprung lokalisiert sind. Sie wurde erfolgreich eingesetzt zur exakten Lösung einiger klassischer Randwertprobleme im Frequenzbereich. Im Zusammenhang mit Problemstellungen mit sphärischer Symmetrie ist neben der Beugung an der ideal leitenden und an der dielektrischen Kugel (Mie'sche Lösung) unter anderem die Beugung am ideal leitenden Kegel zu nennen.

Die ausgezeichneten mathematischen Eigenschaften der Multipolanalyse werden in dem von der DFG geförderten Forschungsprojekt für Zwecke der Darstellung und Weiterverarbeitung von numerisch berechneten Nahfeldern gewinnbringend eingesetzt. Bei einer Nahfeld-Fernfeld Transformation im Zeitbereich im Rahmen der FDTD- (Finite-Difference Time-Domain) Methode wird üblicherweise zunächst unter Anwendung des Äquivalenzprinzips die Wirkung der physikalischen Quellen durch die Einführung von elektrischen und magnetischen Flächenströmen, welche auf einer geschlossenen, die tatsächlichen Quellen vollständig umschließenden Oberfläche lokalisiert sind, ersetzt. Nachteilig bei der üblichen Methode ist, dass eine numerische Integration über alle Punkte der Oberfläche mit den Ersatzquellen prinzipiell für jeden neuen Aufpunkt neu durchzuführen ist. Mit dem neuen Ansatz wird dieser Nachteil vermieden, wie zunächst für den Frequenzbereich und später für den Zeitbereich gezeigt werden konnte. Daneben ermöglicht die Multipolentwicklung des Fernfeldes eine nachträgliche Verbesserung der numerisch erzielten Resultate durch Anwendung einer Raumfrequenz-Tiefpassfilterung. In dem Forschungsvorhaben wurde eine an die Problemstellung optimal angepasste neue Technik entwickelt, um die im Zuge des Verfahrens benötigten Legendre-Polynome sehr effizient zu berechnen. Daneben wurde als Anwendung des Verfahrens die Berechnung der Frequenzbereichsfernfelder für einen ganzen Frequenzbereich mit einem einzigen FDTD-Lauf vorgestellt. Die viel versprechende Multipolschnittstelle für numerische Feldberechnungsverfahren wird weiter untersucht und ausgebaut, insbesondere soll dabei die Effizienz der im Rahmen der Methode auftretenden numerischen Zeitbereichsfaltung noch effizienter gestaltet werden.

### b) Numerische und analytische Untersuchungen zu Schirmung und Schirmdämpfung

Schirmung bildet eine der wichtigsten Maßnahmen zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten und Anlagen. Form und Anordnung der Schirme richten sich nach den mechanischen Erfordernissen und nach dem betroffenen Frequenzbereich der mutmaßlichen Störgrößen. Zur quantitativen Kennzeichnung der Wirksamkeit eines

Schirmes bei niederfrequenten elektrischen und magnetischen Störfeldern wurde die elektrische bzw. die magnetische Schirmdämpfung definiert. Im Hochfrequenzfall und bei gepulsten (transienten) Störungen sind diese Maße jedoch nicht bzw. nur bedingt geeignet. In dem Forschungsvorhaben werden in der Arbeitsgruppe entwickelte und für die letztgenannten Problemstellungen geeignete Definitionen anhand von konkreten Schirmstrukturen durch Simulation und Experiment auf ihre praktische Anwendbarkeit untersucht. Insbesondere werden dabei die Ergebnisse bei einer im Nahfeld befindlichen Störquelle verglichen mit denen, die man bei einer einfallenden ebenen Welle erzielt.

c) Multipolanalyse von Diffraktionskoeffizienten

Die Geometrische Optik findet Anwendung bei der Behandlung von Streuproblemen mit elektrisch großen Objekten, d.h. bei Objekten, deren typische Abmessungen ein Vielfaches der Wellenlänge betragen. Weisen diese Objekte geometrische Singularitäten wie Kanten oder Spitzen auf, sind also die Krümmungsradien lokal sehr klein, gilt dort die geometrische Optik nicht und muss um gewisse Beugungsterme erweitert werden, die durch Diffraktionskoeffizienten gekennzeichnet werden. Es zeigt sich sogar, dass die assoziierten Feldanteile außerhalb der Reflexionsrichtungen dominant das Feld bestimmen. Diese Diffraktionskoeffizienten werden dabei aus so genannten Lösungen zu kanonischen Strukturen gewonnen. Zum Beispiel ist der Kantendiffraktionskoeffizient aus der Reihendarstellung des Beugungsfeldes eines Keils abgeleitet worden, der zugehörige Spezialfall einer Halbebene wurde von Sommerfeld gelöst. In dem Forschungsvorhaben ist es nun

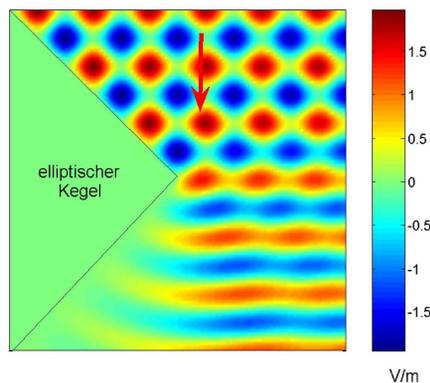


Abb. 1: Momentaufnahme der elektrische Feldstärke in einer Symmetrieebene eines semi-infiniten elliptischen Kegels bei einer von oben einfallenden ebenen Welle. Man erkennt Interferenzen im Reflexionsbereich, eine nahezu ungehinderte ebene Welle im Transmissionsbereich und ein kugelwellenähnlich gebeugtes Feld im Schattengebiet.

gelingen, Diffraktionskoeffizienten aus einer Lösung für den Sektor und für den elliptischen Kegel zu gewinnen. Diese Strukturen besitzen Spitzen und die zugehörigen Diffraktionskoeffizienten sollen in dem Vorhaben ermittelt werden. Dazu wurde eine Reihendarstellung des Feldes in elliptischen Kegelkoordinaten mit Hilfe von die Konvergenz beschleunigenden Reihentransformationen numerisch ausgewertet. Anwendung finden können die Untersuchungen z.B. zur genaueren Berechnung des an Flughafeneinrichtungen gestreuten Feldes derjenigen Antennen, die das Instrumentenlandesystem ermöglichen.

d) Multipolantennen

Antennen gelten zu Recht als Schlüsselemente der drahtlosen digitalen Kommunikationstechnik. Bei Mehrwegeausbreitungsszenarien, wie sie typischerweise bei mobilen Geräten vorliegen, können durch den Einsatz von mehreren Antennen (MIMO-Systemen) entscheidende Parameter (SNR, Übertragungskapazität) wesentlich verbessert werden. In dem Projekt soll ein neuartiger Ansatz untersucht werden, um solche Antennensysteme auf möglichst kleinem Raum (wie bei mobilen Systemen oft erforderlich) zu realisieren. Anders als bei herkömmlichen Ansätzen mit Einzelelementen werden dazu von einer einzigen physikalischen Antennenstruktur mit N Eingängen durch geeignete unterschiedliche Strombelegungen N virtuelle Antennen gebildet, die zueinander orthogonale Richtcharakteristiken (Multimoden) erzeugen.

e) Ein neues Theorem zur Eindeutigkeit des elektromagnetischen Feldes

Es konnte gezeigt werden, dass das elektromagnetische Feld in einem beliebigen homogenen Gebiet durch die Kenntnis des elektrischen oder des magnetischen Feldes in einem einzigen Raumpunkt und dessen unmittelbarer Umgebung eindeutig und exakt bestimmt ist. Der Beweis, der über konsekutiv durchzuführende Multipolentwicklungen geführt wird, beinhaltet automatisch auch ein Rezept, wie das Feld rekonstruiert werden kann. Anwendung finden könnte dieses Erkenntnis z.B. bei der Konstruktion neuer Sensoren, die neben den üblichen Dipolanteilen auch höhere Momente (Quadrupolanteile) identifizieren können, um das Feld nicht nur am Messort, sondern auch in einer erweiterten Umgebung zu rekonstruieren.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. L. Klinkenbusch; Sekretariat: S. Thielbörger (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. J. Buschmann (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Math. J. Adam	01.01.-31.12.2007	DFG
Nahfeld-Fernfeld-Transformation		
Dipl.-Ing. C. Möller	01.01.-31.12.2007	CAU
Schirmungsanalyse		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Theoretische Elektrotechnik I, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller, J. Adam)

Seminar Feldtheorie, 1 Std. Seminar/Woche,  
L. Klinkenbusch

Numerische Feldberechnung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller)

*Sommer 2007*

Elektromagnetische Verträglichkeit, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller)

Theoretische Elektrotechnik II, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller)

Mathematische Methoden in der Feldtheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ J. Adam)

Intensivübung Theoretische Elektrotechnik (Blockveranstaltung), 1 Std. Übung/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ J. Adam, C. Möller)

Seminar Feldtheorie, 1 Std. Seminar/Woche,  
L. Klinkenbusch

*Winter 2007/2008*

Theoretische Elektrotechnik I, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller, J. Adam)

6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100

Seminar Feldtheorie, 1 Std. Seminar/Woche,  
L. Klinkenbusch

Numerische Feldberechnung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
L. Klinkenbusch (+ C. Möller)



## Drittmittel

DFG, *Projekt Nahfeld-Fernfeld Transformation*, 01.01.-31.12.2007 (1/1 BAT IIa + Sach-/Reisemittel)



## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

1. Prof. Dr. H. Chaloupka, Bergische Universität Wuppertal, Thema: Multipolantennen
2. Prof. Dr. M. Popovic, McGill University, Montreal, Kanada, Thema: FDTD-Simulation biologischer Materie
3. Prof. Dr. R. Sikora, Technische Universität Szczecin (Stettin), Thema: Zerstörungsfreie Methoden der Werkstoffprüfung, + ERASMUS - Partnerschaft
4. Prof. Dr. E. Cardelli, Universität Perugia, ERASMUS-Partnerschaft
5. Prof. Dr. Paul Urbach, TU Delft und Philips Eindhoven (Niederlande), Thema: Gitterstreuung, FDTD-Simulationen
6. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Dr. Schrader Thema: Schirmdämpfungsmessungen



## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- C. Möller, L. Klinkenbusch, *Electromagnetic and transient shielding effectiveness for near-field sources.*, *Advances in Radio Science*, **5**, 57 - 62 (2007)
- L. Klinkenbusch, *Electromagnetic Scattering by Semi-Infinite Circular and Elliptic Cones (Eingeladener Beitrag)*, *Radio Science*, **42**, doi: [10.1029/2007RS003649](https://doi.org/10.1029/2007RS003649), (2007)
- L. Klinkenbusch, *Multipole Approach to a Uniqueness Theorem in Electromagnetics (Eingeladener Beitrag)*, *Proceedings of the 2007 URSI Commission B Symposium on Electromagnetic Theory, und Conference Digest of the 2007 North American Radio Science Meeting, (CD-ROM)*, (2007)
- C. Möller, L. Klinkenbusch, *On the Shielding Effectiveness of Enclosures.*, *Proc. of the International Symposium on Theoretical Electrical Engineering, ISTET 07.*, (CD-ROM), (2007)
- L. Klinkenbusch, C.-C. Oetting, *Correction to Near-to-Far-Field Transformation by a Time-Domain Spherical-Multipole Analysis*, *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, **55**, 3367 - 3367 (2007)



## Präsentationen

- L. Klinkenbusch, *Multipole Approach to a Uniqueness Theorem in Electromagnetics (Invited)*, URSI 2007 - CNC/USNC - North American Radio Science Meeting, Memorial Session for Leo B. Felsen, Ottawa, Kanada, 22.-26.07.2007
- C. Möller, L. Klinkenbusch, *On the Shielding Effectiveness of Enclosures*, International Symposium on Theoretical Electrical Engineering (ISTET) 07, Szczecin (Stettin), Polen, 20.-22.06.2007
- L. Klinkenbusch, *Multipole Interface for Computational Electromagnetics*, Eingeladener Vortrag im ECE Department, McGill University, Montreal, Kanada, 29.03.2007
- L. Klinkenbusch, *Zur Eindeutigkeit des elektromagnetischen Feldes in homogenen Gebieten*, Workshop Felder und Wellen der URSI Kommission B, Sankelmark, SH, 04.-06.06.2007
- L. Klinkenbusch, *Zur Eindeutigkeit des elektromagnetischen Feldes (eingeladen)*, Seminar Advances in Electromagnetics, Darmstadt, 07.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Prof. Klinkenbusch ist Vorsitzender der Kommission B (Felder und Wellen) im deutschen Landesausschuss der Union Radio-Scientifique Internationale (URSI). Er ist Mitglied im Steering Committee des International Symposium on Theoretical Electrical Engineering (ISTET) und er ist Mitglied des Programmkomitees des URSI Commission B International Symposiums on Electromagnetic Theory (EMT-S) 2007. Er hat auf der ISTET'07, der Kleinheubacher Tagung 2007 und auf der EMT-S Fachsitzungen organisiert bzw. geleitet. Daneben hat er den Workshop der Kommission B im deutschen URSI Landesausschuss in der Europäischen Akademie Schleswig-Holstein (Sankelmark) im Juli 2007 organisiert und geleitet. Er wurde zum Chairman der Local Organizing Committees der ISTET'09 (in Lübeck) sowie der EMT-S 2010 (in Berlin) gewählt.

Daneben ist Prof. Klinkenbusch derzeit Vorsitzender der Prüfungsausschüsse für den Diplomstudiengang, den Bachelorstudiengang und für den Ergänzungsstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Fakultät. Er ist in diesen Studiengängen gleichzeitig als Fachstudienberater tätig. Des Weiteren ist er gewählter Vertreter der Technischen Fakultät im Vorstand der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft. Schließlich leitet er die Aktivitäten der Initiative Girls in Technology, die das Ziel verfolgt, den Anteil an weiblichem Nachwuchs in technischen Fächern zu erhöhen.

# almanach 07

# Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. H.K. Dirks; Sekretariat: S. Thielbörger (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. J. Buschmann (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. G. Beck	01.01.2006-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. E. Hamidovic	01.01.2006-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. M. Nordhausen	01.01.2006-31.12.2007	CAU

# almanach 07

## Institut für Informatik

Aufgrund des Gründungsjahrs 1971 gehört das Kieler Institut mit zu den ältesten Informatik-Instituten in Deutschland. Derzeit besteht das Institut für Informatik der Christian-Albrechts-Universität Kiel aus 15 Arbeitsgruppen. Diese decken alle zentralen Bereiche der Informatik ab, von der theoretischen Informatik mit ihrer großen Nähe zur Mathematik, über die praktische und die angewandte Informatik mit ihren zahlreichen Industrie-Anwendungen bis hin zur technischen Informatik, bei der vielfach der auch ingenieurmäßige Charakter der Informatik gut erkennbar ist. Die letzte Kieler Informatik-Arbeitsgruppe wurde dabei im Jahr 2007 mit der Berufung von Prof. Thomas Slawig auf die Professur „CO<sub>2</sub>-Aufnahme des Meeres“ im Rahmen des Exzellenz-Clusters „Future Ocean“ etabliert, an dem auch das Institut für Informatik beteiligt ist.

Leider hat Prof. Reinhold Schneider, Leiter der Arbeitsgruppe „Scientific Computing“, im Jahr 2007 das Institut für Informatik verlassen. Er nahm, trotz eines sehr großzügigen Bleibeangebots des Rektorats der Universität Kiel, einen Ruf an die Humboldt-Universität Berlin an. Derzeit wird seine Stelle durch Dr. Steffen Börm vertreten. Einen Wechsel gab es auch im Amt der Instituts-Kustodin. Nachfolgerin von Frau Inge Panzer ist seit dem 1. Juni 2007 Frau Dr. Ina Pfannschmidt.

Das Kieler Informatik-Institut hat sich in den letzten Jahren in der Forschung insbesondere auf den Schwerpunkt „Modellierung und Softwarekonstruktion“ konzentriert und dadurch eine sehr große Kompetenz in Software Engineering und der Verwendung von formalen Methoden zur Programmentwicklung erworben. Es bestehen zahlreiche nationale und internationale Kooperationen. Universitätsintern sind hier beispielsweise die Beteiligung am Exzellenz-Cluster „Future Ocean“ und am „Zentrum für Numerische Simulation“ und die Zusammenarbeit mit dem Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik beim Thema „Information Engineering“ zu nennen. Als ein Beispiel für eine internationale Kooperationen sei ein Projekt mit der Arbeitsgruppe von Prof. Egon Boerger an der Universität Pisa genannt. Es beschäftigt sich mit der Entwicklung der Theorie kollaborativer (zusammenwirkender) Systeme und wurde mit dem Humboldt-Forschungspreis 2007 ausgezeichnet.

Im Jahr 2007 erfolgte an der Universität Kiel die vollständige Umstellung des Informatikstudiums auf das gestufte Bachelor-Master-System. Anfänger wurden nur mehr in den drei Bachelor-Studiengängen (1-Fach, 2-Fach, Wirtschaftsinformatik) und den zwei Master-Studiengängen (1-Fach, 2-Fach) aufgenommen. Für die Diplom-Studiengänge wurden Auflösungsatzungen beschlossen. Studierende dieser Studiengänge können ihr Studium aber ordnungsgemäß beenden. Das Jahr 2007 war gekennzeichnet durch einen starken Anstieg der Anfängerzahlen. Es nahmen 244 Studierende ein Informatik-Studium an der Universität Kiel auf; im Jahr 2006 waren dies noch 138 Studierende. Der Anteil der Studienanfängerinnen lag im Jahr 2007 mit 17% etwas über dem Bundesdurchschnitt.

Auch im Jahr 2007 hat das Institut für Informatik zahlreiche Kooperationen mit weiterführenden Schulen des Landes Schleswig-Holstein durchgeführt. Unterstützung erfolgte dabei sowohl durch die Universität Kiel, die Technische Fakultät und zwei Landesministerien als auch durch die lokale Industrie. Als Veranstaltungen zu nennen sind insbesondere die b + m-Software-Challenge, der Girls'-Day und das Schnupperstudium Informatik. Letzteres wurde, im Gegensatz zu früher, im Jahr 2007 erstmals zweimal veranstaltet. Das „Schnupperstudium Generale“ in den Osterferien wandte sich an Schülerinnen und Schüler und hatte über 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Das klassische Schnupperstudium in den Herbstferien war hingegen wiederum einer kleinen Gruppe von ausgewählten Schülerinnen vorbehalten.

Die Mehrzahl der Dozenten des Instituts für Informatik war auch im Jahr 2007 in die Langzeit-Weiterbildung in Informatik für Lehrerinnen und Lehrer aus Schleswig-Holstein eingebunden.

Unter das Thema „Informatik und Schule“ ist auch das Bemühen des Instituts um die Einführung von Informatik als Erst- oder Zeitfach an Gymnasien in Schleswig-Holstein zu nennen. Dieses, vom Rektorat der Universität nachdrücklich unterstützte Bemühen, zeigt nun erste Erfolge. Im Jahr 2007 wurde Informatik als Schulfach in die gymnasialen Mittelstufe aufgenommen und in der Oberstufe im Rahmen der Profilbildung den anderen naturwissenschaftlichen Fächern im Wesentlichen gleichgestellt.

# almanach 07

# Diskrete Optimierung

Die Diskrete oder Kombinatorische Optimierung ist ein Teilgebiet der mathematischen Optimierung. Ihr Anliegen ist die effiziente Lösung diskreter, endlicher Optimierungsprobleme.

Methoden und Resultate der modernen diskreten Optimierung berühren verschiedene Gebiete der Mathematik und Informatik wie z. B. Kombinatorik, Graphentheorie, Stochastik und Komplexitätstheorie.

Ein zentrales Thema der Diskreten Optimierung ist der Entwurf effizienter Algorithmen für NP-harte, diskrete Optimierungsprobleme unter suboptimalen Paradigmen wie Randomisierung und Approximation.

Die Arbeitsbereiche in Kiel sind die Theorie der approximativen, randomisierten und derandomisierten Algorithmen, Algorithmen für Multicast-Netzwerke, die kombinatorische und analytische Diskrepanztheorie und Aspekte der kombinatorischen Spieltheorie.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. A. Srivastav; Sekretariat: G. Thiel (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr. A. Baltz	01.-31.01.2007		DFG
Spieltheoretische Gleichgewichte in Unicast- und Multicast-Netzwerken			
Dipl.-Math. M. El Ouali	15.09.-31.12.2007	(50%)	DFG
Exzellenzcluster Future Ocean			
Dr. M. Gnewuch	01.01.-31.12.2007		CAU
Kombinatorische und Geometrische Diskrepanztheorie			
Dipl.-Math. L. Kliemann	01.01.-31.12.2007	(50%)	DFG
Spieltheoretische Gleichgewichte in Unicast- und Multicast-Netzwerken			
Dipl.-Math. R. Lindloh	01.01.-30.04.2007	(50%)	Land
Dipl.-Math. V. Sauerland	01.01.-31.12.2007	(50%)	DFG
Exzellenzcluster Future Ocean			
Dr. K. Sivasubramanian	01.01.-30.09.2007		DAAD
Approximationsalgorithmen			
Dr. S. Werth	01.01.-30.06.2007	(50%)	DFG
Exzellenzcluster Future Ocean			

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Graphentheorie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
A. Srivastav

Oberseminar Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Srivastav

Informationssysteme

Seminar Diskrete Optimierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
M. Gnewuch

Proseminar Kombinatorische Optimierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
M. Gnewuch

### Sommer 2007

Mathematik für Informatiker IV - Diskrete Strukturen und Wahrscheinlichkeitstheorie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
A. Srivastav

Oberseminar Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Srivastav

Diplomanden Seminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Srivastav (+ M. Gnewuch)

Seminar Diskrete Optimierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
M. Gnewuch

Diskrepanztheorie, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
Benjamin Doerr

### Winter 2007/2008

Kombinatorische Optimierung - Polynomialität und Optimalität, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
M. Gnewuch

Oberseminar Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Srivastav

Seminar Diskrete Optimierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Srivastav

Diplomandenseminar Diskrete Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
M. Gnewuch

### Drittmittel

DFG, *Spieltheoretische Gleichgewichte in Unicast- und Multicast-Netzwerken*, 01.09.2005-31.08.2007 (154200 Euro)

DFG, *Exzellenzcluster 'The Future Ocean', Mathematische Optimierung in der Meeresforschung - Entwurf von Querschnittsmethoden*, 01.11.2006-31.03.2007 (40000)

DFG, *Exzellenzcluster 'The Future Ocean' - Oceans CO<sub>2</sub>-Uptake*, 01.01.2007-31.12.2008 (100000)

DFG, *Engineering randomisierter Algorithmen für Optimierungsprobleme in Hypergraphen*, 01.10.2007-30.09.2009 (134600)

### Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

PD Dr. Benjamin Doerr, Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken. Thema: Diskrepanztheorie, Evolutionäre Algorithmen.

Dr. Nils Hebbinghaus, Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken. Thema: Diskrepanztheorie, Evolutionäre Algorithmen.

HSH-Nordbank, Kiel. Thema: Entwicklung und Integration eines Software-Tools fuer das Hedge-Accounting-Problem.

Prof. Dr. A. Macke, IfM-Geomar, Kiel. Thema: Automated Cloud Classification.

Prof. Dr. Reinhold Schneider, CAU Kiel/Technische Universität Berlin. Thema: Hochdimensionale Integration und dünne Gitter.

Dr. F.-A. Siebert, Klinik für Strahlentherapie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Thema: Statistische Evaluierung der Brachytherapie.

Prof. Dr. Henryk Woniakowski, Columbia Universität New York und Universität Warschau. Thema: "Generalized Tractability of Multivariate Problems".

## **Diplom- und Master-Arbeiten**

M. El Ouali, *Das Traveling Salesman Problem mit mehreren Zeitfenstern*, 03.08.2007

C. Winzen, *Approximative Berechnung der Sterndiskrepanz*, 01.08.2007

## **Dissertationen / Habilitationen**

R. Lindloh, *Cubature Formulas on Wavelet Spaces*, 19.04.2007

## **Veröffentlichungen**

erschienen im Jahre 2007

A. Baltz, Devdatt Dubhashi, A. Srivastav, Libertad Tansini, *Probabilistic analysis for a multiple depot vehicle routing problem*, *Random Struct. Algorithms*, **30**, 206 - 225 (2007)

Ferdinando Cicalese, Peter Damaschke, Libertad Tansini, Sören Werth, *Overlaps help: Improved bounds for group testing with interval queries*, *Discrete Applied Mathematics*, **155**, 288 - 299 (2007)

Benjamin Doerr, Michael Gnewuch, *Construction of low-discrepancy point sets of small size by bracketing covers and dependent randomized rounding*, A. Keller, S. Heinrich, H. Niederreiter (Eds.), *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 2006*, Springer, Berlin Heidelberg, 299 - 312 (2007)

Benjamin Doerr, Michael Gnewuch, Nils Hebbinghaus, Frank Neumann, *A Rigorous View On Neutrality*, Kay Chen Tan et al. (Eds.), *Proceedings of the 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Singapore, IEEE Press, Vancouver, BC, Canada, 2591 - 2597 (2007)

Michael Gnewuch, Rene Lindloh, Reinhold Schneider, Anand Srivastav, *Cubature formulas for function spaces with moderate smoothness*, *Journal of Complexity*, **23**, 828 - 850 (2007)

Michael Gnewuch, Henryk Wozniakowski, *Generalized Tractability for Multivariate Problems, Part I: Linear Tensor Product Problems and Linear Information*, *Journal of Complexity*, **23**, 262 - 295 (2007)

Michael Gnewuch, Henryk Wozniakowski, *Generalized Tractability for Linear Functionals*, A. Keller, S. Heinrich, H. Niederreiter (Eds.), *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 2006*, Springer, Berlin Heidelberg, 359 - 381 (2007)

U. Heute, J. Kliever, V. Sauerland, A. Srivastav, *Fixed-Point FIR Filters and Filter Banks: Improved Design by Randomized Quantizations*, *Proceedings of the 9th International Symposium on Signal Processing and its Applications*, ISSPA 2007, Sharjah, (2007)

- F.-A. Siebert, A. Srivastav, L. Kliemann, H. Fohlin, G. Kovacs, *Three-dimensional reconstruction of seed implants by randomized rounding and visual evaluation*, *Medical Physics*, **34(3)**, 967 - 975 (2007)
- A. Srivastav, S. Werth, *Bounded Minimum Spanning Tree Problem.*, *FSTTCS 2007: Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science, Lecture Notes in Computer Science*, **4855**, 497 - 507 (2007)

## Präsentationen

- Michael Gnewuch, *Construction of low discrepancy sample spaces via dependent randomized rounding*, Max-Planck-Institut fuer Informatik, Saarbruecken, Deutschland, 29.03.2007
- Michael Gnewuch, *Approximation of the Discrepancy of a Given Set*, Workshop on Discrepancy Theory and Related Areas, Varenna, Italien, 29.03.2007
- Michael Gnewuch, *Construction of low-discrepancy point sets of small size*, 6th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (iciam 07), Zuerich, Schweiz, 17.07.2007
- Michael Gnewuch, *Generalized Tractability for Linear Functionals*, First Joint International Meeting between the American Mathematical Society and the Polish Mathematical Society, Warschau, Polen, 01.08.2007
- Michael Gnewuch, *Generalized Tractability for Linear Functionals*, Columbia University, Seminar on Information-Based Complexity, New York, USA, 11.09.2007
- Michael Gnewuch, *Construction of Low-Discrepancy Sets*, Columbia University, Seminar on Information-Based Complexity, New York, USA, 25.09.2007
- Michael Gnewuch, *Calculation of the Discrepancy of Point Configurations*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.2007
- Lasse Kliemann, *Coordination Ratio in Consumption-Relevance Congestion Games*, DFG-Jahreskolloquium SPP 1126, Freiburg, Deutschland, 04.07.2007
- Lasse Kliemann, *Computation of Equilibria in Consumption-Relevance Congestion Games*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.2007
- Anand Srivastav, Lasse Kliemann, *Engineering of Randomized Algorithms for Optimization Problems in Hypergraphs*, DFG-Kickoff-Meeting SPP 1307, Karlsruhe, Deutschland, 03.12.2007
- A. Srivastav, *Linear and Non-linear Optimization*, Faculty of Engineering, Dayalbagh Educational Institute, Deemed University, Dayalbagh, Agra, Indien, 06.03.2007
- A. Srivastav, *Randomized Rounding for 3D Film-Reconstruction of Seeds Implants*, 9th Biennial ESTRO Meeting on Physics and Radiation Technology for Clinical Radiotherapy, Barcelona, Spanien, 09.09.2007
- A. Srivastav, *Parameter Optimization in Marine Biogeochemical Cycles*, Excellenz Cluster Retreat „The Future Ocean“, Salzw, Deutschland, 17.09.2007
- A. Srivastav, *Discrepancy of Arithmetic Progressions in  $Z_p$* , Department of Mathematics, Indian Institute of Technology, Bombay, Indien, 06.12.2007
- A. Srivastav, *Probabilistic Analysis of the Euclidian Degree Constrained Minimum Spanning Tree Problem*, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Indian Institute of Technology, Bombay, Indien, 07.12.2007
- A. Srivastav, *Algorithm Engineering for Matching in Hypergraphs*, Faculty of Engineering, Dayalbagh Educational Institute, Deemed University, Dayalbagh, Agra, Indien, 11.12.2007
- A. Srivastav, *Probabilistic Analysis of the Euclidian Degree Constrained Minimum Spanning Tree*, Annual Conference on Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science, Delhi, Indien, 14.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Michael Gnewuch verbrachte einen Forschungsaufenthalt vom 14.05. bis zum 13.07.2007 an der Universität Jena als Gast von Prof. Erich Novak.

Michael Gnewuch war vom 02.09. bis zum 28.09.2007 Gast von Prof. Henryk Wozniakowski an der Columbia University

New York, USA.

**Organisation von Tagungen und Workshops:**

Workshop „Discrepancy Theory and Related Areas“ , 18.06.-22.06.2007, Varenna, Italien

almanach 07

# almanach 07

## Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme

Unser Forschungsinteresse ist der systematische Entwurf und die Analyse von Computern, welche nicht in erster Linie als Computer wahrgenommen werden. Dies ist eine Definition für *eingebettete Systeme* - welche uns auf vielfältigste Art und Weise begegnen, von miniaturisierten Hörgeräten über Röntgengeräte, Handys, Airbag-Controller, ABS-Bremsen bis zu Fly-by-Wire Flugzeugen. Solche Systeme müssen typischerweise nicht nur die richtigen Ausgaben an die Umwelt liefern, sondern dies auch rechtzeitig tun - es handelt sich hierbei also um *Echtzeitsysteme*. Von besonderem Interesse für uns sind die *reaktiven Systeme*, welche kontinuierlich auf (überwiegend diskrete) Eingabeereignisse aus ihrer Umwelt mit entsprechenden Ausgabeereignissen reagieren.

Auch wenn die Anzahl eingebetteter Echtzeitsysteme inzwischen deutlich die der „klassischen“ Computer übersteigt, ist dies aus Sicht der Informatik ein noch relativ junges Themengebiet. In der Vergangenheit wurden solche Systeme weitgehend von Anwendungsexperten ohne ausgeprägte Informatikgrundlagen entwickelt, welches sich aber aufgrund der ansteigenden Komplexität der zu entwickelnden Systeme als immer weniger praktikabel erweist.

### Ergebnisse

Laufende Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Entwicklung reaktiver eingebetteter Echtzeitsysteme. Schwerpunkte hierbei sind

- Modellbasierter Entwurf komplexer reaktiver Systeme
- Verteilte, zeitgesteuerte Echtzeitsysteme
- Reaktive Prozessoren

Die Arbeiten zum **modellbasierten Entwurf komplexer reaktiver Systeme** konzentrieren sich auf die Entwicklung intelligenter Modelleditoren, welche vorgegebene Entwurfsrichtlinien automatisch überprüfen und auch in der Lage sind, graphische Modelle aus textuellen, formal begründeten Sprachen zu synthetisieren. Am Lehrstuhl werden hierfür entsprechende Verfahren entwickelt und mit Hilfe des Modellierungswerkzeuges KIEL (Kiel Integrated Environment for Layout) validiert.

Die Arbeiten zu **verteilten Echtzeitsystemen** befassen sich mit modellbasiertem Entwurf zeitgesteuerter, verteilter Architekturen, basierend auf dem synchronen Paradigma; dies wird am Lehrstuhl auch in Zusammenarbeit mit EADS Airbus und im Rahmen des in 2004 begonnenen Projektes DECOS (Dependable Embedded Components and Systems) des sechsten EU-Rahmenprogramms untersucht.

**Reaktive Prozessoren** sind darauf ausgerichtet, mit minimalem Ressourceneinsatz ein reaktives Verhalten zu implementieren, welches in Funktionalität und Echtzeitverhalten deterministisch und formal analysierbar ist. Der am Lehrstuhl entwickelte Kiel Esterel Prozessor (KEP) ist ein reaktiver Prozessor, mittlerweile in der dritten Generation, welcher nebenläufige Programmierung durch Multithreading unterstützt und sich insbesondere durch minimalen Stromverbrauch auszeichnet.

### Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. R. von Hanxleden; Sekretariat: Maren Lutz (50%)

Technisches Personal: Tim Grebien (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. Hauke Fuhrmann

01.10.2006-30.09.2008

Landesmittel

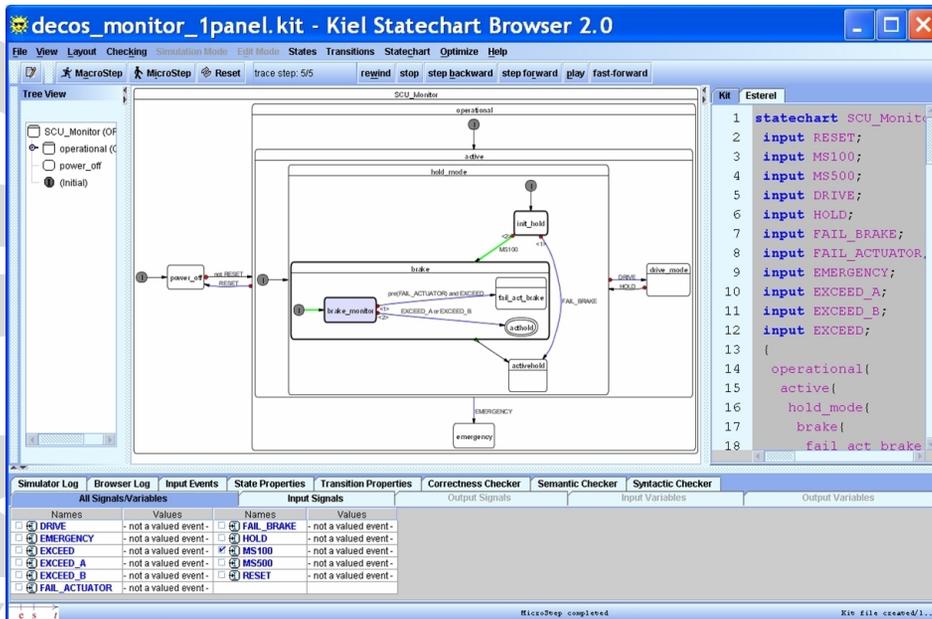


Abb. 1: Im Rahmen des DECOS-Projektes entstandene Modellierung eines High-Lift Flap System, erstellt und simuliert mit KIEL.

Dr. rer.nat. Jan Lukoschus  
ELBASYS

15.07.2007-30.11.2008

Drittmittel

Dipl.-Inf. Steffen Prochnow

01.08.2007-31.07.2008

Landesmittel

Dipl.-Inf. Claus Traulsen

01.03.2006-29.02.2008

Landesmittel

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2006/2007

BA6 - Abschlussprojekt Modellbasierter Systementwurf (080132), 6 Std. Übung/Woche,  
S. Prochnow

A5.3 Vertiefende Übung, 4 Std. Übung/Woche,  
H. Fuhrmann

A5.3 Vertiefende Übung, 8 Std. Übung/Woche,  
H. Fuhrmann

BA5 - Modellbasierter Entwurf und Verteilte Echtzeitsysteme (ModVertEchtz) (080120), 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. von Hanxleden (+ C. Traulsen)

BA6 - Modellbasierte Entwicklung reaktiver Systeme (080227), 6 Std. Übung/Woche,  
S. Prochnow

MS1102 - Echtzeit-Betriebssysteme und -Bussysteme (SemRT) (080110), 2 Std. Seminar/Woche,  
S. Prochnow (+ R. von Hanxleden)

Oberseminar (OSemEZ) (080112), 2 Std. Seminar/Woche,  
R. von Hanxleden



Abb. 2: Erfolgreiche Teilnahme am ARTEMIS Orchestra Contest (04.06.2007, Berlin, KaDeWe).

WI - Modellbasierter Entwurf und Verteilte Echtzeitsysteme (ModVertEchtz) (080129), 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. von Hanxleden (+ C. Traulsen)

#### *Sommer 2007*

MS1110 Seminar - Modellbasierter Systementwurf (SemMoSys) (080123), 2 Std. Seminar/Woche,  
R. von Hanxleden (+ S. Prochnow)

Oberseminar Echtzeitsysteme/Eingebettete Systeme (OSemEZ) (080120), 2 Std. Seminar/Woche,  
C. Traulsen

A5.3 Vertiefende Übung Modellbahnpraktikum (080122), 4 Std. Praktikum/Woche,  
H. Fuhrmann

A5.3 Vertiefende Übung Modellbahnpraktikum (080133), 8 Std. Praktikum/Woche,  
H. Fuhrmann

A3.2 Systemorientierte Informatik III - Betriebssysteme, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. von Hanxleden (+ M. Jensen)

Übungen zu: G2.2 Systemorientierte Informatik II - Organisation und Architektur von Rechnern (SysInf II) (080176), 2 Std. Vorlesung/Woche,  
C. Traulsen

#### *Winter 2007/2008*

A3.3 - Softwarepraktikum (SW-Prakt.) (080114), 3 Std. Praktikum/Woche,  
C. Traulsen (+ R. von Hanxleden)

A5.3 Vertiefende Übung UML Modellierung für graphische Modelle - Fortgeschrittenenpraktikum (080048), 8 Std. Praktikum/Woche,  
H. Fuhrmann

A5.3 Vertiefende Übung UML Modellierung für graphische Modelle - Fortgeschrittenenpraktikum (080042), 4 Std. Praktikum/Woche,  
H. Fuhrmann

MS1110 Master - Seminar Empirische Forschungsmethoden in der Softwaretechnik (080169), 2 Std. Seminar/Woche,  
R. von Hanxleden (+ S. Prochnow)

Oberseminar (OSemEZ) (080093), 2 Std. Seminar/Woche,  
R. von Hanxleden

Vertiefende Übung Anwendung reaktiver Prozessoren (4SWS) - Fortgeschrittenenpraktikum (080228), 4 Std. Praktikum/Woche,  
C. Traulsen

### Drittmittel

EU 6. Rahmenprogramm, *Dependable Embedded Components and Systems (DECOS), Integrated Project*,  
04.08.2004-31.12.2007 (127.500,00 EUR)

Airbus Deutschland GmbH, *Elektrische Basissysteme in einem CFK-Rumpf (ELBASYS)*, 16.09.2007-30.09.2008  
(153.000,00 EUR)

### Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Zusammenarbeit mit EADS Airbus, Hamburg, zum modellbasierten Entwurf verteilter, zeitgesteuerter Echtzeitsysteme.

Zusammenarbeit mit b + m Informatik AG/Gentleware AG zum Entwurf von Modellierungswerkzeugen auf Eclipse-Basis.

Zusammenarbeit mit der Philips Medical Systems GmbH, Hamburg, zum modellbasierten Entwurf medizinischer Anwendungen.

### Diplom- und Master-Arbeiten

O. Wulf, *Syntactical and Semantical Consistency of ROOM Statecharts*, 05.04.2007

M. Heyden, *Ein allgemein einsetzbares Kommunikationsprotokoll für die Vernetzung von SONAR Systemen mit Schwerpunkten Massendatenversand und Systemparametrierung auf Basis der CORBA Implementierung TAO*, 05.04.2007

S. Gädtker, *Hardware/Software Co-Design für einen Reaktiven Prozessor*, 04.05.2007

W. Roettger, *Entwurf einer Softwarearchitektur für einen Pocket-PC zur Glucosestoffwechselführung insulinpflichtiger Diabetes Patienten*, 29.09.2007

M. Zingelmann, *A Constructive Model/View Approach for the Refinement of UML 2.0 Sequence Diagrams*, 26.11.2007

M. Boldt, *Esterel Compiler for a Synchronous Reactive Processor*, 18.12.2007

### Dissertationen / Habilitationen

X. Li, *The Kiel Esterel Processor: A Multi-Threaded Reactive Processor*, 23.07.2007

### Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

Reinhard von Hanxleden, Jan Lukoschus, *Removing Cycles in Esterel Programs*, EURASIP Journal on Embedded Systems, Special Issue on Synchronous Paradigms in Embedded Systems, Article ID 48979, 1 - 23 (2007)

- Reinhard von Hanxleden, Marian Boldt, Claus Traulsen, *Worst Case Reaction Time Analysis of Concurrent Reactive Programs*, Proceedings of the Workshop on Model-driven High-level Programming of Embedded Systems (SLA++P'07), Braga, Portugal, (2007)
- Xin Li, Reinhard von Hanxleden, *Light-Weight, Predictable Reactive Processing - The Kiel Esterel Processor*, Proceedings of the Design, Automation and Test in Europe University Booth (DATE'07), Nizza, (2007)
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Enhancements of Statechart-Modeling - The Kiel Environment*, Proceedings of the Design, Automation and Test in Europe University Booth (DATE'07), Nizza, (2007)
- Claus Traulsen, Jerome Cornet, Matthieu Moy, Florence Maraninchi, *A SystemC/TLM semantics in Promela and its possible applications*, Proceedings of the 14th Workshop on Model Checking Software (SPIN'07), Berlin, (2007)
- Jan Täubrich, Reinhard von Hanxleden, *Formal Specification and Analysis of AFDX Redundancy Management Algorithms*, Proceedings of the 26th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'07), Nürnberg, (2007)
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *The Use of Complex Stateflow-Charts with KIEL - An Automotive Case Study*, Proceedings of 5. GI-Workshop Automotive Software Engineering (ASE'07), Bremen, (2007)
- Sascha Gädtke, Claus Traulsen, Reinhard von Hanxleden, *HW/SW Co-Design for Esterel Processing*, Proceedings of the International Conference on Hardware-Software Codesign and System Synthesis (CODES+ISSS'07), Salzburg, (2007)
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Statechart Development Beyond WYSIWYG*, Proceedings of the ACM/IEEE 10th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS'07), Nashville/USA, (2007)
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Enhancements of Statechart Modelling - The Kiel Environment*, Proceedings of the ARTIST 2007 International Workshop on Tool Platforms for Modeling, Analysis And Validation of Embedded Systems, held in conjunction with the 19th International Conference on Computer Aided Verification (CAV 2007), Berlin, (2007)

## Präsentationen

- Reinhard von Hanxleden, *Zur graphischen Modellierung komplexer reaktiver Systeme*, Informatik-Kolloquium, Universität Bremen, Bremen, 10.01.2007
- Hauke Fuhrmann, *Model-Based System Design - Experiences*, Airbus Deutschland GmbH, Hamburg, 09.03.2007
- Marian Boldt, Claus Traulsen, Reinhard von Hanxleden, *Worst Case Reaction Time Analysis of Concurrent Reactive Programs*, Workshop on Model-driven High-level Programming of Embedded Systems (SLA++P'07), Braga, Portugal, 31.03.2007
- Xin Li, Reinhard von Hanxleden, *Light-Weight, Predictable Reactive Processing - The Kiel Esterel Processor*, Design, Automation and Test in Europe University Booth (DATE'07), Nizza, Frankreich, 16.-20.04.2007
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Enhancements of Statechart-Modeling - The Kiel Environment*, Design, Automation and Test in Europe University Booth (DATE'07), Nizza, Frankreich, 16.-20.04.2007
- Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Enhancements of Statechart Modelling - The Kiel Environment*, ARTIST 2007 International Workshop on Tool Platforms for Modeling, Analysis And Validation of Embedded Systems, held in conjunction with the 19th International Conference on Computer Aided Verification (CAV 2007), Berlin, 01.-02.07.2007
- Claus Traulsen, Jerome Cornet, Matthieu Moy, Florence Maraninchi, *A SystemC/TLM semantics in Promela and its possible applications*, 14th Workshop on Model Checking Software (SPIN'07), Berlin, 01.-03.07.2007
- Reinhard von Hanxleden, *A Multi-Threaded Reactive Processor*, Colloquium of the Department of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, USA, 18.07.2007
- Reinhard von Hanxleden, *A Multi-Threaded Reactive Processor*, Presentation at the Center for Hybrid and Embedded Software Systems (CHESS), University of California at Berkeley, Berkeley, USA, 18.09.2007

Jan Täubrich, Reinhard von Hanxleden, *Formal Specification and Analysis of AFDX Redundancy Management Algorithms*, 26th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP'07), Nürnberg, 18.-21.09.2007

Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *The Use of Complex Stateflow-Charts with KIEL - An Automotive Case Study*, 5. GI-Workshop Automotive Software Engineering (ASE'07), Bremen, 27.09.2007

Sascha Gädtke, Claus Traulsen, Reinhard von Hanxleden, *HW/SW Co-Design for Esterel Processing*, International Conference on Hardware-Software Codesign and System Synthesis (CODES + ISSS'07), Salzburg, Österreich, 30.09.-05.10.2007

Steffen Prochnow, Reinhard von Hanxleden, *Statechart Development Beyond WYSIWYG*, Proceedings of the ACM/IEEE 10th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS'07), Nashville, USA, 30.09.-05.10.2007

Reinhard von Hanxleden, *Visual Modeling of Complex Systems: The Kiel System*, Presentation at the Center for Hybrid and Embedded Software Systems (CHESS), University of California at Berkeley, Berkeley, USA, 04.10.2007

Reinhard von Hanxleden, *Efficient development of Statechart models: A comparative study*, International Open Workshop on Synchronous Programming (SYNCHRON'07), Bamberg, 26.-30.10.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Die Teilnehmer der Lehrveranstaltung „Das eingebettete Orchester“ belegten den mit 12000 Euro dotierten ersten Platz beim ARTEMIS Orchestra Contest (04.06.2007, Berlin). Die Gruppe wurde durch Hn. Fuhrmann geleitet, zum Erfolg haben auch Angehörige der Arbeitsgruppen Multimediale Informationsverarbeitung, Technische Informatik, Rechnergestützte Programmentwicklung, und Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion beigetragen.

Exkursion zu Panasonic Automotive Systems Europe GmbH, Neumünster, 07.02.2007.

### **R. von Hanxleden:**

Mitglied der *IEEE Esterel v7 Standardization Working Group*.

Reviewer der Motor Industry Software Reliability Association (MISRA) Autocoding Guidelines.

Programmkomiteemitglied der Workshops *Automatic Program Generation for Embedded Systems* (APGES 2007) und *Model-driven High-level Programming of Embedded Systems* (SLA+ + P 2007).

### **H. Fuhrmann:**

Computergesteuerte Modelleisenbahn, Girls' Day Informatik, 26.04.2007.

### **C. Traulsen:**

Echtzeitprogrammierung am Beispiel Modellbahn, Schnupperstudium Informatik, 22.-26.10.2007.

### **H. Fuhrmann, R. von Hanxleden, S. Prochnow, C. Traulsen:**

Reviewertätigkeiten für die *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, das *Journal of Systems Architecture*, das *IBM Journal of Research and Development*, die *International Conference on High Performance Computing* (HiPC 2007), die *Ninth International Conference on Verification, Model Checking and Abstract Interpretation* (VMCAI 2008), und den Workshop *Model-driven High-level Programming of Embedded Systems* (SLA+ + P 2007).

# Algorithmische optimale Steuerung - CO2 Aufnahme des Meeres

Diese Professur wurde zum 1.9.2007 besetzt und befindet sich derzeit in der Aufbauphase.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Thomas Slawig;

# almanach 07

# Angewandte Informatik (Wirtschaftsinformatik)

Die Schwerpunkte der Forschung der Arbeitsgruppe sind die Integration von Systemen, die Entwicklung von Workflow-basierten Web-Systemen, die Generation und Validierung von Systemen.

Bei der Integration von Systemen werden hauptsächlich die Kooperation betrieblicher Anwendungen wie beispielsweise eCommerce Systeme und ERP Systeme (Enterprise Resource Planning) betrachtet. Dabei soll die Integration durch automatisierte Verfahren und Kooperationstechniken (z.B. Web Services) erleichtert werden.

Für die Modellierung und Entwicklung von Workflow-basierten Web-Systemen werden zunächst geeignete Modelle und Abstraktionen gesucht. Diese sollen zum einen möglichst leicht für Menschen verständlich sein. Andererseits soll die Semantik weitestgehend formal erfasst werden. Ausgehend von diesen Modellen erfolgt dann die Entwicklung oder Orchestrierung der Workflow Systeme.

Als wesentlicher Bestandteil dieses Entwicklungsvorgehens wird ein Generationskonzept zu automatisiertem Code oder Modellerzeugung benötigt. Aktuell wird ein Konzept entwickelt, das hierarchisch strukturiert ist und die Wiederverwendung von Generationsoperatoren unterstützt.

Die automatische Erzeugung von Code (oder Modellen) soll durch möglichst automatisierte Konzepte zur Validierung ergänzt werden. Dazu müssen die zu untersuchenden Spezifika in den Modellen, bzw. Code semantisch formal erfasst werden. Die Schwierigkeit ist die Formalisierung der meist impliziten Semantik und der Grad der Abstraktion, da nicht alle Aspekte geprüft werden müssen.

In der Lehre beteiligt sich die Arbeitsgruppe an den Veranstaltungen der Informatik-Studiengänge. Hauptsächlich sind dies die Veranstaltungen der Wirtschaftsinformatik.

Die Einrichtung und Akkreditierung der Bachelor Studiengangs Wirtschaftsinformatik wird von der Arbeitsgruppe aktiv und maßgeblich geführt.

## Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse, die im Rahmen der Forschung der Arbeitsgruppe erarbeitet wurden, sind:

Innovative Generationskonzepte, durch die flexibel verschiedenste Generationsaufgaben erfüllt werden. Dabei wird ein sehr hoher Grad der Wiederverwendung von Generationsoperatoren erzielt. Diese unterstützen beispielsweise die Integration von Systemen und die Kommunikation über Netzwerke.

Erweiterung von üblichen Modellen zur (Geschäfts-) Prozessmodellierung um Darstellungen für die Verifikation. Damit kann durch diese Modelle auch die zu verifizierende Spezifikation dargestellt werden. Damit wird die Verwendung von unterschiedlichen Modelldarstellungen für den zu verifizierenden Prozess und Spezifikation vermieden. Die Darstellung der Spezifikation wird an das zu untersuchende Modell, bzw. dessen Modellierung angepasst.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Andreas Speck; Sekretariat: S. Lassen

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Sven Feja	01.01.-31.12.2007
Daniel Fötsch	01.01.-31.12.2007
Andreas Rusnjak	15.08.-31.12.2007

*Sommer 2007*

eCommerce Systeme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Andreas Speck (+ S. Feja, D. Fötsch)

Seminar Modellierung und Implementierung von Geschäftsprozessen, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Speck

Oberseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
A. Speck

*Winter 2007/2008*

Einführung in die Wirtschaftsinformatik 1, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
A. Speck (+ S. Feja)

Generative Software-Entwicklung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
A. Speck (+ D. Fötsch)

**Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen**
**Projekt: Orchestrierung und Validierung integrierter Anwendungssysteme (OrViA)**

Entwicklung von Orchestrierungskonzepten für Service-orientierte Architekturen (z.B. Web Services). Ein Dienst repräsentiert eine Arbeitseinheit mit einer definierten Schnittstelle. Die Kooperation erfolgt nach dem Client-Server-Prinzip. Die Koordination zwischen den Services wird durch eine Orchestrierungssprache (z.B. BPEL4WS) beschrieben.

**Projekt: Variabilitäten basierte System Integration (VbSI)**

Variable Integrationskonzepte für Informationssysteme, Anwendung von Generationssystemen und automatisierte Optimierung und Verifikation der Integration, Projektträger: Wirtschaftsministerium Thüringen

**Projekt: Domänenspezifische Modellierung für die Entwicklung von eCommerce Applikationen (DSM)**

Entwicklung einer domänenspezifischen Modellierung, durch die Modelle für eine Generierung von Code ermöglicht wird, in Erweiterung zu den bekannten MDA Ansätzen (Model-driven Architecture) wird eine mehrstufige, hierarchische Modellierung und ein ebensolches Generationsverfahren entwickelt, Projektträger: Wirtschaftsministerium Thüringen

**Veröffentlichungen**

erschienen im Jahre 2007

D. Fötsch, *A Generic Framework for Target-Specific Transformation Operators in XML Transformation Languages*,  
Proceeding of the 18th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2007), 3-7  
September 2007, Regensburg, 15 - 19 (2007)

D. Fötsch, *Anwendung der Operatorhierarchie zur Vereinfachung der Entwicklung von XML-Transformationen am  
Beispiel vom ARIS-IE-Geschäftsprozess zum BPEL-Prozess*, *Integration Engineering: Motivation - Begriffe -  
Methoden- Anwendungsfälle*, Leipziger Beiträge zur Informatik, Band VI, 105 - 120 (2007)

S. Feja, D. Fötsch, *Systemintegration durch Service-orientierte Architektur im elektronischen Handel und der  
Beschaffung*, *Integration Engineering: Motivation - Begriffe - Methoden - Anwendungsfälle*, Leipziger Beiträge zur  
Informatik, Band VI, 191 - 203 (2007)

D. Försch, E. Pulvermüller, *Applying the Operator Hierarchy Concept to XSLT, XML-Tage in Berlin, 24-26 September 2007*, (2007)

D. Fötsch, E. Pulvermüller, *Constructing higher-level Transformation Languages based on XML, New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques*, Proceeding of the 6th International Conference on Software Methodologies, Tools and Techniques (SOMET'07), 7-9 November 2007, Rome, Italy, 269 - 284 (2007)

## Präsentationen

Andreas Speck, *Business Process Validation*, Business Process and Services, Leipzig, Deutschland, 25.09.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Teilnahme am Barcamp Berlin (02.11.2007 - 04.11.2007)

Teilnahme an der „Insight-eCommerce“-Konferenz in Jena (07.11.2007 - 08.11.2007)

Teilnahme am WHU-Idealab, Konferenz für Firmengründungen (15.11.2007 - 17.11.2007)

# almanach 07

# Kognitive Systeme

Die Schwerpunkte der Forschung und Ausbildung in der Arbeitsgruppe Kognitive Systeme wurden durch den Entwurf lernfähiger Systemarchitekturen für visuelle Wahrnehmung und Handlung sowie durch die Einbettung des Wahrnehmungs-Handlungs-Zyklus' in die geometrische oder Clifford-Algebra gebildet.

Als die Arbeitsgruppe Kognitive Systeme 1993 begann, die Paradigmen des Lernens und des Wahrnehmungs-Handlungs-Zyklus' mit Aufgaben der Computer Vision und der Robot Vision zu verbinden, fand dieser Ansatz nur geringen Widerhall in der Wissenschaftsgemeinde. Umso erfreulicher ist festzustellen, dass sich hieraus zwischenzeitlich ein starker Forschungsstrom entwickelte. Es ist zu hoffen, dass das steigende Interesse an dem von der Arbeitsgruppe seit 1996 verfolgten Weg, die Probleme des Fachgebietes durch Einbettung in den Rahmen einer Clifford-Algebra zu lösen, in einigen Jahren ähnliche Perspektiven aufzeigt.

## Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurde das EU-Projekt COSPAL erfolgreich abgeschlossen. Die Verteidigung, verbunden mit Demonstrationen der erreichten Funktionalität, fand Ende September in Kiel statt. Alle von der Kieler Arbeitsgruppe verantworteten Arbeitspakete erbrachten weitere interessante Einsichten in den Systementwurf auf der Basis von Wahrnehmungs-Handlungs-Zyklen (PACs). Das COSPAL-System entstand auf der Grundlage eines verhaltensbasierten Systementwurfs, wobei sich Verhaltensweisen in PACs manifestieren. Besonders erfreulich ist die Promotion von F. Hoppe zu seinem Beitrag im COSPAL-Projekt und der Abschluss der Diplomarbeit von A. Barchunova zu einem Thema, das mit dem Beitrag von H. Prehn zum Projekt verbunden ist. Im Verlaufe des Projekts stießen wir einige Male an die Grenzen der Finanzverwaltungsrichtlinien unserer Universität. Diese stellten sich im Konsortium als Unikat dar. Glücklicherweise konnten aber alle Probleme mit Hilfe der weit flexibler agierenden Universität Linköping überwunden werden.

Die erste Phase des DFG-Projektes 'Verknüpfung von 3D-Formenwissen und Lageschätzung mit Bildsegmentierung' (LEVMON) wurde erfolgreich beendet. In diesem Projekt, das gemeinsam mit der Universität und dem MPII Saarbrücken realisiert wurde, beschäftigte sich unsere Arbeitsgruppe vorwiegend mit der Anwendung und der Analyse des monogenen Krümmungstensors. Insbesondere wurde der monogene Krümmungstensor im Radonraum betrachtet. Die Promotion von D. Zang (Projekt MONSIGN) wurde erfolgreich abgeschlossen.

Im Projekt CLASTAT konnte C. Gebken seine Promotion inhaltlich abschließen. Als neuer Beitrag entstand ein Verfahren zur Bildkonstruktion für eine katadioptrische Kamera unter Verwendung der Inversionsoperation in konformer geometrischer Algebra.

Ebenso konnte im Projekt CGAPOSE M. Chavarria seine Promotion inhaltlich abschließen. Er entwickelte zwei neue Methoden für Poseschätzung aus lokalen Bildmerkmalen, struktureller ICP-Algorithmus und Korrelations-ICP-Algorithmus. Zum Vergleich dieser Methoden siehe Abbildung 1.

Im Rahmen des Projektes GA-PAC konnte S. Buchholz das Lernen von Clifford-Neuronen durch das geschickte Einbinden der Hesse-Matrix beschleunigen. In dieser Kooperation mit Kollegen aus Japan konnten wir auch weitere Anwendungen der Clifford-Neuronen erschließen.

N. Siebel erreichte im Projekt ROBVIS deutliche Fortschritte bei der Weiterentwicklung der im Projekt LERNROB von Y. Kassahun entwickelten Architektur EANT. Insbesondere durch Einbinden des Optimierungsverfahrens CMA-ES in die EANT-Architektur wurde die Begrenzung der Anwendbarkeit von EANT auf Probleme mit niedrigdimensionalem Zustandsraum überwunden. Die Funktionalität der neuen Architektur EANT2 wurde für Probleme der visuellen Roboterkontrolle, der Texturanalyse und des Lernens von Bildverarbeitungsoperatoren überprüft. In diesem Zusammenhang konnte J. Krause seine Diplomarbeit abschließen, in der er verschiedene Architekturen bezüglich ihrer Eigenschaften bei der Parameteroptimierung für die evolutionäre Entwicklung neuronaler Topologien untersuchte. Im Rahmen des Projektes wurde mit N. Hansen, Univ.

Paris-Sud und B. Schmidt, Nanyang Technological University, Singapore, kooperiert. Hervorzuheben ist die Teilnahme von N. Siebel an einem von der Bosch GmbH geförderten Wettbewerb zur Defekterkennung in texturierten Bildern. Dieser auf der DAGM-Jahrestagung in Heidelberg durchgeführte Wettbewerb konnte zwar nicht gewonnen werden, erbrachte aber wichtige Einsichten für die Weiterentwicklung von EANT2.

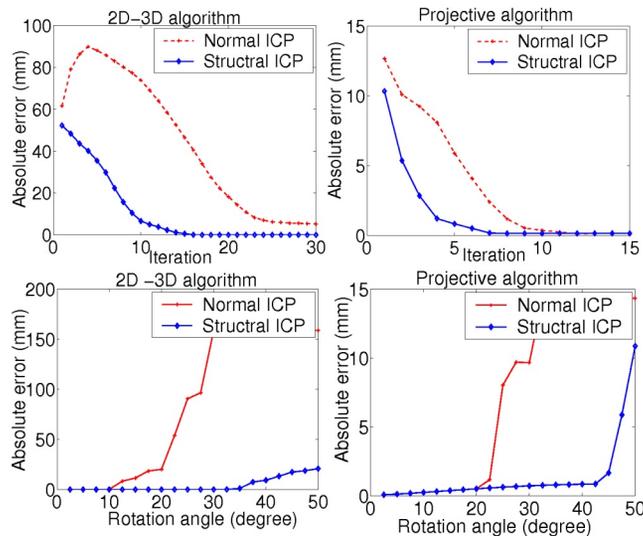


Abb. 1: Vergleiche des strukturellen ICP-Algorithmus (blau) mit dem normalen ICP-Algorithmus (rot) für zwei Varianten der Poseschätzung. Obere Reihe: Konvergenzverhalten. Untere Reihe: Robustheit bezüglich Rotation.

Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. G. Sommer; Sekretariat: A. Wichmann (50%)  
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) G. Diesner, Dipl.-Ing. (FH) H. Schmidt (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr.-Ing. Sven Buchholz GA - PAC	01.01.-31.12.2007	CAU
MSc. Marco Chavarria CGAPOSE	01.01.-31.12.2007	DAAD
Dipl.-Inf. Christian Gebken CLASTAT	01.01.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Inf. Florian Hoppe COSPAL	01.01.-30.06.2007	EU
Ying Liu CLASTAT	17.10.-31.12.2007	VR China
Dipl.-Ing. Herward Prehn COSPAL	01.01.-30.06.2007	EU
Dr. Nils Siebel ROBVIS	01.01.-31.12.2007	CAU

Dipl.-Inf. Lennart Wietzke LEV-MON	01.01.-31.12.2007	DFG
MSc. Di Zang MONSIGN	01.01.-30.06.2007	DFG
Dr.-Ing. Stephan Zeitschel (geb. Al-Zubi) COSPAL	01.01.-30.06.2007	EU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### *Winter 2006/2007*

A5.3-Vertiefende Übung 'Computer Vision und Robotik', 4 Std. Praktikum/Woche,  
N. Siebel

Geometrische Modellierung in Robot Vision, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
S. Buchholz

Oberseminar Kognitive Systeme, 2 Std. Seminar/Woche,  
G. Sommer

Robot Vision, 2 Std. Seminar/Woche,  
N. Siebel

MS1201 - Signaltheoretische Grundlagen der Bildverarbeitung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
G. Sommer (+ C. Gebken)

### *Sommer 2007*

MS1203 - Einführung in die Neuroinformatik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
G. Sommer (+ G. Sommer)

Oberseminar Kognitive Systeme, 2 Std. Seminar/Woche,  
G. Sommer

MS1202 - Stochastische, topologische und geom. Grundlagen von Computer Vision, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/  
Woche,  
G. Sommer (+ C. Gebken)

Computer Vision I (Fortgeschrittenenpraktikum), 4 Std. Praktikum/Woche,  
C. Gebken

Autonome Robotersysteme, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
N. Siebel

Statistische Bildanalyse, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
S. Buchholz

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
N. Siebel

### *Winter 2007/2008*

MS1208 - Vertiefende Übung 'Visuelle Robotik', 4 Std. Praktikum/Woche,  
N. Siebel

MS1204 - Geometrische Modellierung in Robot Vision, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
S. Buchholz

Oberseminar Kognitive Systeme, 2 Std. Seminar/Woche,  
G. Sommer

MS1207 - Robot Vision, 2 Std. Seminar/Woche,  
N. Siebel

MS1201 - Signaltheoretische Grundlagen der Bildverarbeitung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
G. Sommer (+ C. Gebken)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
N. Siebel

## Drittmittel

EU, COSPAL, S. Zeitschel (geb. Al-Zubi), F. Hoppe, H. Prehn, 01.01.-30.06.2007 (84.151,54)

DFG, Verknüpfung von 3D-Formenwissen und Lageschätzung mit Bildsegmentierung, L. Wietzke, 01.01.-31.12.2007  
(58.479,75)

DAAD, CGAPOSE, M. Chavarria, 01.01.-31.12.2007 (11.880,00)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die internationale Kooperation der Arbeitsgruppe wurde durch das EU-Projekt COSPAL dominiert. Hier kooperieren die Universitäten Linköping (Schweden) als Projekt-Koordinator, Guildford (UK), Technische Universität Prag (Tschechien) und Kiel. Im Juli war die Kieler Arbeitsgruppe Gastgeber eines Meetings des Konsortiums.

In diesem Zusammenhang war unsere Arbeitsgruppe mehrfach und über längere Zeit Gastgeber für Mitarbeiter der Arbeitsgruppen des Konsortiums. Zeitweise waren etwa 20 Gäste anwesend.

Im Rahmen des aktuellen DFG-Projektes (Projekt LEV-MON) wird mit der Universität des Saarlandes (Prof. J. Weickert) und dem MPII Saarbrücken (Dr. B. Rosenhahn) kooperiert. Dr. Rosenhahn war im September 2007 Gast der Arbeitsgruppe und wir besuchten im April 2007 diese Arbeitsgruppe in Saarbrücken.

Mit Prof. E. Hitzer, Mechanical Engineering Dept., Fukui University, Fukui, Japan, wurde die erfolgreiche Kooperation mit S. Buchholz fortgesetzt. In diese Kooperation konnte auch Prof. K. Tachibana, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Nagoya, Japan, einbezogen werden. Dr. Buchholz besuchte im Februar 2007 diese Arbeitsgruppe und im August/September 2007 waren beide japanischen Kollegen Gäste der Arbeitsgruppe.

In Zusammenhang mit der Kooperation von S. Buchholz mit Dr. N. Le Bihan, CNRS Saint-Martind'Heres, Grenoble, Frankreich, besuchte uns im Juni Herr Said, um Verfahren der Signalanalyse mittels Statistiken höherer Ordnung zu diskutieren.

Auf Einladung von Prof. W. Spröbzig, Institut für Angewandte Analysis, TU Bergakademie Freiberg, hielt Prof. Sommer im Mai an diesem Institut einen Vortrag. Auf Anregung von Prof. Spröbzig besuchte uns Prof. H. Schaeben, TU Freiberg, im Juli 2007, um über Signalanalyse mittels Radon-Transformation zu diskutieren. Als Folge hiervon nahm L. Wietzke an einem Workshop zur Signalanalyse auf Sphären im September 2007 teil.

Im Juli 2007 war Dr. N. Hansen, Univ. Paris-Sud, Frankreich, Gast der Arbeitsgruppe. Er besprach mit N. Siebel Probleme des von ihm entwickelten Optimierungsverfahrens CMA-ES im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der EANT-Architektur.

Mit Prof. J. Pauli, Abteilung Informatik der Universität Duisburg-Essen, Duisburg, der im Dezember 2007 über seine Arbeiten

in der Arbeitsgruppe vortrug, wurde eine Kooperation auf dem Gebiet evolutionären Lernens neuronaler Architekturen vereinbart.

Dr. U. Köthe, Universität Heidelberg, sprach im Mai 2007 über seine Arbeiten zum Operator-Entwurf für lokale Bildanalyse.

Im Juli 2007 wurde unsere Arbeitsgruppe von Prof. T. Qian, Math. Dept., University of Macau, Macau, besucht. Es wurden viele Gespräche über Verbindungen zwischen geometrischer Algebra und harmonischer Analysis geführt und eine Kooperation vereinbart. Zwischenzeitlich ist Prof. Sommer zum Co-Supervisor in einem Promotionsverfahren an der dortigen Universität benannt.

Die Kooperation mit der Universität Gent führte im September 2007 zu einem eingeladenen Vortrag von Prof. Sommer auf dem Internationalen Workshop für Clifford-Analysis in Gent.

Seit Oktober 2007 arbeitet im Projekt CLASTAT Frau Y. Liu, um unsere Verfahren zur Poseschätzung kennenzulernen. Frau Liu kommt von Dept. Automatic Control, National Univ. of Defense Technology, Changsha, China.

## **Diplom- und Master-Arbeiten**

H. Schnepel, *Entwurf und Implementierung quadratischer Filter in geometrischer Algebra*, 20.11.2007

## **Dissertationen / Habilitationen**

D. Zang, *Signal Modeling for Two-Dimensional Image Structures and Scale-Space Based Image Analysis*, 19.04.2007

F. Hoppe, *Local Learning for Visual Robotic Systems*, 17.12.2007

## **Veröffentlichungen**

erschienen im Jahre 2007

G. Sommer, D. Zang, *Parity symmetry in multi-dimensional signals*, *Communications in Pure and Applied Analysis*, **vol. 6(3)**, 829 - 852 (2007)

M. Chavarria, G. Sommer, *Structural ICP algorithm for pose estimation based on local features*, In Proc. 2nd International Conference on Computer Vision Theory and Applications, VISAPP 2007, March 8-11, Barcelona, Spain (2007), INSTICC Press, Setubal, **Vol. 2**, 341 - 346 (2007)

D. Zang, G. Sommer, *Signal modeling for two-dimensional image structures*, *Journal of Visual Communication and Image Representation*, **Vol. 18(1)**, 81 - 99 (2007)

G. Sommer, C. Gebken, *Robot vision in the language of geometric algebra*, In *Vision Systems Applications*, G. Obinata and A. Dutta (Eds.), I-TECH Education and Publishing, Vienna, 459 - 486 (2007)

H. Prehn, G. Sommer, *Incremental classifier based on a local credibility criterion*, In Proc. IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Applications, AIA 2007, February 12-14, Innsbruck, Austria, ACTA Press, Calgary, 372 - 377 (2007)

D. Zang, L. Wietzke, C. Schmalz, G. Sommer, *Dense optical flow estimation from the monogenic curvature tensor*, In Proc. Scale Space and Variational Methods in Computer Vision, SSVM 2007, Ischia, Springer-Verlag, Berlin, **LNCS, Vol. 4485**, 239 - 250 (2007)

C. Schmalz, B. Rosenhahn, T. Brox, J. Weickert, L. Wietzke, G. Sommer, *Occlusion modeling by tracking multiple objects*, In *Pattern Recognition*, F. Hamprecht, B. Jähne, C. Schnörr (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, **LNCS, Vol. 4713**, 33 - 40 (2007)

F. Hoppe, G. Sommer, *Online learning for hierarchical networks of locally arranged models using a support vector domain model*, In Proc. of Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN), Orlando, Florida, USA, Aug. 12-17, 2007., 266 - 271 (2007)

- N. Siebel, J. Krause, G. Sommer, *Efficient learning of neural networks with evolutionary algorithms*, In Pattern Recognition, F. Hamprecht, B. Jähne, C. Schnörr (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, LNCS, Vol. 4713, 466 - 475 (2007)
- N. Sugimoto, N. Tachibana, S. Buchholz, *Modes of climate variability visualized by self-organizing map*, In Proc. 2nd International Conference on Earth System Modelling (ICESM 2007), Hamburg, Germany, 27-31 August 2007., (2007)
- S. Buchholz, K. Tachibana, E. Hitzer, *Optimal learning rates for Clifford neurons*, In Proc. 17th Int. Conf. on Artificial Neural Networks (ICANN 2007), Porto, Portugal, 9-13 September 2007, (2007)
- N. Siebel, J. Krause, G. Sommer, *Self-organisation of neural topologies by evolutionary reinforcement learning*, In Proceedings of the 6th International Workshop on Self-Organising Maps (WSOM 2007), Bielefeld, Germany, 7 pages (no page numbers), September 2007. DOI: 10.2390/bicoll-wsom2007-118., (2007)
- N. Siebel, G. Sommer, *Evolutionary reinforcement learning of artificial neural networks*, International Journal of Hybrid Intelligent Systems (IJHIS), IOS Press, October 2007, Vol. 4(3), 171 - 183 (2007)
- C. Schmalz, B. Rosenhahn, T. Brox, D. Cremers, J. Weickert, L. Wietzke, G. Sommer, *Region-based pose tracking*, In Proc. 3rd Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis, Girona, Spain, June, 2007, Springer-Verlag, Berlin, LNCS, Vol. 4478, 56 - 63 (2007)

## Präsentationen

- S. Buchholz, *Clifford neural networks with applications*, University of Nagoya, Nagoya, Japan, 21.02.2007
- S. Buchholz, *Introduction to neural computation with Clifford algebra*, University of Fukui, Fukui, Japan, 27.02.2007
- S. Buchholz, *Optimal Learning rates for Clifford neurons*, 17th Internat. Conf. on Artificial Neural Networks (ICANN 2007), Porto, Portugal, 09.-13.09.2007
- S. Buchholz, *Neuronale Netze in Clifford-Algebra*, Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland, 19.12.2007
- M. Chavarría, G. Sommer, *Structural ICP algorithm for pose estimation based on local features*, 2nd Internat.-Conf. on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2007), Barcelona, Spanien, 08.-11.03.2007
- C. Gebken, G. Sommer, *Perspective pose estimation with geometric algebra*, Internat. Conf. on numerical Analysis and applied Mathematics (ICNAAM 2007), Corfu, Griechenland, 16.-20.09.2007
- E. Hitzer, K. Tachibana, S. Buchholz, *Position minimal Euclidean blade method for the general evaluation and control of pose, molecular conformation and tracking*, Workshop on Clifford Analysis and Applications (WCAA2007), Ghent University, Ghent, Belgien, 03.-05.09.2007
- F. Hoppe, H. Prehn, *Hierarchical learning methods for perception action systems*, Workshop Cognitive Systems on SCIA 2007, Aalborg, Dänemark, 14.06.2007
- F. Hoppe, G. Sommer, *Online Learning for hierarchical networks of locally arranged models using support vector domain model*, Internat. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN), Orlando, Florida/USA, 12.-17.08.2007
- H. Prehn, G. Sommer, *Incremental classifier based on local credibility criterion*, Internat. Conf. on Artificial Intelligence and Applications (AIA 2007), Innsbruck, Österreich, 12.-14.02.2007
- C. Schmalz, B. Rosenhahn, T. Brox, D. Cremers, J. Weickert, L. Wietzke, G. Sommer, *Region-based pose tracking*, 3rd Iberian Conf. on Pattern Recognition and Image Analysis, Girona, Spanien, 06.-08.06.2007
- C. Schmalz, B. Rosenhahn, T. Brox, J. Weickert, L. Wietzke, G. Sommer, *Occlusion modeling by tracking multiple objects*, 29th DAGM Symposium, Heidelberg, Deutschland, 12.-14.09.2007
- N. Siebel, J. Krause, G. Sommer, *Self-organisation of neural topologies by evolutionary reinforcement learning*, 6th Internat. Workshop on Self-Organising Maps (WSOM 2007), Bielefeld, Deutschland, 03.-06.09.2007
- N. Siebel, J. Krause, G. Sommer, *Efficient learning of neural networks with evolutionary algorithms*, 29th DAGM Symposium, Heidelberg, Deutschland, 12.-14.09.2007
- G. Sommer, D. Zang, L. Wietzke, *Monogenic curvature tensor as Local image model*, Dagstuhl Seminar 07022, Visualization and Processing of Tensor Fields, Schloss Dagstuhl, Dagstuhl, Deutschland, 10.-13.01.2007
- G. Sommer, *Monogener Krümmungstensor als lokales Bildmodell*, Kolloquium, Techn. Univ. Freiberg, Freiberg,

Deutschland, 18.05.2007

G. Sommer, L. Wietzke, *On the way to differential geometry of monogenic signals*, Workshop Clifford Analysis and Applications (WCAA 2007), Ghent University, Gent, Belgien, 03.-05.09.2007

G. Sommer, *Geometrische Algebra - Eine Sprache for Robot Vision*, Kolloquium, Universität Jena, Jena, Deutschland, 29.10.2007

G. Sommer, *Robot vision in the language of geometric algebra*, 7th Symposium Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision (MAIPCV 2007), Sapporo, Japan, 15.-17.11.2007

N. Sugimoto, K. Tachibana, S. Buchholz, *Modes of climate variability by self-organizing map*, 2nd Internat. Conf. on Earth System Modelling (ICESM 2007), Hamburg, Deutschland, 27.-31.08.2007

L. Wietzke, *Dense Optical Flow Estimation from Local Phase*, Kolloquium, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland, 17.04.2007

L. Wietzke, *Local signal analysis*, Workshop Transformation auf der Sphäre und Tomographie, Schloss Hasenwinkel, Hasenwinkel, Deutschland, 03.-06.09.2007

L. Wietzke, G. Sommer, C. Schmalz, J. Weickert, *Analysis of curvature tensor from the viewpoint of signal processing*, Internat. Conf. on Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2007), Corfu, Griechenland, 16.-20.09.2007

D. Zang, L. Wietzke, C. Schmalz, G. Sommer, *Dense optical flow estimation from the monogenic curvature tensor*, Internat. Conf. on Scale Space and Variational Methodes in Computer Vision (SSVM 2007), Ischia, Italien, 30.05.-02.06.2007

S. Zeitschel, *Initiation learning of human movements*, Workshop Cognitive Systems in SCIA 2007, Aalborg, Dänemark, 14.06.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Dr. N. Siebel hat unsere Arbeitsgruppe erfolgreich zum Girls' Day der Informatik vertreten. Dr. S. Buchholz hat in Japan auf dem Workshop 'Computational Science with Geometric Algebra' ein Tutorial zur neuronalen Informationsverarbeitung mittels Clifford Algebra gehalten.

Prof. Sommer war Mitglied der Promotionskommission für A. Ghosh an der Universität Groningen. Im Berichtszeitraum organisierte er mit Prof. R. Klette, Auckland, den zweiten Internationalen Workshop Robot Vision 2008, der im Februar 2008 in Auckland stattfinden wird. Er wurde als Keynote Speaker zum Intern. Workshop on Clifford Analysis, Gent, eingeladen, war Vortragender im Informatik-Kolloquium der Universität Jena und im Mathematik-Kolloquium der Technischen Universität Freiberg. Außerdem war er Keynote Speaker zum 7th Symposium on Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision, MAIPCV 2007, in Sapporo.

Als ständiges Mitglied des Steering Committees der International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP) nahm er an der Tagung in Wien teil. Er ist Mitglied des International Advisory Boards der International Conference on Clifford Algebras and their Applications (ICCA8) in Campinas, Brasilien, und Mitglied des Coordination Committees des CAIROS Centers (Clifford Algebras International Research Open Studies) an der Universite Paul Sabatier, Toulouse. Er ist Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift Journal of Visual Communication and Image Representations und des Advisory Boards der Zitschrift Machine Graphics & Vision.

Prof. Sommer ist zurzeit Vorsitzender der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Mustererkennung e.V. (DAGM). In dieser Funktion vertritt er Deutschland im Governing Board der International Association for Pattern Recognition (IAPR).

# almanach 07

# Kommunikationssysteme

Die Arbeitsgruppe Kommunikationssysteme wurde im Okt. 2000 im Institut für Informatik der CAU Kiel eingerichtet und wird seit diesem Zeitpunkt von Prof. Dr.-Ing. Norbert Luttenberger geleitet. In vier Arbeitsbereichen setzt sich die AG COMSYS intensiv mit anwendungsorientierten Themen im Umfeld sicherer und effizienter Kommunikationssysteme auseinander. Diese vier Arbeitsbereiche werden im Folgenden vorgestellt.

## Ergebnisse

### 1. Innovativer Datenschutz

In Fortführung der Arbeiten zur datenschutzrechtlichen Auditierung von Biobanken, über die bereits in den Vorjahren berichtet wurde, wurde im Jahr 2007 ein BMBF-gefördertes Projekt mit dem Namen „Biobank Data Custodian Audit“ gestartet. Anders als die zuvor dargestellten Arbeiten hat dieses Projekt nicht mehr die Auditierung von Biobanken zum Ziel, sondern die methodische Untermauerung des Auditierungsverfahrens selber. Projektpartner in diesem Projekt sind das Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein (ULD) und der Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt der Universität Hamburg (Fr. Prof. Dr. Regine Kollek). Im CAU-Anteil an den entsprechenden Forschungsarbeiten geht es um die Bereitstellung von verbesserten Verfahren für den Auditierungsprozess. Insbesondere wird untersucht, welche formalen oder semiformalen Methoden aus der Informatik, speziell der Systemspezifikation und der Netzwerksicherheit, geeignet sind, das Auditierungsverfahren zu objektivieren. Im Jahre 2007 wurden Interviews mit einer Reihe von Biobanken geführt, um eine gesicherte empirische Basis für die weiteren Arbeiten zu gewinnen. Mittlerweile wurde daraus eine Liste von Biobank-Prozessen abstrahiert, deren datenschutzrechtliche Auditierung für das Gesamtsystem „Biobank“ je nach Aufbau und Funktionsweise einer Biobank erforderlich sein kann.

### 2. Web Service Firewalls

Wie im Vorjahresbericht dargestellt, wurde in der AG Kommunikationssysteme ein System für die Validierung von XML-codierten Dokumenten und Nachrichten entwickelt. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann effizient überprüft werden, ob ein XML-codiertes Dokument bzw. eine XML-codierte Nachricht sowohl einer Grammatik ( „ XML Schema“ ) genügt, die für den jeweiligen Verwendungszweck definiert ist, als auch einem vom Betreiber des Servers vorgegebenen Regelsatz ( „ Policy“ ), der die Verschlüsselung und die digitale Signierung von Web Service-Nachrichten bzw. Teilen davon festlegt. Im Jahre 2007 wurde dieses System um eine Komponente erweitert, das nun auch die Einhaltung korrekter Nachrichtenreihenfolgen in sog. Web Service-Kompositionen überwacht.

### 3. Software Architecture for Radio-based Mobile Systems (SWARMS)

Das SWARMS-Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen ihres Schwerpunktprogramms SPP 1140 „Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für vernetzte mobile Systeme“ gefördert. Es geht um die Untersuchung von Paradigmen für die Kooperation und Kommunikation von kleinen und kleinsten Sensorsystemen, die per Funk miteinander kommunizieren und dabei in Rechenleistung, Speicherkapazität und Energievorrat sehr limitiert sind. Gemeinsam mit dem Projektpartner, Prof. Dr. Stefan Fischer (Universität Lübeck), wird hier vor allem das Paradigma des Distributed Virtual Shared Information Space untersucht. Im Mittelpunkt der letztjährigen Forschungsarbeiten stand die Entwicklung eines Verfahrens zur Steigerung der Abbildungstreue von Netzwerksimulationen. Diese Simulationen sollen es ermöglichen, das Gesamtverhalten eines Sensornetzes vor seiner Ausbringung möglichst exakt nachzubilden, um die hohen Kosten der Netzwerkausbringung zu reduzieren.

### 4. XML-Codierung von ozeanographischen und biologischen Messdaten

Die Arbeiten im SWARMS-Projekt mündeten in einen Förderantrag im Rahmen des Exzellenzclusters „Future Ocean“ der CAU Kiel, der Ende 2006 positiv beschieden wurde. In den entsprechenden Arbeiten, die Anfang 2007 aufgenommen wurden, wurde untersucht, wie sich ozeanographische und biologische Daten leichter und effizienter archivieren, austauschen und

wiederauffinden lassen. Die Definition eines geeigneten Formats für Sensordaten ist ein wichtiger Baustein, der zur Lösung der gestellten Probleme beitragen kann. Beim Austausch von Daten auf der Basis eines einheitlichen Formats entfallen aufwändige Anpassungsarbeiten, und in die Archivierung von Daten können neben den „eigentlichen“ Daten zusätzlich Metadaten einbezogen werden, die die spätere (Re-) Interpretation von Messdaten überhaupt erst ermöglichen. Es ist erkennbar, dass das XML-Format (eXtensible Markup Language) für die Codierung von Daten eine immer wichtigere Rolle spielt. Mit XML sind untrennbar eine Menge von mittlerweile gut verstandenen Techniken verbunden, von denen hier nur wenige exemplarisch aufgezählt werden sollen: Auf der Basis von formalen Grammatiken für XML-codierte Dokumente kann die formale Korrektheit von Dokumenten (also auch von Messdatensätzen) mit Standardwerkzeugen überprüft werden. Mit Hilfe entsprechender XML-Sprachen können XML-codierte Dokumente einfach in Dokumente mit anderer Codierung (z.B. PDF) transformiert werden, z.B. um Daten lesbar zu machen. Aus einer XML-Grammatik (z.B. auf der Basis von W3C XML Schema) kann automatisch ein graphical user interface (GUI) generiert werden, über das eine manuelle Dateneingabe z.B. von Metadaten gesteuert werden kann. Aus einer XML-Grammatik kann automatisch ein Application Programming Interface (API) generiert werden, das die Programmierung von Software zur Verarbeitung von Messdaten erheblich erleichtert.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. Norbert Luttenberger; Sekretariat: Maren Lutz (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. Nils Gruschka Web Service Firewalls	01.01.2004-31.03.2007		
Dipl.-Inf. Ralph Herkenhöner bdc\Audit	15.12.2006-31.08.2008	BMBF	
Dipl.-Ing. Jochen Koberstein SWARMS	01.04.2003-31.03.2009	DFG	
Dipl.-Inf. Hagen Peters	01.04.2007-31.03.2009		
Dipl.-Inf. Jesper Zedlitz dearX	15.03.2007-31.05.2009	Exzellenzcluster Ocean	Future

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Internet Communications, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Nils Gruschka)

Wireless Sensor Networks, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Jochen Koberstein)

Wireless Sensor Networks, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Jochen Koberstein)

*Sommer 2007*

Systemorientierte Informatik 2 - Organisation und Architektur von Rechnern, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/  
Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Claus Traulsen)

Computer Networks, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Hagen Peters)

Computer Networks and Internetworking, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Hagen Peters)

*Winter 2007/2008*

Internet Communications, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Hagen Peters)

Academic Writing, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Norbert Luttenberger (+ Norbert Luttenberger)

### **Drittmittel**

DFG, *Projekt SWARMS*, 01.01.-31.12.2007 (60.000)

BMBF, *Projekt bdc\Audit*, 01.01.-31.12.2007 (60.000)

Exzellenzcluster Future Ocean, *Projekt dearX*, 15.03.-31.12.2007 (45.000)

### **Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen**

Im Rahmen des DFG-geförderten SWARMS-Projekts wurde mit Hn. Prof. Dr. Stefan Fischer, Inst. für Telematik der Universität Lübeck, zusammengearbeitet.

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts bdc\Audit wurde mit Fr. Prof. Dr. Regine Kollek, Forschungsschwerpunkt BIOGUM der Universität Hamburg, und dem Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein in Kiel zusammengearbeitet.

Im Rahmen des Projekts dearX im Exzellenzcluster Future Ocean wurde mit Prof. Dr. Martin Visbeck, IFM Geomar, und Prof. Dr. Dieter Piepenburg, Institut für Polarökologie der CAU Kiel, zusammengearbeitet.

### **Diplom- und Master-Arbeiten**

Meiko Jensen, *Konzeption und Implementierung einer BPEL Firewall*, 15.03.2007

Torben Dziuk, *Event-based WS-SecurityPolicy-enabled SOAP Message Generation*, 15.04.2007

Hagen Peters, *Messdatengetriebene Modellierung des Operationsgebietes drahtloser Sensornetze*, 15.04.2007

Felix Holzke, *Implementierung und Vergleich einer serverbasierten und einer Ajax-basierten Lösung für das Web-Frontend eines Konfigurationstools*, 15.08.2007

### **Veröffentlichungen**

erschienen im Jahre 2007

Nils Gruschka, Meiko Jensen, Torben Dziuk, *Event-Based Application of WS-SecurityPolicy on SOAP Messages*, Proceedings of the 2007 ACM Workshop on Secure Web Services (SWS'07), Fairfax (Virginia), USA, November 1-8, 2007, (2007)

Meiko Jensen, Nils Gruschka, Ralph Herkenhöner, Norbert Luttenberger, *SOA and Web Services: New Technologies, New Standards - New Attacks*, The 5th IEEE European Conference on Web Services (ECOWS 2007), Halle (Saale), Germany, November 26-28, 2007, (2007)

Meiko Jensen, *Entwicklung einer zustandsbehafteten Web Service Firewall für BPEL*, GI Graduate Workshop on Reactive Security (SPRING 2), Dortmund, Germany, July 25, 2007, (2007)

- Ralph Herkenhöner, *SAX-basierte Validierung von WS-Security-angereicherten SOAP-Nachrichten gegen eine Security Policy*, GI Graduate Workshop on Reactive Security (SPRING 2), Dortmund, Germany, July 25, 2007, (2007)
- Nils Gruschka, Meiko Jensen, Norbert Luttenberger, *A Stateful Web Service Firewall for BPEL*, 2007 IEEE International Conference on Web Services (ICWS 2007), Salt Lake City (Utah), USA, July 9-13, 2007, (2007)
- Nils Gruschka, Meiko Jensen, Norbert Luttenberger, *Access Control Enforcement for Web Services by Event-Based Security Token Processing*, 15. ITG/GI-Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS 2007), Bern, Schweiz, Februar, 26. - March, 2, 2007, (2007)

## Präsentationen

- Norbert Luttenberger, *Service Protection in Web Service-based Architectures*, TrendScout Meeting der DATEV eG, Nürnberg, 17.07.2007
- Norbert Luttenberger, *Sensor-Netze: Technik und Anwendungen*, TrendScout Meeting der DATEV eG, Nürnberg, 26.11.2007
- N Luttenberger, *Datenschutz für genetische Daten - Elektronische Datentreuhänderschaft in der Praxis*, Ringvorlesung, 10.01.2007
- Norbert Luttenberger, *Service Protection in Web Service-based Architectures*, Kolloquium Corporate Technology der Siemens AG, München, 17.10.2007
- Norbert Luttenberger, *Service Protection in Web Service-based Architectures*, Kolloquium des Instituts für Informatik der Universität Trier, Trier, 26.10.2007
- Norbert Luttenberger, Jesper Zedlitz, *XML Language Technology for Geographic Information*, Workshop for Data Management des Exzellenzclusters, Kiel, 05.12.2007

# Multimediale Systeme zur Informationsverarbeitung

## Ergebnisse

Die Arbeitsgruppe Multimediale Informationsverarbeitung arbeitet an Themen im Bereich der Computer-Bildverarbeitung und der 3D-Szenenrekonstruktion. In 2007 wurden erfolgreich mehrere Forschungsprojekte beendet, so das EU-Projekt MATRIS, in dem mit den Partnern BBC Research, FHG-IGD Darmstadt, Universität Linköping und XSens SensorSysteme neue Verfahren zur Live-Überlagerung virtueller Objekte in TV-Studioaufnahmen und TV-Sportereignissen entwickelt wurden. Zum Abschluss des Projektes wurden die erzielten Projektergebnisse in einem zweibändigen Special Issue des International Journal of Realtime Image Processing bei Springer veröffentlicht. Es wurde ebenfalls eine Spezialhardware mit kombiniertem Kamera-Sensorsystem von XSens entwickelt und zur Marktreife gebracht.

Ein weiteres erfolgreiches Projekt war die Entwicklung der Sensorik für ein elektronisches nautisches Augmented-Reality Fernglas (AR-Fernglas), mit dem automatisch Navigationsinformation aus Seekartendaten der elektronischen Seekartendatenbank ECDIS in das Sichtfeld des Benutzers eingespielt wird. Mit diesem System ist es möglich, für Nautiker die Objektpeilung z.B. von Seebaken integriert mit der Objektbeobachtung gleichzeitig durchzuführen, was eine vereinfachte Navigation erlaubt. Das Messprinzip ist die hybride Verkopplung eines künstlichen Horizonts durch Gravitationsmessung mit einem bildbasierten hochgenauen Richtungssensor für den künstlichen Kompass. Die Sensorik soll in weiteren Projekten nun in ein echtes Fernglassystem eingebaut werden. Bild 1 zeigt die Komponenten des AR-Fernglases.

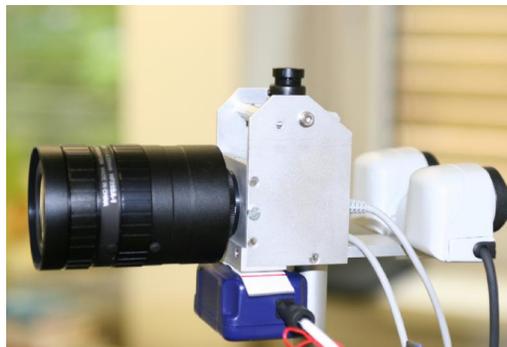


Abb. 1: Sensorik des AR-Fernglases mit Augmentierungskamera (links), elektronischem Binokular (rechts), und Messsensorik (Gravimeter (unten) und Fischaugenkamera oben)) zur Bestimmung der Peilung.

Ein Schwerpunkt der Forschungen im DFG-Projekt 3D-PoseMap bildete die Entwicklung von 3D-Messverfahren mit einer neuartigen Laufzeit-Tiefenmesskamera (Z-Kamera). Die Z-Kamera ist in der Lage, ein Echtzeit-Tiefenbild im Bereich von 1.0 - 7.5 m mit Auflösungen von (64x48) bis hin zu (176x144) Tiefenbildpunkte mit 10 - 20 Hz Taktrate zu liefern. Im Rahmen eines DFG-Verbundprojektes wurden verschiedene Aspekte der Z-Kamera untersucht. Herausforderungen waren die Kalibrierung der Kameraparameter und der nichtlinearen Z-Abbildung sowie die Verkopplung der nieder-auflösten Tiefenwerte mit hochauflösenden Farbbildkameras. Es konnten im Projekt Multikamera-Kalibrierverfahren für beliebig viele, starr gekoppelte Farb-Kameras und Z-Kameras mit höchster Genauigkeit entwickelt werden. Weiterhin konnte ein Verfahren zur Verkopplung starrer, weitwinkliger Farbkameras mit einer auf einem Schwenk-Neigekopf angebrachten Z-Kamera entwickelt werden. Der Schwenk-Neigekopf rotiert die Z-Kamera und scannt so die 3D-Tiefe des umgebenden Raumes ab, während die Farbkamera mit Fischaugenobjektiv die umgebende Farbinformation liefert. So ist es nun möglich, durch Verknüpfung beider Kameras ein 3D-Raumpanorama zu vermessen und daraus direkt ein 3D-Raummodell zu generieren. Dieses 3D-Raummodell wird für vielfältige Anwendungen benötigt. Das System wird u.A. im für 2008 bewilligten EU-Projekt 3D4YOU eingesetzt, welches sich mit der Entwicklung von 3D-Fernsehen von der Produktion bis hin zum Endnutzer befassen wird. Es wurde auch ein sehr erfolgreicher Workshop zur Z-Kamera abgehalten, der in Verbindung mit der DAGM-Konferenz 2007 in Heidelberg stattfand. Bild 2 zeigt das Aufnahmesystem, während Bild 3 ein erzeugtes

3D-Modell in Zylinderprojektion darstellt.



Abb. 2: Multikamera-Aufbau mit Stereo-Farbkamera, Fischaugenkamera, sowie Z-Kamera auf Schwenk-Neige-Einheit.

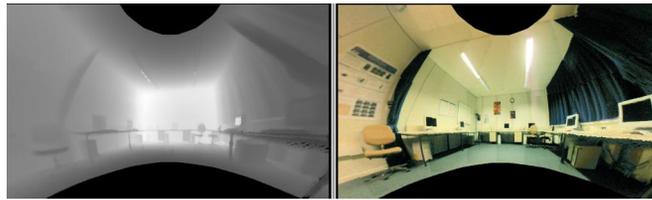


Abb. 3: Zylindrische Abwicklung des 3D-Panorama eines Raumes: Tiefenbild (links, dunkel = nah, hell = fern) und Farbbild (rechts).

 **Personal**

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. R. Koch; Sekretariat: R. Staecker (50%)

Technisches Personal: T. Storm

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

B. Bartczak	01.01.-31.12.2007	EU/DFG
MATRIS/3D Poseschätzung mittels PMD Kamera		
Dr. Christian Beder	01.01.-31.12.2007	CAU
Land		
J.-F. Evers-Senne	01.01.-31.05.2007	EU/ISH
MATRIS/AR-Fernglas		
K. Haase	01.11.-31.12.2007	ISH
AR-Fernglas		
K. Koeser	01.01.-31.12.2007	EU/DFG
MATRIS/3D Poseschätzung mittels PMD Kamera		
Arne Petersen	01.01.-31.12.2007	Industrie/ISH
F + E Augmented Reality Tracking/AR-Fernglas		
I. Schiller	01.01.-31.12.2007	EU/CAU
MATRIS/Landesstelle		
F. Woelk	01.-31.01.2007	CAU
Landesstelle		

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### *Winter 2006/2007*

Computer Graphik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Koch (+ B. Streckel, B. Bartczak)

Diplomandenseminar Multimediale Informationsverarbeitung, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Koch (+ B. Streckel)

Multimedia Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Koch (+ B. Streckel)

Seminar Visuelle Modellierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Koch (+ B. Streckel)

Fortgeschrittenenpraktikum Augmented Reality, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Koch (+ J.-F. Woelk)

### *Sommer 2007*

Seminar Visuelle Modellierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Koch

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Koch (+ Ch. Beder, I. Schiller)

Fortgeschrittenenpraktikum Augmented Reality, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Koch (+ I. Schiller)

Kompression multimedialer Daten, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Koch (+ Ch. Beder)

3D-Szenenrekonstruktion aus Bildfolgen, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Koch (+ Ch. Beder)

### *Winter 2007/2008*

Multimedia Communications, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Koch (+ Ch. Beder, A. Petersen)

Software Praktikum Informatik, 4 Std. Praktikum/Woche,  
I. Schiller (+ K. Haase)

## Drittmittel

DFG, *3D-Poseschätzung mittels PMD-Kamera*, 01.01.2006-31.12.2007 (131.289,00)

ISH, *AR-Fernglas*, 01.07.2006-31.12.2007 (100.000,00)

VW, *3D-Vermessung des Lichtraumprofils einer Fertigungsstraße*, 21.05.-31.10.2007 (33.000,00)

IBAK, *3D-Vermessung des Schachtprofils aus Fisheye Kamerasequenzen*, 01.11.2007-31.05.2008 (33.000,00)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Dr. Hunger, **Fa. IBAK**, Kiel

Dr. Didier Stricker, **IGD - FHG**, Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Michael Felsberg, **Linköping University**, Linköping, Schweden

Fabian Doil, **VW**, Wolfsburg

Gerd Büttgenbach, **Seven Cs**, Hamburg

Prof. Joachim Weickert, **Uni Saarland**, Saarbrücken

Prof. Hans-Peter Seidel, **MPI für Informatik**, Saarbrücken

Dr. Bodo Rosenhahn, **MPI für Informatik**, Saarbrücken

## ▼ Diplom- und Master-Arbeiten

- S. Esquivel, *Calibration of a Multi-camera Rig from Non-overlapping Views*, 19.12.2007
- H. Weiss, *Entwurf und Implementierung eines Algorithmus zur Bildung eines statistischen Prosodiemodells*, 21.12.2007
- M. Böttcher, *Structure from motion mit einem starrgekoppelten Kamerasystem*, 30.05.2007
- M. Gravel, *Space Carvng auf GPU*, 29.05.2007
- P. Fittkau, *Gleichzeitige Schätzung von Tiefe und Dynamik aus mehreren unterschiedlich belichteten Kameras*, 04.07.2007

## ▼ Dissertationen / Habilitationen

- D. Grest, *Marker-Free Human Motion Capture in Dynamic Cluttered Environments from a Single View Point*, 14.12.2007

## ▼ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- K. Koeser, R. Koch, *Perspectively Invariant Normal Features*, Proceedings of IEEE, Rio de Janeiro, Brazil. 14-21 Oct. 2007, (2007)
- K. Koeser, B. Bartczak, R. Koch, *Robust GPU-Assisted Camera Tracking using Free-form Surface Models*, Journal of Real-time Image Processing 2007 (2), 133 - 147 (2007)
- B. Bartczak, K. Koeser, F. Woelk, R. Koch, *Extraction of 3D Freeform Surfaces as Visual Landmarks for Real-Time Tracking*, Journal of Real-time Image Processing 2007 (2), 81 - 101 (2007)
- S. Esquivel, F. Woelk, R. Koch, *Calibration of a Multi-camera Rig from Non-overlapping Views*, Lecture Notes in Computer Science 4713 (DAGM 2007), 81 - 91 (2007)
- K. Koeser, B. Bartczak, R. Koch, *An Analysis-by-Synthesis Camera Tracking Approach based on Free-Form Surfaces Best Paper Award*, Lecture Notes in Computer Science 4713 (DAGM 2007), 122 - 131 (2007)
- Chr. Beder, R. Koch, *Calibration of focal length and 3D pose based on the reflectance and depth image of a planar object*, Dyn3D Workshop 2007, (2007)
- Chr. Beder, B. Bartczak, R. Koch, *A Combined Approach for Estimating Patchlets from PMD Depth Images and Stereo Intensity Images*, DAGM Symposium 2007, 11 - 20 (2007)
- Chr. Beder, B. Bartczak, R. Koch, *A Comparision of PMD-Cameras and Stereo-vision for the Task of Surface Reconstruction using Patchlets*, IEEE/ISPRIS Workshop BenCOS 2007, (2007)
- G. Thomas, J. Chandaria, B. Bartczak, R. Koch, K. Koeser, u. a., *Realtime Camera Tracking in the MATRIS Project*, SMPTE Motion Imaging Journal 2007 (07/08), (2007)
- A. Prusak, O. Melnychuk, I. Schiller, *Pose Estimation and Map Building with a PMD-Camera for Robot Navigation*, Int. J. on Intell. Systems and Techn. App., (2007)
- R. Koch, J.-F. Evers-Senne, I. Schiller, H. Wuest, D. Stricker, *Architecture and Tracking Algorithms for a Distributed Mobile Industrial AR System*, The 5th International Conference on Computer Vision Systems ICV07, (2007)

- B. Streckel, B. Bartczak, R. Koch, *Supporting Structure from Motion with a 3D-Range Camera*, Proceedings of SCIA 2007, (2007)
- Daniel Grest, Volker Krüger, Reinhard Koch, *Single View motion tracking by depth and silhouette information*, Proceedings Scandinavian Conference on Image Analysis SCIA, 719 - 729 (2007)

## Präsentationen

- K. Koeser, *Perspectively Invariant Normal Features*, IEEE, Rio de Janeiro, Brasilien, 14.-21.10.2007
- S. Esquivel, *Calibration of a Multi-camera Rig from Non-overlapping Views*, DAGM, Heidelberg, Deutschland, 10.-15.09.2007
- K. Koeser, *An Analysis-by-Synthesis Camera Tracking Approach based on Free-Form Surfaces*, DAGM, Heidelberg, Deutschland, 10.-15.09.2007
- Chr. Beder, *Calibration of focal length and 3D pose based on the reflectance and depth image of a planar object*, Dyn3D Workshop, Heidelberg, Deutschland, 10.-15.09.2007
- B. Bartczak, *A Combined Approach for Estimating Patchlets from PMD Depth Images and Stereo Intensity Images*, DAGM, Heidelberg, Deutschland, 10.-15.09.2007
- R. Koch, *A Comparison of PMD Cameras and Stereo-vision for the Task of Surface Reconstruction using Patchlets*, IEEE/ISPRIS, Minneapolis, USA, 19.-25.06.2007
- I. Schiller, *Architecture and Tracking Algorithms for a Distributed Mobile Industrial AR System*, ICVS, Bielefeld, Deutschland, 20.-24.03.2007
- B. Bartczak, *Supporting Structure from Motion with a 3D-Range Camera*, SCIA, Aalborg, Dänemark, 10.-14.06.2007
- R. Koch, *3D-Szenenmodellierung und Poseschätzung mit Spezialkameras*, Kolloquium Uni Magdeburg, Magdeburg, Deutschland, 28.-28.11.2007
- R. Koch, *3D-Szenenmodellierung und Poseschätzung mit Spezialkameras*, Kolloquium Uni Jena, Jena, Deutschland, 05.-06.11.2007
- R. Koch, *3d Scene modelling and reconstruction using ToF-Cameras*, Kolloquium MPII, Saarbrücken, Deutschland, 18.-18.11.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

In 2007 beendeten die Mitarbeiter Felix Woelk und Jan-Friso Evers-Senne ihre Tätigkeit am Institut, um im Mai die Firma „Vision-N GmbH“ zu gründen. Vision-N zielt auf den Markt der Augmented Reality und 3D-Rekonstruktion und wird die in der Arbeitsgruppe erzielten Forschungsergebnisse in die Praxis umsetzen. Die an der CAU entwickelte Software auf diesem Bereich wurde daher an Vision-N lizenziert. Erste gemeinsame Projekte mit der Arbeitsgruppe im Bereich 3D-Fabrikplanung für VW Wolfsburg laufen bereits erfolgreich. Dass das Konzept von Vision-N überzeugt, zeigt sich auch darin, dass die Firma im November 2007 den Gründer-Cup der KERN-Region im Bereich High-Tech gewinnen konnte.

### Interuniversitäre Gremien

- Vorsitzender des Prüfungsausschusses „Ingenieurinformatik“

### Gutachtertätigkeit

Mitglied in folgenden Programm-Komitees internationaler Tagungen und Workshops:

- BenCOS 2007: Workshop Calibration at CVPR Conference
- Dyn3D 2007: Workshop Dynamic Imaging at DAGM
- EG 2007: Eurographics Conference
- DAGM 2007: Deutschen Arbeitsgemeinschaft Mustererkennung

- VMV 2007: International Workshop on Vision, Modeling, and Visualisation
- ACCV 2007: Asian Conference Computer Vision
- Mirage 2007 Conference
- SG 2007: ACM SIGGRAPH Conference
- SCIA 2007: Scandinavian Conference Image Analysis
- CVMP 2007: Conference for Visual Media Production
- ICIP 2007: International Conference for Image Processing
- VRML 2007: Workshop large scene modeling at ICCV 2007
- PSIVT 2007 Workshop
- Mitglied des Technischen Komitees der DAGM

**Gutachter für folgende Zeitschriften:**

- Associate Editor Journal Real-time Image Processing, Springer
- IEEE Transactions for Pattern Analysis and Machine Intelligence
- IEEE-IE Transactions IE, Special Issue on Optomechatronics
- IEE - VIS Vision, Image & Signal Processing Journal
- International Journal of Image and Graphics
- LNCS Springer Series
- IEEE T-IP: Transactions for Image Processing
- IEEE T-VCG: Transactions of Visualisation and Computer Graphics
- MVA Machine Vision Applications Journal
- IEEE T-PAMI Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence
- Journal on CVIU Computer Vision and Image Understanding
- Journal PFG (Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation)
- Journal Mathematical Imaging and Vision

# Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion

Die Arbeiten des Lehrstuhls für Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion konzentrieren sich auf den Bereich des Entwurfs, der Realisierung und der Anwendung von Programmiersprachen zur zuverlässigen Programmierung komplexer Systeme. Die Untersuchungen reichen dabei von objektorientierten Entwurfsmethoden über die Analyse verteilter Systeme bis zur Implementierung und Anwendung deklarativer Programmiersprachen, insbesondere im Bereich der Internet-basierten Systeme. Im Berichtszeitraum wurden die wissenschaftlichen Arbeiten durch die DFG und den DAAD unterstützt. Die nationalen und internationalen Kontakte zur Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster, zur Technischen Universität Valencia (Spanien), zur Portland State University (USA) und zur University of Kent (England) führten zu erfolgreichen gemeinsamen Forschungsarbeiten.

## Ergebnisse

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Forschungsarbeiten im Berichtsjahr betraf Werkzeuge zur Entwicklung zuverlässiger deklarativer Programme. Es wurden mehrere Werkzeuge und Techniken zum Aufspüren von Fehlern in deklarativen Programmen entworfen und umgesetzt. Weil deklarative Programmiersprachen stärker als herkömmliche Sprachen von konkreten Rechnerarchitekturen abstrahieren, bieten sie ein höheres Programmierniveau. Insbesondere liegt ihnen ein anderes Ausführungsmodell zugrunde, welches sich wegen der Optimierung der Ausführungsreihenfolge nicht am sequentiellen Programmtext orientiert. In vielen Fällen führt dies zu einer effizienteren Programmentwicklung. Falls jedoch Programmierfehler auftreten, sind herkömmliche Debugging-Methoden durch Verfolgung des konkreten Berechnungsablaufs unzureichend. Aus diesem Grund wurde eine neue Methode zum **deklarativen Debugging** entwickelt, die darauf basiert, zur Laufzeit Informationen über den Berechnungsverlauf aufzuzeichnen, um damit die Visualisierung des Berechnungsverlaufes in einer für den Programmierer verständlichen Form zu unterstützen. Um die Größe der aufgezeichneten Informationen klein zu halten, wird nicht der gesamte Berechnungsverlauf gespeichert, sondern nur eine Liste von Berechnungsschrittzahlen, um hiermit einen Debugger in einer für den Benutzer verständlichen Auswertungsreihenfolge dynamisch zu steuern.

**Zusicherungen** (Assertions) sind eine weitere Alternative, um Fehler in Programmen zu finden. Zusicherungen sind Eigenschaften, die an bestimmten Programmstellen immer erfüllt sein sollen, andernfalls ist das Programm fehlerhaft, was entsprechend angezeigt werden soll. Somit sollen Zusicherungen bei der Programmausführung überprüft werden, allerdings soll sich dabei die ursprüngliche Ausführungsreihenfolge nicht ändern. Dies ist gerade bei nicht-strikten Sprachen mit einer flexiblen Abarbeitungsstrategie ein nicht-triviales Problem. Aus diesem Grund wurde in Zusammenarbeit mit der University of Kent (England) eine spezielle Logik mit nicht-strikten Zusicherungen entwickelt.

Das **Testen** von Programmen ist eine wichtige Methode zur Qualitätssicherung in der Softwareerstellung. Dieser Bereich wurde für deklarative Programmiersprachen bisher wenig systematisch erforscht. In Zusammenarbeit mit der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster haben wir nun neue Methoden zur Generierung von Testdaten für logisch-funktionale Programme entwickelt. Hierbei wurde ganz wesentlich die Möglichkeit ausgenutzt, dass in logisch-funktionalen Sprachen Funktionen auch mit unbekanntem Argumentwerten aufrufen kann, für welche dann passende Werte generiert werden. Auf diese Weise können die Funktionen selbst ihre eigenen Testdaten erzeugen, wobei für einen systematischen Einsatz geeignete Terminierungs- und Quelltextüberdeckungskriterien entwickelt worden sind.

Im Bereich der **theoretischen Grundlagen** deklarativer Sprachen wurden neue Modelle zur Einkapselung nichtdeterministischer Suche zum Teil in Zusammenarbeit mit der Portland State University (Oregon, USA) entwickelt. Außerdem wurde in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Rechnergestützte Programmentwicklung“ eine neue denotationelle Semantik deklarativer Programme entwickelt, die auf relationen-algebraischen Begriffen basiert.

Weitere Arbeiten erfolgten im Bereich der praktischen Anwendungen deklarativer Programmierkonzepte. Zur Unterstützung von **Datenbankzugriffen** auf einem hohen Programmierniveau wurde eine Methode zur typischeren Übersetzung

von Entity-Relationship-Diagrammen in deklarative Programme entwickelt, die Konsistenzprüfungen und Transaktionen unterstützt. Im Bereich der **Web-Programmierung** wurde ein Konzept weiterentwickelt, welches die effiziente Erstellung Web-basierter Benutzerschnittstellen ermöglicht. Durch die Ausnutzung Browser-seitiger Programmierung mittels JavaScript ist nun eine verbesserte Interaktivität ohne weiteren Aufwand für den Programmierer gegeben.

Im Bereich der **Öffentlichkeitsarbeit** beteiligte sich der Lehrstuhl an der Durchführung des Girls' Day am 26. April 2007. An diesem Tag wurde mit den Schülerinnen ein kleiner Programmierkurs durchgeführt, bei dem einfache grundlegende Programmier Techniken am Beispiel der Programmierung des Marienkäfers Kara erlernt wurden. Dieses Beispiel wurde auch als Einführung in die Programmierung im Rahmen des Schnupperstudiums Informatik für Schülerinnen verwendet, das inhaltlich von Dr. Frank Huch ausgestaltet wurde. Hierbei erhielten die Schülerinnen auch eine Einführung in die verteilte Programmierung mit der Sprache Erlang und implementierten als Abschlussprojekt einen verteilten Chat. In ähnlicher Form wurde dieses Schnupperstudium auch in einem größeren Rahmen für Schülerinnen und Schüler im April 2007 angeboten. Die dabei gewonnen Erfahrungen mit der Benutzung der Sprache Erlang für Programmieranfänger wurden international auf dem ACM SIGPLAN Erlang Workshop 2007 vorgestellt.

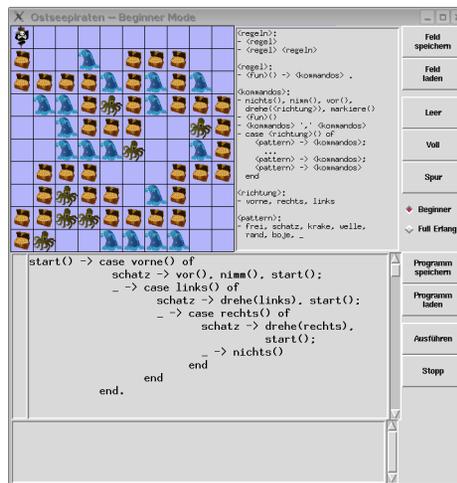


Abb. 1: Spielerisch programmieren lernen mit den Ostseepiraten, Schnupperstudium Informatik für Schülerinnen und Schüler, April 2007

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Michael Hanus; Sekretariat: Ulrike Pollakowski-Geuther  
Technisches Personal: Dipl.-Ing. Thomas Heß (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr.phil. Bernd Braßel	01.01.-31.12.2007	DFG
Systematische Fehlersuche in deklarativen Programmen		
Dipl.-Inf. Sebastian Fischer	01.01.-31.12.2007	CAU
Priv.-Doz. Dr. Frank Huch	01.01.-31.12.2007	CAU
Dr. Friedemann Simon	01.01.-31.12.2007	CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2006/2007



Abb. 2: Teilnehmerinnen am Schnupperstudium Informatik

BA5 - Funktionale Programmierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Frank Huch (+ Sebastian Fischer)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus

Objektorientierte Programmierung, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Friedemann Simon

Programmierwerkzeuge, 2 Std. Praktikum/Woche,  
Michael Hanus

WI - Prinzipien von Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Michael Hanus (+ Sebastian Fischer)

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus (+ Rudolf Berghammer)

*Sommer 2007*

A5.3 - Verteilte Echtzeit-Programmierung, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Frank Huch (+ Sebastian Fischer, Jan Christiansen)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,

Michael Hanus

Funktionale Programmiertechniken, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus

MS0303 - Deklarative Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Michael Hanus (+ Sebastian Fischer)

Systematisches Programmieren, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Friedemann Simon

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus (+ Rudolf Berghammer)

*Winter 2007/2008*

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus

G1.1 Informatik I - Programmierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Michael Hanus (+ Sebastian Fischer, Rudolf Berghammer, Sven Buchholz)

G1.3 - Programmierpraktikum P1, 3 Std. Praktikum/Woche,  
Frank Huch (+ Jan Christiansen)

MS0306 - Nebenläufige und verteilte Programmierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Frank Huch (+ Michael Hanus)

MS0308 - Programmiertechniken für die Künstliche Intelligenz, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Friedemann Simon

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
Michael Hanus (+ Rudolf Berghammer)

## **Drittmittel**

DFG, *Systematische Fehlersuche in deklarativen Programmen*, 01.01.2005-31.03.2007 (135.111 EUR)

DFG, *Systematische Fehlersuche in deklarativen Programmen*, 01.04.-31.12.2007 (50.000 EUR)

DAAD, *Implementation of Instrumented Semantics for Declarative Multi-Paradigm Languages*, 01.01.2007-31.12.2008  
(9954 EUR)

## **Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen**

Während des Berichtszeitraumes erfolgten Kooperationen mit:

University of Kent (Olaf Chitil)

Technische Universität Valencia (German Vidal)

Technische Universität Madrid (Julio Marino)

Universidad Complutense de Madrid (Francisco J. Lopez-Fraguas, Juan Rodríguez Hortalá)

Portland State University (Sergio Antoy)

Westfälische Wilhelms-Universität Münster (Herbert Kuchen)

## ▀ Diplom- und Master-Arbeiten

- Alexander Graf, *Besondere technische und betriebswirtschaftliche Herausforderungen durch den elektronischen Handel*, 17.04.2007
- Jan Freytag, *Zur Bedeutung von IT-Governance in der Unternehmensführung - IT auf dem Weg in die Normalität?*, 25.09.2007
- Christoph Stoike, *Konfiguration von Java-Applikationen durch Abhängigkeitsanalyse*, 07.11.2007
- Daniel Miesling, *Konzeption eines wissensbasierten Tools zur automatischen Anordnung von Bildschirmkomponenten*, 03.12.2007
- Nina Wenner, *Informatische Bildung - Diskrepanz zwischen schulischer Realität und wirtschaftlichem Bedarf*, 03.12.2007

## ▀ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- Sebastian Fischer, Herbert Kuchen, *Glass-Box Testing of Functional Logic Programs*, Proc. 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, 1 - 8 (2007)
- Bernd Braßel, Sebastian Fischer, Frank Huch, *Declaring Numbers*, Proc. 16th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming, 17 - 30 (2007)
- Sebastian Fischer, Herbert Kuchen, *Systematic generation of glass-box test cases for functional logic programs*, Proceedings of the 9th ACM SIGPLAN International Symposium on Principles and Practice of Declarative Programming (ACM Press), 63 - 74 (2007)
- Sebastian Fischer, Josep Silva, S. Tamarit, German Vidal, *Preserving Sharing in the Partial Evaluation of Lazy Functional Programs*, Logic-based Program Synthesis and Transformation (Springer LNCS 4915), 74 - 89 (2007)
- Sebastian Fischer, Frank Huch, *Generic Programming Combinators*, Proceedings of the 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, IFL 2007, 318 - 333 (2007)
- Sebastian Fischer, Frank Huch, *Efficient, Modular Tries*, Proceedings of the 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, IFL 2007, 258 - 267 (2007)
- Bernd Braßel, Sebastian Fischer, Michael Hanus, Frank Huch, German Vidal, *Lazy Call-By-Value Evaluation*, Proceedings of the 12th ACM SIGPLAN International Conference on Functional Programming (ICFP'07), 265 - 276 (2007)
- Michael Hanus, *Reporting Failures in Functional Logic Programs*, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, **177**, 59 - 73 (2007)
- Michael Hanus, *Putting Declarative Programming into the Web: Translating Curry to JavaScript*, Proc. of the 9th International ACM SIGPLAN Conference on Principles and Practice of Declarative Programming, PPDP 2007 (ACM Press), 155 - 166 (2007)
- Michael Hanus, *Multi-Paradigm Declarative Languages*, Proc. of the 23rd International Conference on Logic Programming, ICLP 2007, **Springer LNCS 4670**, 45 - 75 (2007)
- Michael Hanus, *Putting Declarative Programming into the Web: Translating Curry to JavaScript (Extended Abstract)*, Proc. 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, 9 - 18 (2007)
- Bernd Braßel, Michael Hanus, Marion Müller, *Compiling ER Specifications into Declarative Programs*, Proc. of the 17th Workshop on Logic-based Methods in Programming Environments, WLPE'07, 31 - 46 (2007)
- Bernd Braßel, Michael Hanus, Marion Müller, *Compiling Entity-Relationship Diagrams into Declarative Programs*, Proc. 17th International Conference on Applications of Declarative Programming and Knowledge Management, INAP 2007, 101 - 112 (2007)
- Michael Hanus, *Practical Aspects of Declarative Languages - Proceedings of the 9th International Symposium, PADL 2007*, Springer Lecture Notes in Computer Science, **4354**, (2007)
- Bernd Braßel, Michael Hanus, *Proc. 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte*,

Bericht Nr. 0707, Institut für Informatik, CAU Kiel, (2007)

Michael Hanus, *A Generic Analysis Environment for Curry Programs*, CoRR, [abs/cs/0701147](#), (2007)

Bernd Braßel, Sebastian Fischer, Frank Huch, *A Program Transformation for Tracing Functional Logic Computations*, Proceedings of the Logic-Based Program Synthesis and Transformation, 16th International Symposium, LOPSTR 2006, **Springer LNCS 4407**, 160 - 176 (2007)

Frank Huch, Parissa H. Sadeghi, *The Interactive Curry Observation Debugger iCODE*, Electr. Notes Theor. Comput. Sci., **177**, 107 - 122 (2007)

Olaf Chitil, Frank Huch, *Monadic, Lazy Assertions in Haskell*, Proceedings des 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, 94 - 103 (2007)

Frank Huch, *Learning Programming with Erlang*, Tagungsband des 14. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, 93 - 98 (2007)

Bernd Braßel, Frank Huch, *The Kiel Curry System KiCS*, Proceedings of the 21st Workshop on (Constraint) Logic Programming, WLP 2007, 215 - 223 (2007)

Frank Huch, *Learning programming with Erlang*, Erlang '07: Proceedings of the 2007 SIGPLAN Workshop on Erlang (ACM Press), 93 - 99 (2007)

Bernd Braßel, Frank Huch, *On a Tighter Integration of Functional and Logic Programming*, Proceedings of the 5th Asian Symposium on Programming Languages and Systems, APLAS 2007, **Springer LNCS 4807**, 122 - 138 (2007)

Olaf Chitil, Frank Huch, *Monadic, Prompt Lazy Assertions in Haskell*, Proceedings of the 5th Asian Symposium on Programming Languages and Systems, APLAS 2007, **Springer LNCS 4807**, 38 - 53 (2007)

Bernd Braßel, Jan Christiansen, *Towards A New Denotational Semantics For Curry and The Algebra of Curry*, Proc. 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, 104 - 119 (2007)

Sergio Antoy, Bernd Braßel, *Computing with Subspaces*, Proceedings of the 9th ACM SIGPLAN International Symposium on Principles and Practice of Declarative Programming (ACM Press), 121 - 130 (2007)

Bernd Braßel, Holger Siegel, *Debugging Lazy Functional Programs by Asking the Oracle*, Preproceedings of the 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, 400 - 415 (2007)

Bernd Braßel, Frank Huch, *The Kiel Curry System KiCS*, Tagungsband 14. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, 18 - 24 (2007)

Bernd Braßel, Jan Christiansen, *Denotation by Transformation - Towards Obtaining a Denotational Semantics by Transformation to Point-free Style*, Preproceedings of the 17th International Symposium on Logic-Based Program Synthesis and Transformation, 136 - 144 (2007)

## Präsentationen

Sebastian Fischer, *Systematisches Testen Logisch-Funktionaler Programme*, 24. GI-Workshop Programmiersprachen und Rechenkonzepte, Bad Honnef, 03.05.2007

Sebastian Fischer, *Declaring Numbers*, 16th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming, Paris, Frankreich, 25.06.2007

Sebastian Fischer, *Systematic Generation of Glass-Box Test Cases for Functional Logic Programs*, 9th International ACM SIGPLAN Symposium on Principles and Practice of Declarative Programming, Breslau, Polen, 15.07.2007

Sebastian Fischer, *Generic Programming Combinators*, 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, Freiburg, 28.09.2007

Michael Hanus, *Declarative Construction of Web User Interfaces*, Kolloquium, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 22.03.2007

Michael Hanus, *Putting Declarative Programming into the Web: Translating Curry to JavaScript*, 24. GI-Workshop Programmiersprachen und Rechenkonzepte, Bad Honnef, 03.05.2007

Michael Hanus, *Putting Declarative Programming into the Web: Translating Curry to JavaScript*, 9th International ACM SIGPLAN Conference on Principles and Practice of Declarative Programming (PPDP 2007), Breslau, Polen,

15.07.2007

Michael Hanus, *Multi-Paradigm Declarative Languages*, 23rd International Conference on Logic Programming, Porto, Portugal, 11.09.2007

Michael Hanus, *Compiling ER Specifications into Declarative Programs*, 17th Workshop on Logic-based Methods in Programming Environments (WLPE'07), Porto, Portugal, 12.09.2007

Michael Hanus, *Compiling Entity-Relationship Diagrams into Declarative Programs*, 17th International Conference on Applications of Declarative Programming and Knowledge Management (INAP 2007) and 21st Workshop on (Constraint) Logic Programming (WLP 2007), Würzburg, 04.10.2007

Michael Hanus, *Declarative Construction of Web User Interfaces*, Kolloquium, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spanien, 07.10.2007

Frank Huch, *Monadic, Lazy Assertions in Haskell*, 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, Bad Honnef, 03.05.2007

Frank Huch, *Efficient, Modular Tries*, 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, Freiburg, 28.09.2007

Frank Huch, *Learning Programming with Erlang*, Sixth ACM SIGPLAN Erlang Workshop, Freiburg, 05.10.2007

Frank Huch, *Learning Programming with Erlang*, 14. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Timmendorfer Strand, 10.10.2007

Bernd Braßel, *Towards A New Denotational Semantics For Curry - A Pointless Presentation*, 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, Bad Honnef, 02.05.2007

Bernd Braßel, *Computing with Subspaces*, 9th International ACM SIGPLAN Conference on Principles and Practice of Declarative Programming, Breslau, Polen, 14.07.2007

Bernd Braßel, *Debugging Lazy Functional Programs by Asking the Oracle*, 19th International Symposium on Implementation and Application of Functional Languages, Freiburg, 29.09.2007

Bernd Braßel, *Lazy Call-By-Value Evaluation*, 12th ACM SIGPLAN International Conference on Functional Programming (ICFP'07), Freiburg, 03.10.2007

Bernd Braßel, *The Kiel Curry System KiCS*, 21st Workshop on (Constraint) Logic Programming, Würzburg, 06.10.2007

Bernd Braßel, *The Kiel Curry System KiCS*, 14. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, 12.10.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

B. Braßel: Forschungsaufenthalt zum Thema „Oracle Production and Encapsulation for Declarative Programs“ bei Prof. Sergio Antoy, Portland State University, Oregon, USA (26.02. - 16.03.2007)

S. Fischer: Forschungsaufenthalt zum Thema „Preserving Sharing in the Partial Evaluation of Lazy Functional Programs“ bei Prof. Germán Vidal, Universidad Politécnica de Valencia (13.-23.3.2007)

S. Fischer: Forschungsaufenthalt zum Thema „Dataflow Testing of Declarative Programs“ bei Prof. Herbert Kuchen, Westfälische Wilhelms-Universität Münster (23.7.-3.8.2007)

S. Fischer: Forschungsaufenthalt zum Thema „Representing Traces of Declarative Programs“ bei Prof. Sergio Antoy, Portland State University, Oregon, USA (8.-19.10.2007)

M. Hanus: Vorsitzender des Programmkomitees der 9th International Symposium on Practical Applications of Declarative Languages, Nizza, Januar 2007

M. Hanus: Organisation des 24. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, Bad Honnef, Mai 2007

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von WFLP 2007 (15th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming), Paris, Juni 2007

- M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von LOPSTR 2007 (17th International Symposium on Logic-based Program Synthesis and Transformation), Lyngby (Dänemark), August 2007
- M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von ICSOFT 2007 (2nd International Conference on Software and Data Technologies), Barcelona (Spanien), 2007
- M. Hanus: Eingeladener Vortrag (Tutorial) zur International Conference on Logic Programming, Porto (Portugal), September 2007
- M. Hanus: Vorsitzender des Programmkomitees des 21st Workshop on Logic Programming, Würzburg, Oktober 2007
- M. Hanus: Vorsitzender des Programmkomitees von LOPSTR 2008 (18th International Symposium on Logic-based Program Synthesis and Transformation), Valencia, 2008
- M. Hanus: Mitglied im Editorial Board des Journal of Functional and Logic Programming
- M. Hanus: Sprecher der Fachgruppe „Programmiersprachen und Rechenkonzepte“ der Gesellschaft für Informatik e.V.
- M. Hanus: Vorstandsmitglied und stellvertretender Sprecher der GLP (Gesellschaft für Logische Programmierung)
- M. Hanus: Mitglied im Fachbeirat der GLP (Gesellschaft für Logische Programmierung)
- M. Hanus: Mitglied in der DAAD-Auswahlkommission zur projektbezogenen Förderung des Wissenschaftlernaustausches mit Spanien und Portugal
- M. Hanus: Begutachtung von Projektanträgen für die Deutsche Forschungsgemeinschaft
- M. Hanus: Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Berufsakademie an der Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein
- M. Hanus: Gutachter und Prüfer im Dissertationsverfahren von Josep F. Silva Galiana (Thema: „Debugging Techniques for Declarative Languages: Profiling, Program Slicing, and Algorithmic Debugging“), Univ. Politécnica de Valencia, 2007
- M. Hanus: Forschungsaufenthalt an der Universidad Complutense de Madrid, März 2007
- M. Hanus: Vorträge im Rahmen der Lehrerfortbildung des IQSH
- M. Hanus: Vorsitzender des Prüfungsschusses Informatik der CAU Kiel
- M. Hanus: Mitglied im Konvent der Technischen Fakultät der CAU Kiel
- M. Hanus: Mitglied mit beratender Stimme, Gemeinsamer Ausschuss für Lehrerbildung der CAU Kiel
- M. Hanus: Stellvertretendes Mitglied im Zentralen Studienausschuss der CAU Kiel
- M. Hanus: Stellvertretendes Mitglied im Zentralen Frauenausschuss der CAU Kiel
- F. Huch: Mitglied im Steering Committee der Symposia on Implementation and Application of Functional Languages (IFL)
- F. Huch: Miniprogrammierkurs mit der Marienkäferdame Kara, Girls' Day der TF, 26.4.2007
- F. Huch: Stellvertretender Sprecher der Fachgruppe „Programmiersprachen und Rechenkonzepte“ der Gesellschaft für Informatik e.V.
- F. Huch (mit Th. Wilke): Organisation (zusammen mit Thomas Wilke) des Schnupperstudiums Informatik für Schülerinnen und Schüler, 2. - 5. April 2007, Kiel, 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Hierbei Durchführung eines Kurses zur Einführung in die Programmierung: Steuerung eines Piratenschiffs mit Hilfe der Programmiersprache Erlang, Abschlussprojekt: Entwicklung und Implementierung eines verteilten Chats.
- F. Huch (mit Th. Wilke): Organisation des Schnupperstudiums Informatik für Schülerinnen, 22. - 26. Oktober 2007, Kiel, 22 Teilnehmerinnen. Hierbei Durchführung eines Kurses zur Einführung in die Programmierung: Steuerung des

Marienkäfers Kara mit Hilfe der Programmiersprache Erlang, Abschlussprojekt: Entwicklung und Implementierung eines verteilten Chats.

F. Simon: Vorträge im Rahmen der Lehrerfortbildung des IQSH

F. Simon: Referent auf Berufsinformationsseminaren für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe

# almanach 07

# Rechnergestützte Programmentwicklung

Die Forschung der Arbeitsgruppe konzentrierte sich im Berichtszeitraum insbesondere auf die Grundlagen von Programmiersprachen und formale Methoden der Programmierung, deklarative Programmiersprachen, die algebraische Behandlung von Relationen und Anwendungen von relationalen Methoden in Informatik und Mathematik. Insbesondere bei den relationalen Methoden war ein Hauptaugenmerk die Unterstützung durch den Rechner, denn hier besitzt die Arbeitsgruppe mit dem seit dem Jahr 1994 selbst entwickelten OBDD-basierten System RelView eines der ausgereiftesten und effizientesten Werkzeuge für dieses Gebiet. Die Arbeiten zur deklarativen Programmierung erfolgten in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl „Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion“.

## Ergebnisse

Eine Reihe von Fallstudien befasste sich im Berichtszeitraum mit der Kombination von klassischen Programmentwicklungstechniken, Logik, relationalen Methoden und RelView zur Lösung von Problemen auf Ordnungen und Verbänden. Beispiele hierzu sind die Berechnung von Vervollständigungen durch Schnitte und Ordnungsideale, von Untergruppen- und Normalteilerverbänden, von Hüllenverbänden und von allen linearen Erweiterungen einer Ordnung. Letzteres ist, wie auch die Berechnung der Ordnungsideale und ihrer maximalen Elemente, insbesondere bei der Modellierung von verteilten Systemen mittels der Happened-before-Ordnung von Bedeutung. Auch Algorithmen zur Visualisierung von spezieller Ordnungstypen (z.B. von schwachen Ordnungen, Semiordnungen und Intervallordnungen) und deren Intervalldarstellungen mittels RelView wurden entwickelt. Solche Visualisierungen sind beispielsweise bei der Modellierung von Präferenzen und in der mathematischen Psychologie beim Messen und Testen vorteilhaft.

Im Rahmen eines internationalen Projekts mit Forschern aus den Niederlanden, Frankreich und Schweden wurden relationale Methoden und RelView auch zur Lösung von Problemen eingesetzt, wie sie typischerweise bei der Bildung von Koalitionen und Allianzen auftreten. Besonders interessant sind hier die Fälle mit keiner stabilen Allianz bzw. mit mehreren stabilen Allianzen. Eine befriedigende Lösung wurde hier erst durch die Kombination von Relationenalgebra mit graphentheoretischen Konzepten (initiale starke Zusammenhangskomponenten, Feedback-Knotenmengen) und der neuen „Majority ranking“ Regel der Entscheidungstheorie erreicht.

In Zusammenarbeit mit Herrn Felix Meyer vom Referat DV-Organisation wurden konkrete Stundenplanprobleme bearbeitet, die im Zusammenhang mit der Einführung des Bachelor/Master-Systems an der Universität Kiel auftraten. Im Fall von Studiengängen, bei denen traditionell 2 Fächer studiert werden, ergab sich das Problem, dass zwischen den einzelnen Fächern zeitliche Überschneidungen auftraten, die es erschwerten, eine Voraussage über die Studiendauer zu treffen. Das Ziel war also, die Fächer auf verschiedene Zeitschienen zu verteilen, so dass bestimmte wichtige Kombinationen überschneidungsfrei studiert werden können. Dieses Problem konnte mit relationalen Methoden formalisiert und mithilfe des RelView-Systems exakt gelöst werden.

Des Weiteren wurde in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl „Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion“ eine relationen-algebraische Semantik für logisch-funktionale Programmiersprachen entwickelt. Diese denotationale Semantik ermöglicht es, von den Argumenten einer Funktion zu abstrahieren und semantikerhaltende Transformationsregeln anzugeben, die Sharing erhalten. Dies schafft eine perfekte Grundlage für Anwendungen wie Partielle Auswertung. Außerdem bietet die Relationen Algebra eine semantische Grundlage zur Formalisierung von Techniken zur Programm Inversion. Insbesondere die Inversion von Funktionen in call-by-name Sprachen und ihre Integration in logisch-funktionale Sprachen bietet viele Möglichkeiten für weitere Forschungsvorhaben.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Rudolf Berghammer; Sekretariat: Ulrike Pollakowski-Geuther

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. Jan Christiansen

01.01.-31.12.2007

Untersuchungen zur relationalen Semantik von deklarativen Programmiersprachen

Dr. Martin Halfpap

01.01.-31.12.2007

CAU

Didaktik der Informatik und Lehrerfortbildung

Dipl.-Math. Britta Kehden

01.01.-31.12.2007

CAU

Eigenschaften von Vektorprädikaten und ihre Verwendung bei der Entwicklung von Algorithmen mittels relationaler Methoden

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Winter 2006/2007

Informatik I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden, Thomas Wilke)

Programmierpraktikum zu Informatik I, 3 Std. Praktikum/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Jan Christiansen)

Didaktik der Informatik III, 2 (+ 2) Std. Seminar (+ Übungen)/Woche,  
Martin Halfpap

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Arbeitsgemeinschaft/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Michael Hanus)

### Sommer 2007

Ordnungen und Verbände, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden)

Semantik von Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Jan Christiansen)

Didaktik der Informatik I, 2 (+ 2) Std. Seminar (+ Übungen)/Woche,  
Martin Halfpap

Verteilte Echtzeit-Programmierung, 4 Std. Übung/Woche,  
Jan Christiansen (+ Frank Huch, Sebastian Fischer)

Begleitveranstaltung für Studierende im ersten Fachsemester, 2 Std. Übung/Woche,  
Britta Kehden

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Arbeitsgemeinschaft/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Michael Hanus)

### Winter 2007/2008

Relationale Methoden in der Informatik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden)

Didaktik der Informatik II, 2 (+ 2) Std. Seminar (+ Übungen)/Woche,  
Martin Halfpap

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Arbeitsgemeinschaft/Woche,  
Rudolf Berghammer (+ Michael Hanus)

## ■ Drittmittel

DAAD, *wissenschaftliche Reise*, 17.-18.04.2007 (342,-)

HSH Nordbank, *Unterstützung einer wissenschaftlichen Tagung*, 01.01.-31.12.2007 (500,-)

Ariva.de, *Unterstützung einer wissenschaftlichen Tagung*, 01.01.-31.12.2007 (500,-)

## ■ Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

- Projekt „Teachware“ (Erstellung von Software zur Unterstützung der Lehre): W. Dosch (Lübeck).
- Formale Programmentwicklung durch Transformationen: W. Dosch (Lübeck), B. Möller (Augsburg) und G. Schmidt (München).
- Anwendungen von relationalen Methoden in der Informatik: A. Fronk (Dortmund), B. Möller (Augsburg), G. Schmidt (München), R.A. Schmidt (Manchester, UK) und G. Struth (Sheffield, UK).
- Relationale Methoden in der Entscheidungstheorie: A. Rusinowska (Lyon, Frankreich, und Warschau, Polen) und H. de Swart (Tilburg, Niederlande).
- Evolutionäre und approximative Algorithmen, Binäre Entscheidungsdiagramme: F. Neumann (Saarbrücken).

Gäste der Arbeitsgruppe im Berichtszeitraum waren

G. Struth (Sheffield, UK, 12.2. - 16.2. 2007),

F. Neumann (Saarbrücken, 22.5. - 25.5. 2007),

G. Schmidt (München 11.6. - 15.6. 2007).

## ■ Diplom- und Master-Arbeiten

Tobias Pugatschov, *Einsatz von Automaten zur Softwaresteuerung*, 11.06.2007

## ■ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

Rudolf Berghammer, Agnieszka Rusinowska, Harry de Swart, *Applying relational algebra and RELVIEW to coalition formation*, European Journal of Operational Research, **178**, 530 - 542 (2007)

Rudolf Berghammer, Sebastian Fischer, *Implementing relational specifications in a constraint functional logic language*, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, **177**, 169 - 183 (2007)

Rudolf Berghammer, Gunther Schmidt, *Algebraic visualization of relations using RelView*, In: V.G. Ganzha, E.W. Mayr, E.V. Vorozhtsov (Eds.): Computer Algebra in Scientific Computing, LNCS 4770, Springer, 58 - 72 (2007)

## ■ Präsentationen

Rudolf Berghammer, *Die Akkreditierung von Studiengängen, Erfahrungsbericht - Aufwand, Kosten, Nutzen*, DAAD Informationsseminar, Bonn, 18.-18.04.2007

Rudolf Berghammer, *Wiederverwendbarkeit am Beispiel des algebraischen Wegeproblems - SML und Haskell im Vergleich*, 24. Workshop der GI-Fachgruppe, Bad Honnef, 02.-04.05.2007

Jan Christiansen, *The algebra of Curry*, 24. Workshop der GI-Fachgruppe, Bad Honnef, 02.-04.05.2007

Bernd Braßel, Jan Christiansen, *Denotation by transformation - Towards obtaining a denotational semantics by transformation to point-free style*, 17th International Symposium on Logic-based Program Synthesis and Transformation (LOPSTR 2007), Lyngby, Dänemark, 23.-24.08.2007

Rudolf Berghammer, Britta Kehden, *Relation-algebraic construction of university timetables*, Operations Research 2007, Saarbrücken, 05.-07.09.2007

Rudolf Berghammer, Gunther Schmidt, *Algebraic visualization of relations using RelView*, 10th International Workshop on Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2007), Bonn, 16.-20.09.2007

Jan Christiansen, *Lightweight testing of Curry programs*, 14. Kolloquium, Timmendorfer Strand, 10.-12.10.2007

Rudolf Berghammer, Agnieszka Rusinowska, Harry de Swart, *Social software for coalition formation*, Workshop on Computational Issues in Social Choice, Dagstuhl, 22.-26.10.2007

Rudolf Berghammer, *On the use of relation algebra and RelView in algorithm development*, Workshop on Algorithms, Kiel, 29.11.-01.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

R. Berghammer und B. Kehden waren im Jahr 2007 Gutachter für wissenschaftliche Publikationen.

R. Berghammer ist Mitglied der internationalen Initiative ReMiCS (Relational Methods in Computer Science). Derzeit ist er Chairman im Steering Committee der Konferenzreihe „Relational Methods in Computer Science and Applications of Kleene Algebra“ und auch einer der Herausgeber der elektronischen Zeitschrift „Journal on Relational Methods in Computer Science“. Er ist Mitorganisator und Mitglied im Programmkomitee der 10. Internationalen Konferenz „Relational Methods in Computer Science“ und des 5. Internationalen Workshops „Applications of Kleene Algebra“, welche im April 2008 auf der Insel Frauenchiemsee stattfinden werden.

R. Berghammer ist an der Initiative „Softwarevisualisierung“ beteiligt. Diese Initiative versucht, die Bemühungen von deutschen Wissenschaftlern bei der Visualisierung von Software und der Animation von Algorithmen zu koordinieren. Einzelheiten findet man im World Wide Web unter der Adresse <http://www.softwarevisualisierung.de>.

R. Berghammer war bis Oktober 2007 Mitglied und stellvertretender Vorsitzender im Aufsichtsrat der Kieler Firma Ariva.de, einer Gründung von ehemaligen und derzeitigen Kieler Informatikstudenten.

R. Berghammer ist derzeit geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Instituts für Informatik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

## Scientific Computing

In der letzten Zeit beschäftigt sich die Arbeitsgruppe intensiv mit Problemen der Quantenchemie. Im Vordergrund stehen numerische Methoden zur Berechnung der elektronischen Struktur mit Dichtefunktionalmethoden und numerische Methoden zur Approximation der Wellenfunktion der elektronischen Schrödingergleichung

### Personal

Leiter/-innen: Dr. habil. S. Börm, Prof. Dr. R. Schneider; Sekretariat: Ä. Straßner

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Math. J. Blauert	01.01.-30.09.2007	(50%)	CAU
Dipl.-Math. J. Blauert SCHN 530/4-2	01.01.-14.07.2007		DFG
Dipl.-Math J. Burmeister	01.01.-31.12.2007		CAU
Dr. H.-J. Flad SCHN 530/5-2	01.01.-31.12.2007		DFG
Prof. Dr. H. Harbrecht Professurvertretung an der Universität Bonn	01.01.-28.03.2007		CAU
Dipl.-Math. F. Krüger BIGDFT	01.01.-30.09.2007	(50%)	EU
Dr. R. Lindloh	01.01.-30.04.2007	(50%)	CAU
Dipl.-Math. J. Piwonski BIGDFT	01.01.-30.11.2007	(50%)	EU
Dr. M. Randrianarivony	01.03.-30.04.2007	(50%)	CAU
Dipl.-Math. T. Rohwedder	01.01.-31.12.2007	(50%)	CAU
Dipl.-Math. T. Rohwedder SCHN/530/4-2	01.01.-14.07.2007		DFG

### Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Numerische Behandlung von Eigenwertaufgaben, 4 Std. Praktikum/Woche,  
R. Schneider (+ J. Burmeister)

Numerische Mathematik für Ingenieure, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
B. Faermann (+ J. Blauert)

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Schneider (+ J. Blauert)

Seminar Numerische Methoden der Optimierung, 2 Std. Seminar/Woche,  
H. Harbrecht (+ H.-J. Flad)

*Sommer 2007*

10  
faermann

Iterative Lösung großer Gleichungssysteme I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Schneider

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Schneider (+ M. Braack)

Praktische Analysis, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Schneider (+ T. Rohwedder)

Seminar Numerische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
R. Schneider (+ M. Braack)

*Winter 2007/2008*

Einführung in die Programmierung I, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
J. Burmeister (+ S. Börm)

Iterative Lösung großer Gleichungssysteme II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
S. Börm

Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen, 4 Std. Praktikum/Woche,  
S. Börm (+ T. Rohwedder)

Numerische Mathematik für Ingenieure, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
S. Börm (+ T. Rohwedder)

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
S. Börm (+ M. Braack)

Seminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,  
S. Börm (+ M. Braack)

## Drittmittel

Europäische Kommission, *BIGDFT FP6-2003-NEST-A*, 04.10.2004-14.01.2008 (164000 EUR)

Land Schleswig-Holstein, *Innovationsfonds*, 01.10.2005-30.09.2008 (130000 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *SCHN 530/4-2*, 01.06.2006-31.10.2007 (32452 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *SCHN 530/5-2*, 01.02.2006-31.12.2007 (117000 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *HA 5111/1-1*, 01.06.2006-31.05.2009 (9000 EUR)

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

S. Börm, *Data-sparse approximation of non-local operators by  $H^2$ -matrices*, *Linear Algebra and its Applications*, **422**, 380 - 403 (2007)

S. Börm, *Adaptive variable-rank approximation of general dense matrices*, *SIAM J. Sci. Comput.*, **30**, 148 - 168 (2007)

S. Börm, J. Garcke, *Approximating Gaussian processes with  $H^2$ -matrices*, *Machine Learning ECML 2007, Proceedings*, (2007)

W. Dahmen, H. Harbrecht, R. Schneider, *Adaptive methods for boundary integral equations: Complexity and convergence estimates*, *Math. Comput.*, **76(259)**, 1243 - 1274 (2007)

K. Eppler, H. Harbrecht, *Shape optimization for 3D electrical impedance tomography*, In R. Glowinski and J. Zolesio, *Free and Moving Boundaries: Analysis, Simulation and Control*, LNCS, **252**, 165 - 184 (2007)

K. Eppler, H. Harbrecht, *On convergence in elliptic shape optimization*, *SIAM J. Control Optim.*, **45**, 61 - 83 (2007)

- T. Gantumur, H. Harbrecht, R. Stevenson, *An optimal adaptive wavelet method without coarsening of the iterands*, Math. Comput., **76**, 615 - 629 (2007)
- H. Harbrecht, T. Hohage, *Fast Methods for Three-Dimensional Inverse Obstacle Scattering*, J. Integral Equations Appl., **19(3)**, 237 - 260 (2007)
- H. Harbrecht, *Sparse second moment analysis for elliptic problems in stochastic domains*, Oberwolfach Reports, **4(3)**, 21112113 (2007)
- K. Eppler, H. Harbrecht, S. Schlenkrich, A. Walther, *Exterior electromagnetic shaping: AD-based computation of shape derivatives*, Preprint, DFG Priority Program 1253, **SPP1253-15-01**, (2007)
- H. Harbrecht, *A Newton method for Bernoulli's free boundary problem in three dimensions*, Preprint, Berichtreihe des SFB 611, **321**, (2007)
- H. Harbrecht, *On the numerical solution of Plateau's problem*, Preprint, Institute for Numerical Simulation, **0702**, (2007)
- H. Harbrecht, M. Randrianarivony, *From Computer Aided Design till Wavelet BEM*, Berichtreihe des Mathematischen Seminars, CAU Kiel, **07-18**, (2007)
- H. Harbrecht, R. Schneider, Ch. Schwab, *Multilevel frames for sparse tensor product spaces*, Berichtreihe des Mathematischen Seminars, CAU Kiel, **07-13**, (2007)
- K. Eppler, H. Harbrecht, *Wavelet based boundary element methods in exterior electromagnetic shaping*, DFG Priority Program 1253 (to appear in Eng. Anal. Bound. Elem.), **SPP1253-12-01**, (2007)
- S. R. Chinnamsetty, M. Espig, W. Hackbusch, B. N. Khoromskij, H.-J. Flad, *Tensor product approximation with optimal rank in quantum chemistry*, J. Chem. Phys., **127**, (2007)
- H.-J. Flad, W. Hackbusch, R. Schneider, *Best N-term approximation in electronic structure calculation. II. Jastrow factors*, ESAIM: M2AN, **41**, 261 - 279 (2007)
- H.-J. Flad, R. Schneider, B. W. Schulze, *Asymptotic regularity of solutions of Hartree-Fock equations with Coulomb potential*, Preprint Institut für Mathematik, Universität Potsdam, **2007/05**, (2007)
- R. Schneider, *Adaptive coupled cluster method and CI method for the solution of the electronic Schrödinger equation*, Oberwolfach Reports, **36**, 2133 - 2136 (2007)
- W. Dahmen, H. Harbrecht, R. Schneider, *Adaptive Methods for Boundary Integral Equations - Complexity and Convergence Estimates*, Math. Comp., **76(259)**, 12431274 (2007)
- K. Eppler, H. Harbrecht, R. Schneider, *On Convergence in Elliptic Shape Optimization*, SIAM J. Control Optim., **46**, 61 - 83 (2007)
- A. Barinka, W. Dahmen, R. Schneider, *Fast Computation of Adaptive Wavelet Expansions*, Numer. Math., **105(4)**, 549 - 589 (2007)
- R. Schneider, T. Weber, *Multi-scale approximation schemes in electronic structure calculation*, in: Harmonic, wavelet and p-adic analysis, Eds. N.M. Chuong et al., 59 - 81 (2007)

## Präsentationen

- R. Schneider, *Boundary value problem with stochastic boundaries*, WONAPDE, Concepcion, Chile, 17.01.2007
- H.-J. Flad, *Tensor product approximation in quantum chemistry*, Tagung des DFG Schwerpunktes SPP 1145, Bad Herrenalb, Deutschland, 22.03.2007
- R. Schneider, *BigDFT- a linear scaling wavelet method for DFT computation*, SCICADE, St. Malo, Frankreich, 17.07.2007
- R. Schneider, *Convergence of the Coupled Cluster Method*, im Minisymposium Electronic structure calculation, ICIAM, Zürich, Schweiz, 17.07.2007
- R. Schneider, *Fast methods in density functional calculations*, Int. Conf. on Matrix Methods and Op. Equations, Moskau, Russland, 25.07.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

29.03.2007: Helmut Harbrecht - W2-Professur der Universität Bonn

# almanach 07

# Softwaretechnologie

Der Lehrstuhl Softwaretechnologie konzentriert seine Forschung auf die werkzeuggestützte Entwicklung und Verifikation nebenläufiger und verteilter Programme. Dabei spielen sowohl algorithmische Methoden wie Model-Checking und Statische Analyse als auch deduktive Methoden wie Theorembeweiser eine Rolle.

Zwei Anwendungsschwerpunkte der genannten formalen Methoden lassen sich betonen. Zum einen *objektorientierte, nebenläufige oder verteilte* Systeme, speziell beschrieben mit Java (I. Grabe, A. Grüner, und W.-P. de Roever) und zum anderen *UML* (H. Fecher, J. Schönborn und H. Schmidt). Auf diesen Gebieten wurden und werden semantische Modelle, Verifikationstechniken und werkzeugunterstützte Beweismethoden entwickelt.

## Ergebnisse

1. Im Kontext des bilateralen Mobi-J Projektes entwickelten wir in Kooperation mit F.S. de Boer (CWI, Amsterdam), M. Bonsangue (Universität Leiden) und M. Steffen (Universität Oslo) einen neuartigen Ansatz zum Testen von *Java*-Komponenten. Ausgehend von einer Spezifikation, die das gewünschte beobachtbare Verhalten der Komponente beschreibt, wird automatisch ein *Java*-Programm generiert, das die Komponente hinsichtlich ihres Verhaltens testet. Hierbei wird eine Spezifikationsprache benutzt, die der Sprache *Java* ähnelt, jedoch zusätzliche Sprachkonstrukte bietet, die das Spezifizieren auf abstrakter Ebene ermöglichen und somit vereinfachen.
2. Um UML State Machines im Rahmen des DFG-Projektes REFISM eine formale Semantik zu geben, wurde ein formales Modell für die gleichzeitige Repräsentation von auflösbar und inherentem Nichtdeterminismus (benutzt für Unterspezifikation, bzw. unkontrollierbare Aktionen) entwickelt. Dieses Konzept haben wir auch in Prozessalgebra eingebettet.
3. Es wurde eine Möglichkeit formalisiert, Fairness Bedingungen für UML State Machines in einem Modell des Event Pool auszudrücken. Der dazu entwickelte Formalismus ermöglicht es außerdem, Bounded Fairness Bedingungen auszudrücken.
4. Wir haben eine Abstraktionstechnik entwickelt, die auf  $\mu$ -Automaten basiert und präziser ist als existierende Verfahren, d.h. bei gleicher Zustandsraumpartition können mehr Eigenschaften gezeigt werden. Des Weiteren haben wir zwei Verfeinerungsspiele definiert und gezeigt, dass DMTS-Abstraktion (disjunctive modal transition systems) bezüglich der ersten Variante und die hier definierte  $\mu$ -Automaten-Abstraktion bezüglich der zweiten Variante präzise ist. Wir haben skizziert, wie eine Kombination der zwei Varianten die Zustandsraumexplosion noch weiter eindämmen kann.
5. Dem CEGAR-Ansatz (Counter-Example Guided Abstraction Refinement) folgend, haben wir einen neuen Modelchecking-Algorithmus für das branching time-Modell entwickelt. Gegenüber existierenden Algorithmen hat unserer den Vorteil, dass er nur notwendige Teile so spät wie möglich abstrahiert (lazy abstraction) und somit exponentielles Wachstum des Zustandsraums vermeidet.
6. Im Rahmen des EU-Projektes CREDO beschäftigten wir uns mit der Entwicklung geeigneter Formalismen, um *CREOL*-Programme zu verifizieren. Zu diesem Zweck wurde in Zusammenarbeit mit O. Owe und M. Kyas (beide Universität Oslo) unter anderem eine angepasste Version des *Creol*-Interpreters in Maude entwickelt, die eine Untermenge der Sprache *Creol* (*Core-Creol*) dem Model Checking zugänglich macht. Außerdem wurden ebenfalls im Rahmen des EU-Projektes CREDO und in Zusammenarbeit mit F.S. de Boer Ansätze zur statischen Analyse nebenläufiger Programme entwickelt.
7. Auf dem Gebiet der semantischen Grundlagen für objektorientierte Sprachen beschäftigten wir uns mit dem beobachtbaren Verhalten nebenläufiger, objektorientierter Programmiersprachen wie *Java* und *Creol*, wobei eine

Erweiterung des asynchronen Kommunikationsmechanismus hin zu Futures und Promises untersucht wurde. Die Auswirkungen dieser Entwicklung auf das Typsystem der Sprachen und die semantischen Konsequenzen, die sich aus der Einführung von Futures und Promises ergeben, wurden untersucht. Diese Arbeiten fanden in Kooperation mit E.B. Johnsen, M. Steffen (beide Universität Oslo), F.S. de Boer (CWI, Amsterdam) und E. Ábrahám (Universität Freiburg) im Rahmen des bilateralen Mobi-J Projektes und im Rahmen des EU-Projektes CREDO statt.

8. Ergebnisse M. Jensen s. Arbeitsgruppe Luttenberger (Kommunikationssysteme).

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. W.-P. de Roever; Sekretariat: S. Hilge, K. Kriegel

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr. H. Fecher Lehre	01.01.-30.04.2007	CAU
Dipl.-Inf. I. Grabe CREDO	01.01.-31.12.2007	EU
Dipl.-Inf. A. Grüner Mobi-J	01.01.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Inf. M. Jensen Lehre	01.08.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Inf. H. Schmidt REFISM	01.01.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Inf. J. Schönborn Lehre	01.01.-31.12.2007	CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Winter 2006/2007

Nebenläufige und verteilte Programmierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W.-P. de Roever (+ J. Schönborn)

Seminar Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,  
W.-P. de Roever (+ H. Fecher)

Oberseminar Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,  
W.-P. de Roever

Fortgeschrittenenpraktikum: Programming in the many, 8 Std. Praktikum/Woche,  
H. Fecher (+ J. Schönborn)

### Sommer 2007

Verifikation nebenläufiger Programme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W.-P. de Roever (+ J. Schönborn)

Seminar Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,  
W.-P. de Roever (+ J. Schönborn)

Fortgeschrittenenpraktikum: Programming in the many, 8 Std. Praktikum/Woche,  
J. Schönborn (+ J. Schönborn)

Winter 2007/2008

Verteilte Algorithmen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W.-P. de Roeber (+ J. Schönborn)

Oberseminar Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,  
W.-P. de Roeber

## Drittmittel

DFG, *Mobi-J II: Assertional Methods for Mobile Asynchronous Channels in Java*, 15.04.2005-14.04.2007 (130.635 EUR)

DFG, *Mobi-J IIb: Assertional Methods for Mobile Asynchronous Channels in Java*, 15.04.2007-14.04.2008 (65.442,60 EUR)

DFG, *REFISM: Extending Statecharts by Under- and Over-Approximation Mechanisms for Top-Down Development Support*, 15.04.2006-14.04.2008 (132.317 EUR)

EU, *CREDO: Modeling and analysis of evolutionary structures for distributed services*, 01.09.2006-31.08.2009 (256.000 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Wir setzten auch 2007 die langjährige enge Zusammenarbeit in dem internationalen Projekt Mobi-J mit dem Team von Dr. F.S. de Boer, Centre for Computer Science and Mathematics, CWI, Amsterdam, fort.

Im Rahmen des DFG-Projektes REFISM gab es weiterhin eine intensive Zusammenarbeit mit H. Fecher, der in diesem Jahr unseren Lehrstuhl verlassen hat, um seine Forschungstätigkeit zunächst am Imperial College, London, dann an der Universität Freiburg auszuüben. Die Kooperation unter anderem mit Michael Huth, Imperial College, London, und Gerald Lüttgen, University of York, wurde fortgesetzt; ferner findet eine Zusammenarbeit mit S. Shoham, Israel Institute of Technology, Technion, statt. Zielsetzung des Projektes ist es, StateCharts-Varianten zu entwickeln, die für die hierarchische Programmentwicklung geeignet sind. Dieses beinhaltet Verifikationsmethoden und Tool-Support.

Im Rahmen des EU-Projektes CREDO finden Kooperationen mit folgenden Einrichtungen statt: CWI in Amsterdam, Universitäten in Oslo, Dresden und Uppsala, United Nations University, Almende, Interventional Centre und Nork Computer Center. Zielsetzung des Projektes ist es, kompositionelle Modellierungs- und Verifikationsmethoden für sich dynamisch entwickelnde und rekonfigurierbare Verteilte Systeme zu entwickeln.

## Diplom- und Master-Arbeiten

P. Kauffels, *Entwicklung einer Echtzeitanwendung zur Fernsteuerung eines digitalen Fahrzeugs*, 12.04.2007

T. Scherzer, *A Software Architecture for a Business Research System - Finding Top-Performing Equity Portfolios*, 27.09.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

E. Ábrahám, I. Grabe, A. Grüner, M. Steffen, *Abstract Interface Behavior of an Object-Oriented Language with Futures and Promises (extended abstract)*, Proc. of NWPT '07, (2007)

- E. Abraham, I. Grabe, A. Grüner, M. Steffen, *Behavioral Interface Description of an Object-Oriented Language with Futures and Promises*, Technical Report, Univ. of Oslo, Dept. of Computer Science, **364**, (2007)
- E. Abraham, A. Grüner, M. Steffen, *Abstract Interface Behavior of Object-Oriented Languages with Monitors*, Theory of Computing Systems, acc. for publ., publ. online first, (2007)
- E. Abraham, A. Grüner, M. Steffen, *Heap-Abstraction for Open, Object-Oriented Systems with Thread Classes*, Journal of SoSyM, acc. for publ., publ. online first, (2007)
- F.S. de Boer, I. Grabe, *Finite-State Call-Chain Abstractions for Deadlock Detection in Multithreaded Object-Oriented Languages (extended abstract)*, Proc. of NWPT '07, (2007)
- F.S. de Boer, M.M. Bonsangue, A. Grüner, M. Steffen, *Test Driver Generation from Object-Oriented Interaction Traces*, Proc. of NWPT'07, (2007)
- H. Fecher, I. Grabe, *Finite Abstract Models for Deterministic Transition Systems: Fair Parallel Composition and Refinement-Preserving Logic*, Proc. of FSEN'07, LNCS, **4767**, (2007)
- H. Fecher, M. Huth, *More Precise Partition Abstraction*, VMCAI, LNCS, **4349**, 167 - 181 (2007)
- H. Fecher, H. Schmidt, *Process Algebra Having Inherent Choice: Revised Semantics for Concurrent Systems*, SOS'07, ENTCS, **192**, 45 - 60 (2007)
- H. Fecher, H. Schmidt, J. Schönborn, *UML State Machines: Fairness Conditions Specify the Event Pool*, NWPT'07, (2007)
- H. Fecher, J. Schönborn, *UML 2.0 State Machines: Complete Formal Semantics via Core State Machines*, FMICS and PDMC 2006, LNCS, **4346**, 244 - 260 (2007)
- H. Fecher, S. Shoham, *Local Abstraction-Refinement for the  $\mu$ -Calculus*, SPIN, LNCS, **4595**, 4 - 23 (2007)

## Präsentationen

- I. Grabe, *Finite Abstract Models for Deterministic Transition Systems: Fair Parallel Composition and Refinement-Preserving Logic*, FSEN'07, Teheran, Iran, 17.-19.04.2007
- I. Grabe, *Model Checking Creol in Maude*, Credo Plenary Meeting, Oslo, Norwegen, 18.-20.06.2007
- I. Grabe, *Finite-State Call-Chain Abstractions for Deadlock Detection in Multithreaded Object-Oriented Languages*, NWPT'07, Oslo, Norwegen, 10.-12.10.2007
- A. Grüner, *Testing Java Components: A Proposal for a Test Specification Language*, Credo Project Meeting, Graz, Österreich, 25.-28.02.2007
- A. Grüner, *Test Driver Generation from Object-Oriented Interaction Traces*, NWPT'07, Oslo, Norwegen, 10.-12.10.2007
- A. Grüner, *Java Test Driver Generation from Object Oriented Interaction Traces*, FMCO'07, Amsterdam, Niederlande, 24.-26.10.2007
- H. Schmidt, *Process Algebra Having Inherent Choice: Revised Semantics for Concurrent Systems*, SOS '07, Breslau, Polen, 09.07.2007
- H. Schmidt, *Comparing Refinement Settings*, Copenhagen Meeting on Modal Transition Systems, Kopenhagen, Dänemark, 20.09.2007
- J. Schönborn, *UML State Machines: Fairness Conditions Specify the Event Pool*, NWPT'07, Oslo, Norwegen, 10.-12.10.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

**FMCO 2007:** Amsterdam, Niederlande, 24. - 26.10.2007, gemeinsam organisiert von W.-P. de Roever, F.S. de Boer, M. Bonsangue und S. Graf

**Einladung von W.-P. de Roever im Auftrag des Instituts für Informatik:** Prof. Dr. E. Allen Emerson (University of Texas at Austin), der am 19. und am 21. Juni jeweils einen Vortrag mit dem Titel „Model Checking: Moore and More (General Talk)“ bzw. „Limiting State Explosion (Technical Talk)“ hielt.

**Habilitation Dr. M. Steffen:** Am 7. Februar schloss Dr. M. Steffen (jetzt Universität Oslo) sein Habilitationsverfahren

mit einem öffentlichen Vortrag zum Thema „XML Anfragesprachen“ ab. Die Habilitationsschrift befasst sich mit den semantischen Grundlagen nebenläufiger objektorientierter Programmiersprachen, speziell mit dem Problem der sogenannten vollen Abstraktheit. Als auswärtige Gäste waren anwesend: D. Sangiorgi (Universität Bologna), M. Mendler (Universität Bamberg) und F.S. de Boer (CWI Amsterdam).

# almanach 07

# Technische Informatik

Die Arbeiten des Lehrstuhls Technische Informatik konzentrieren sich auf den physikalischen Aufbau von Computersystemen sowie deren Einsatz in unterschiedlichen technischen Anwendungsgebieten. Das Hauptaugenmerk in der Forschung liegt auf massiv parallelen Systemen, insbesondere solchen, bei denen rechenintensive Operationen durch Einsatz von Spezialarchitekturen signifikant beschleunigt werden können. Vier Schwerpunkte beschreiben die Aktivitäten im Jahre 2007: Erstens die Weiterentwicklung des massiv parallelen Spezialrechners „COPACOBANA“ auf der Basis von rekonfigurierbaren integrierten Schaltungen (Field Programmable Gate Arrays, FPGAs); zweitens die Entwicklung von parallelen Systemen und Algorithmen für die Bioinformatik; drittens die Konzeption eines Bussystems für einen takt synchronen Lastgangstromzähler; viertens die Weiterentwicklung des bargeldäquivalenten elektronischen Zahlungssystems FairCash.

## Ergebnisse

### Parallele Spezialarchitekturen

COPACOBANA (Cost-Optimized Parallel Code Breaker) ist eine anwendungsspezifische parallele Rechnerarchitektur auf der Basis von Field Programmable Gate Arrays (FPGA). Die Maschine wurde 2006 in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Kommunikationssicherheit der Ruhr-Universität Bochum realisiert. Im Jahre 2007 wurde sie weiterentwickelt. 4 Exemplare wurden gebaut und an Kooperationspartner für dezidierte Applikationen ausgeliehen. Die Entwicklung von COPACOBANA wurde unter konsequenter Ausschöpfung architektonischer sowie technologischer Freiheiten vorgenommen, um das primäre Ziel des auf Kryptoanalyse bezogenen optimalen Preis-Leistungsverhältnisses zu erreichen. Entstanden ist auf diese Weise ein paralleler rekonfigurierbarer Computer bestehend aus 120 FPGAs (Xilinx Spartan-3 1000). COPACOBANA berechnet mit 4 DES-Kernen pro FPGA bei einer Taktfrequenz von 120 MHz eine vollständige Schlüsselsuche des Data Encryption Standards (56-Bit DES) mit einer Rate von 57,6 Milliarden DES-Schlüsseln pro Sekunde. Dies ergibt eine durchschnittliche Zeit von 7 Tagen und 6 Stunden zum Knacken eines Schlüssels. Auch wenn aktuelle Kryptosysteme wesentlich größere Schlüssellängen haben, so dass auch mit COPACOBANA eine vollständige Schlüsselsuche außerhalb des Möglichen liegt, so dient es mittels reduzierter Schlüssellänge durch Extrapolation zur kostenbezogenen Sicherheitsbestimmung aktueller Kryptosysteme. Ferner werden schwache Verschlüsselungsverfahren (z.B. ePass) mit COPACOBANA gebrochen, die auf Grund der begrenzten Leistungsfähigkeit eingebetteter Systeme immer noch zum Einsatz kommen. COPACOBANA ist generell einsatzfähig für alle parallelen Anwendungen, die durch einen geringen Speicher- und Kommunikationsbedarf charakterisiert sind.

### Motivsuche in Biosequenzen

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Infektionsmedizin der CAU und dem RMIT in Melbourne wurden eine Reihe von Algorithmen entwickelt, mit denen Kandidaten für Motive in DNA-Sequenzen gefunden werden können. Diese Fragestellung hat für die Bioinformatik eine besondere Bedeutung, da damit die Promotersequenzen identifiziert werden können, die die Gene des betrachteten Organismus aktivieren und deaktivieren. Obwohl man von der Existenz solcher Motive überzeugt ist, konnten bisher nur wenige identifiziert werden. Mit den in diesem Projekt entwickelten Methoden kann die Suche jetzt wesentlich effizienter gestaltet werden. Das Ergebnis der hier neu entwickelten Algorithmen ist eine kleine Menge von Kandidaten, die in einem darauffolgenden Schritt von den Biologen und Medizinern bestätigt oder verworfen werden können. Diese algorithmische Vorauswahl ist extrem rechenintensiv. Daher wurden einige dieser neuen Verfahren so abgewandelt, dass sie auf dem Parallelrechner Copacobana implementiert werden konnten. Hierdurch war es möglich, Beschleunigungsfaktoren bis zu 1000 ohne Einbuße in der Qualität der Ergebnisse zu erzielen.

### Bus- und Protokollentwurf eines takt synchronen Lastgangzählers

Die von den Energieversorgungsunternehmen heute eingesetzten klassischen Sondervertragskundenzähler werden in absehbarer Zeit durch Stromzähler einer Nachfolgeneration ersetzt. Hierzu wurde im Rahmen einer gemeinsamen Projektierung mit den Unternehmen EnBW, RWE und E.ON sowohl ein neuer Standard als auch Lösungskonzepte für die

Datenbeschaffung und Zähltechnik in Form einer neuen Zählersystemplattform entwickelt. Für die Durchführung dieses Projektes wurden Bussysteme verschiedener Topologien und Übertragungsstandards mit den gestellten Anforderungen verglichen und in Absprache eine für die Aufgabenstellung optimierte Lösung gefunden. Um auch später den Kostenrahmen einhalten zu können, wurden verschiedene Szenarien im Hinblick von Schlüsselbauelementen, Second Source Herstellern und Verfügbarkeiten miteinander verglichen. Für den Entwurf der „höheren Protokollschichten“ wurden zunächst einmal die Kennwerte aller Systemmodule am Bus definiert, um darauf basierend ein State Diagramm für die Master / Slave Arbitration festlegen zu können. Mit diesem Framework wird es in einem weiteren Entwicklungsschritt möglich sein, die nächste Industriezählergeneration IT-tauglich zu entwickeln: als modulares System für die nächsten 30 Einsatzjahre.

### Digitale Bargeldverkehrssysteme

Die wesentlichen Vorteile von Bargeld sind unbedingte Anonymität, sehr geringe Transaktionskosten bei der off-line Transferierbarkeit und die Finalität einer geleisteten Zahlung. Neben diesen essenziellen Systemeigenschaften ergibt sich vor allem einen zusätzlicher Vorteil bei einem digitalen Bargeldsystem: Die Zahlungsmöglichkeit über Netzwerke wie dem Internet oder den Mobilfunknetzen. Bislang konnten diese Anforderungen technologisch nicht befriedigend gelöst werden: folglich gab es bis heute keine einzige Implementierung, die diese Charakteristika anbietet. Bei den vielfältigen Versuchen, herkömmliches Bargeld zu ersetzen, wurde unter anderem sichtbar, wie schwierig dieses Unterfangen tatsächlich ist. Im Jahre 2006 wurde zum fairCASH System eine Core Protokoll Ebene in Verbindung mit einer speziellen Hardwarefunktionalität entwickelt, die in einem FPGA oder ASIC realisierbar ist. Durch Kombination dieser für fairCASH wesentlichen Eigenschaft mit signierten elektronischen Münzen, diversen Zertifikatsdiensten und dem digitalen Portmonee konnte ein elektronisches Bargeldsystem konzipiert werden.

### Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. rer. nat. Manfred Schimmler; Sekretariat: Brigitte Scheidemann (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. Jürgen Noss

Mitarbeiter/-innen:

Stefan Baumgart PLUG	01.01.-31.12.2007	VW
-------------------------	-------------------	----

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Ayman Abbas	01.02.-31.12.2007	University Aleppo
Dipl.-Ing. Bernd Assmann Taktischer Lastgangzähler	01.01.-31.03.2007	RWE, E.ON, EnBW
M.Sc. Yen Choon Ching BuPro + +	01.01.-31.12.2007	RWE, E.ON, EnBW
Dipl.-Ing. Heinz Krefl	01.01.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. Gerd Pfeiffer	01.01.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Inf. Jan Schröder	15.02.-31.12.2007	CAU

### Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Systemorientierte Informatik I (Digitale Systeme), 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,



dataport, *Software-Challenge*, 11.06.-11.09.2007 (EUR 7.200,00)  
 Philips Medical Systems DMC, *Software-Challenge*, 11.09.2007 (EUR 12.000,00)  
 b + m Informatik AG, *Software-Challenge*, 05.02.-08.05.2007 (EUR 18.400,00)  
 Innovationsfonds des Landes S-H, *Software-Challenge*, 04.12.2007 (EUR 50.000,00)

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

Tim Güneysu, Christoph Paar, Jan Pelzl, Gerd Pfeiffer, Manfred Schimmler, *Parallel Computing with Low-Cost FPGAs: A Framework for COPACOBANA*, ParaFPGA Symposium LNI, Jülich, (2007)  
 Heinz Kreft, Wael Adi, *Wallet Based E-Cash System for Secured Multi-hop Cash Exchange*, 3rd International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications, (2008)  
 Jan Schröder, Manfred Schimmler, Karsten Tischer, Heiko Schröder, *IGOM - Iterative Generation of Position Frequency Matrices Maximising Signal to Noise Ratio in Finding Motifs in DNA Sequences*, HICOMB-Konferenz, Toronto, (2007)  
 Gerd Pfeiffer, Manfred Schimmler, *Optimizing a Shared Bus for Cost-Efficient FPGA-Based Massively Parallel Architectures*, International Conference on Field-Programmable Technology 2007 (ICFPT'07), Japan, (2007)

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Viele Studienanfänger im Fach Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik kommen mit einer falschen Vorstellung über das Fachgebiet und über das Studium insbesondere. Daher beobachten wir in den ersten Fachsemestern einen starken Schwund bei den Studierenden. Um den Schülern bei ihrer Entscheidung für oder gegen ein Technik-Studium zu helfen, engagieren sich die Professoren der Technischen Fakultät in unterschiedlicher Weise. Zwei Aktivitäten, an denen unser Lehrstuhl sich beteiligte, sind die Schul AG und die b + m-Software-Challenge 2007/2008.

Schul-AG: In kleinen Gruppen zu jeweils drei Schülern werden Lehrinhalte der Technischen Fakultät vermittelt. Der Lehrstuhl Technische Informatik bietet hier einen Einführungskurs in den Entwurf digitaler Systeme an.

b + m-Software-Challenge 2008: Das Institut für Informatik veranstaltet einen Programmierwettkampf an den Gymnasien Schleswig-Holsteins. Zu diesem Zweck werden Assistenten und Wissenschaftliche Hilfskräfte an die Schulen entsandt, um die Lehrkräfte im Informatik-Unterricht zu unterstützen und weiterzubilden. Die Schüler der Informatik-Kurse mussten in diesem Jahr eine Strategie für das Brettspiel „Einfach Genial“ programmieren. Die Programme der Schulen werden in der Zeit von März bis Mai 2008 in einem Wettkampf gegeneinander antreten. Den Siegern winkt ein Stipendium für ein Informatik-Studium an der CAU, das von verschiedenen Industriefirmen und der Professor-Petersen-Stiftung finanziert wird. Das Personal für dieses Projekt wird finanziert durch die b + m-Informatik AG, die HSH Nordbank, das Wissenschaftsministerium des Landes Schleswig-Holstein und den Verein Digitale Wirtschaft Schleswig-Holstein (DiWiSH) und initiiert und geleitet vom Lehrstuhl Technische Informatik der CAU Kiel.

# Technologie der Informationssysteme

In der Forschung und Lehre orientiert sich der Lehrstuhl Technologie der Informationssysteme auf die Schwerpunkte:

Integrierte Entwicklung von Informationssystemen auf der Grundlage einer Co-Design-Entwicklungsmethodik,

Theorie der Datenbank- und Informationssysteme mit dem Schwerpunkt semantische Grundlagen,

Analyse und Synthese von Polyedertopologien in Kristallen auf der Grundlage von Graphmodellen für Kristallstrukturen,

Theorie und Technologie der Content-Management-Systeme mit Mechanismen der Content-Generierung, -Pfleger und des Ausspielens von Content,

Entwicklung von Methodiken, Technologien und Theorien für informationsintensive Websites im Bereich des e-Business, e-Learning und für Informationssites.

## Ergebnisse

**Content-Management-Systeme:** Es wurde der Kieler Ansatz zur Gestaltung, Modellierung und Implementation von Content-Management-Systemen auf der Grundlage der Separation von Daten bzw. Makro-Raten, Konzepten und Annotationen um eine Benutzerkomponente auf der Grundlage des Memetik-Ansatzes erweitert und erprobt.

**Konstruktionslehre zur Entwicklung komponentenbasierter Informationssysteme:** Die Konstruktionslehre für große Informationssysteme wurde um theoretische Grundlagen zur Konstruktion und um komponentenbasierende Pattern ergänzt.

**Integrierte Entwicklung von Informationssystemen:** Es wurde ein Co-Design-Zugang, der eine integrierte Spezifikation von Strukturierung, Funktionalität, Verteilung und Interaktivität von Informationssystemen gestattet, entwickelt. Die integrierte Spezifikationslehre im Co-Design-Zugang verallgemeinert die Theorie der Entity-Relationship-Modelle, bei denen bereits eine integrierte Entwicklung von Strukturierung und Funktionalität realisiert wurde und mit Editoren unterstützt wird. Dem Co-Design-Zugang wurde der SPICE Level 3 Reifegrad verliehen.

**Theorie der Datenbank- und Informationssysteme:** Am Lehrstuhl wurden die Arbeiten zur Revision der Theorie semantischer Integritätsbedingungen und zu Visualisierungstechniken mit Visual SQL fortgeführt.

**Sprachen zur Spezifikation von Websites:** Die Theorie der Medientypen und von Websites wurde um eine Kontext- und Pragmatiktheorie ausgeweitet. Damit kann der Lehrstuhl eine in sich geschlossene Theorie von Websites vorlegen, mit der auch Storyboarding-Zugänge für die Modellierung der Benutzung von Websites eine Theoriegrundlage erfahren. Die logischen und algebraischen Grundlagen zur Spezifikation von Websites wurden um generische Funktionalität, generisches Storyboarding und um Architekturen für DB2-XML-basierte Websites bereichert. Es wurde die Entwicklung von Werkzeugen zur Generierung von Websites vorangetrieben.

**Begleitung und Entwicklung von Anwendungen:** In Kooperationsprojekten, z.B. im Rahmen von Forschungsclustern der CAU, wurden und werden Plattformen zur Integration und Anwendung von Informationssystemen entwickelt. Der Lehrstuhl hat für das Institut die Datenbank zur Verwaltung der Studierendendaten weiterentwickelt.

**Graphbasierte Analyse und Synthese von Polyedernetzwerken in Kristallen:** Im Gebiet der Polyedergraphen beschäftigen wir uns mit Eigenschaften des Realisierungsraumes und mit Methoden zum Feststellen von Ähnlichkeiten der durch die Graphen repräsentierten Kristallstrukturen. Es konnten erste Ergebnisse in Bezug auf die Eigenschaften allgemeiner Scharnierbewegungen erzielt und Verfahren für die Bewertung von Übereinstimmungen bei Teilstrukturen von Kristallen umgesetzt werden. Um die beim Aufzählen von Polyedergraphen anfallenden großen Datenmengen besser analysieren zu können, wurde eine Datenbankanwendung realisiert, die die Nutzung aller in der Gruppe für die Analyse von Kristallstrukturen entwickelten Algorithmen über komfortable Web-Schnittstellen ermöglicht.

Leiter/-innen: Prof. Dr. B. Thalheim; Sekretariat: A. Kruse (50%)  
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) B. Rehling

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. G. Fiedler	01.01.-31.12.2007		
apl.-Prof. Dr. H.-J. Klein	01.01.-31.12.2007		
M.Sc. R. Noack	01.-31.01.2007	(50%)	Innovationsfonds
M. Sc. R. Noack	01.02.-31.12.2007		DFG
Adaptives content- und benutzungsgesteuertes generisches Layouting von Web-Anwendungen			
Dipl.-Wirt.-Inf. P. Schmidt	01.01.-31.12.2007		

*Winter 2006/2007*

A3.2 Informatik III-Softwaretechnologie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 B. Thalheim (+ P. Schmidt)

MS0508 - Fuzzy-Methoden, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 A. Salski (+ A. Salski)

MS0503 - Data Mining, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 B. Thalheim (+ G. Fiedler)

Datenbanktechnologie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 H.-J. Klein (+ G. Fiedler)

Technologie der Informationssysteme, 2 Std. Oberseminar/Woche,  
 B. Thalheim, H.-J. Klein

Datenbanksysteme, 2 Std. Seminar/Woche,  
 B. Thalheim, H.-J. Klein

Vertiefende Übung Datenbanksysteme - Fortgeschrittenenpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,  
 B. Thalheim (+ G. Fiedler)

*Sommer 2007*

A4.2 Systemorientierte Informatik IV - Datenbanksysteme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 B. Thalheim (+ G. Fiedler, P. Schmidt)

Ausgewählte Kapitel der Künstlichen Intelligenz, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 A. Salski (+ A. Salski)

Technologie der Informationssysteme, 2 Std. Oberseminar/Woche,  
 H.-J. Klein, B. Thalheim

MS0510 - Seminar Datenbanksysteme, 2 Std. Seminar/Woche,  
 H.-J. Klein, B. Thalheim

MS0520 Vertiefende Übung Datenbanksysteme- Fortgeschrittenenpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,  
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

MS0521 Vertiefende Übung Datenbanksysteme - Fortgeschrittenpraktikum, 8 Std. Praktikum/Woche,  
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

WI - Datenbanksysteme II, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

WI - Datenbanktheorie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
H.-J. Klein

Einführung in Informatik- und Mathematikgrundlagen für Nebenfächler, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
B. Thalheim

*Winter 2007/2008*

A3.1 Informatik III - Softwaretechnologie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

Fuzzy-Methoden, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
A. Salski (+ A. Salski)

MS0511 - Oberseminar Technologie der Informationssysteme, 2 Std. Oberseminar/Woche,  
H.-J. Klein, B. Thalheim

MS0510 - Seminar Datenbanksysteme, 2 Std. Seminar/Woche,  
H.-J. Klein, B. Thalheim

A5.3 Vertiefende Übung Datenbankprogrammierung I (Fortgeschrittenenpraktikum), 4 Std. Praktikum/Woche,  
H.-J. Klein

MS0509 - Pattern-based information systems development, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
B. Thalheim

### **Drittmittel**

DFG, *Adaptives content- und benutzungsgesteuertes generisches Layouting von Web-anwendungen*,  
01.02.-31.12.2007 (50.101,53 EUR)

### **Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen**

University of Antwerp (Jan Paredaens), Free University Berlin (Heinz Schweppe, Hans-Joachim Lenz), Technical University Berlin (Herbert Weber), Humboldt University Berlin (Johann Christoph Freytag, Oliver Günther), Alfred Renyi Institute Budapest (Gyula Katona, Dezső Miklós), MTA SZTAKI Budapest (Janos Demetrovics), University Conception (Marcela Varas), Cottbus University of Technology (Heinrich-Theodor Vierhaus), University of Dortmund (Gabriele Kern Isberner, Joachim Biskup), Freiburg University (Dietmar Janetzko), Technical University Hamburg-Harburg (Joachim W. Schmidt), Klagenfurt University (Heinrich Mayr), Louisiana State University (Peter P. Chen), Massey University (Klaus-Dieter Schewe, Roland Kaschek, Sven Hartmann), Lomonossov University Moscow (Elyar Gasonov, Valerij B. Kudrjavcev), Charles University Prague (Jaroslav Pokorny), Queensland University (Maria Orlowska), Microsoft Research Redmond (Yuri Gurevich), Saarbrücken University (Klaus-Peter Jantke), Brighton Young University Salt Lake City (David Embley), Silicon Valley Lab IBM (Laura Haas, Holger Kache), Tampere University of Technology (Hannu Jaakkola), Tampere University (Hannu Kangassalo, Jyrki Nummenmaa), Umea University (Stephen Hegner, Oleg Seleznev), Versailles University (Elisabeth Metais)

## ▼ Diplom- und Master-Arbeiten

- M. Walker, *Ein Framework zum durchgehenden Qualitätsmanagement*, 18.10.2007  
 A. Nouidui Tchagou, *Design and Implementation of a Database Application for the Management and Analysis of Real and Hypothetical Crystal Structure Data*, 07.11.2007  
 C. Mennerich, *Geometrische Ähnlichkeit isomorpher Polyedertopologien in Kristallen*, 31.10.2007  
 M.Z. Albari, *Isomorphie periodischer Graphen*, 11.07.2007

## ▼ Dissertationen / Habilitationen

- R. Bartsch, *Integration von (graphbasierten) Datenbankanwendungen verschiedener Abstraktionen unter Betrachtung von Korrektheitsaspekten*, 03.07.2007

## ▼ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- A. Bertziss, B. Thalheim, *Exceptions in information systems*, Preprint 0704, Department of Computer Science, Kiel University, (2007)  
 A. Bertziss, B. Thalheim, *Exceptions in Information Systems*, Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections, RCDL'2007, 284 - 295 (2007)  
 J. Demetrovics, A. Molnar, B. Thalheim, *Graphical axiomatisation of sets of functional dependencies in relational databases*, Alkalmazott Matematikai Lapok, **24**, 223 - 264 (2007)  
 G. Fiedler, H. Jaakkola, T. Mäkinen, B. Thalheim, T. Varkoi, *Application Domain Engineering for Web Information Systems Supported by SPICE*, SPICE 2007, (2007)  
 G. Fiedler, B. Thalheim, *An Approach to Conceptual Schema Evolution*, Technischer Bericht, CAU Kiel, **0701**, (2007)  
 S. Hegner, P. Schmidt, *Update Support for Database Views Via Cooperation*, Proc. ADBIS, LNCS **4690**, 98 - 113 (2007)  
 H.-J. Klein, *Enumeration of polyhedral networks using minimal graph representations*, Abstracts Workshop, CECAM-Workshop, (2007)  
 L. Landwehr, B. Thalheim, A. Vitzthum, *Navigieren in Wissensstrukturen - Benutzerprofile und neue Retrievalstrukturen*, Tagung Kunst- und Medientechnologie, Karlsruhe, 8 - 9 (2007)  
 H. Ma, R. Noack, F. Riaz-ud-Din, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Capturing forms in information systems design*, 4th International Conference on Innovations in Information Technology (Innovations'07), Dubai, (2007)  
 A. Molnar, B. Thalheim, *Conceptual Development of OLAP Applications.*, Business Intelligence: Methods and Applications, 27 - 38 (2007)  
 T. Moritz, R. Noack, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Intention-Driven Screenography*, Technischer Bericht, CAU Kiel, **0712**, (2007)  
 T. Moritz, R. Noack, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Principles of Screenography*, CAiSE Forum 2007, 73 - 76 (2007)  
 T. Moritz, R. Noack, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Intention-Driven Screenography*, Proc. ISTA 2007, LNI **107**, 128 - 139 (2007)  
 A. Salski, *Fuzzy Clustering of Fuzzy Ecological Data*, Ecological Informatics, **2/3**, 262 - 269 (2007)  
 A. Salski, *Fuzzy approach to ecological data analysis*, Computational Intelligence, WSEAS Press, 144 - 149 (2007)  
 K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Pragmatics of storyboarding for web information systems: Usage analysis*, International Journal Web and Grid Services, **3(2)**, 128 - 169 (2007)  
 K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Personalisation of Web Information Systems - A Term Rewriting Approach*, Data and Knowledge Engineering, **62(1)**, 101 - 117 (2007)  
 K.-D. Schewe, B. Thalheim, J. Zhao, *Quality assurance in Web Information Systems development*, QSIC 2007, IEEE, 219 - 224 (2007)

- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Storyboarding Concepts for Edutainment*, Proc. WIS. EJC07, 59 - 78 (2007)
- K.-D. Schewe, A. Tretiakov, B. Thalheim, *Formalisation of user preferences, obligations and rights*, Intelligent Assistant Systems - Concepts, Techniques, and Technologies, IDEA group, 114 - 143 (2007)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Life Cases: An Approach to Address Pragmatics in the Design of Web Information Systems*, WebIST'07, LN BIB, 5 - 12 (2007)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Development of Collaboration Frameworks for Web Information Systems*, 20th Int. Joint Conf on Artificial Intelligence, Section EMC'07 (Evolutionary models of collaboration)), Hyderabad, 27 - 32 (2007)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Term Rewriting for Web Information Systems - Termination and Church-Rosser Property*, WISE 2007, LNCS 4831, 261 - 272 (2007)
- P. Schmidt, B. Thalheim, *Towards ASM Engineering and Modelling*, Proc. ASM 07, 191 - 210 (2007)
- B. Thalheim, *The Conceptual Framework To User-Oriented Content Management*, Information Modelling and Knowledge Bases, IOS Press, Amsterdam, XVII, 30 - 49 (2007)
- B. Thalheim, *Challenges to Conceptual Modelling*, Conceptual Modeling in Information Systems Engineering, Springer, 59 - 74 (2007)
- B. Thalheim, *The Enhanced Entity-Relationship Model*, Encyclopedia of Database Systems, Springer, (2007)
- B. Thalheim, *Engineering database component ware*, TEAA'06 post proceedings, LNCS 4473, 1 - 15 (2007)
- B. Thalheim, *Pearls of Modelling: From Relational Databases To XML Suites*, Liber Amicorum for Jan Paredaens on the occasion of his 60th birthday, 120 - 139 (2007)

## Präsentationen

- G. Fiedler, *Datenbanken und Informationssysteme*, Schnupperstudium Informatik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland, 03.04.2007
- G. Fiedler, Z. Kramer, *WIS Development with Sitelang and Coremedia*, CMS 2005 - From Modeling to Implementation. Coremedia AG, Hamburg, Deutschland, 12.04.2007
- G. Fiedler, A. Aksac, M. Behrens, A. Jaworska, *Von Daten zum Wissen - Informatik in der Meeresbiologie*, Girls day 2007, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland, 26.04.2007
- G. Fiedler, B. Thalheim, *Vom Datenmanagement zum Content-Management*, Future ocean, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland, 05.12.2007
- H.-J. Klein, *Enumeration of polyhedral networks*, Eingeladener Vortrag, Centre Européen de Calcul Atomique et Moléculaire Lyon, Lyon, Frankreich, 19.07.2007
- A. Salski, *Fuzzy approach to ecological data analysis*, The 8th Int. Conference on Fuzzy Systems The 8th Int. Conference on Fuzzy Systems, Vancouver, Kanada, 18.06.2007
- B. Thalheim, *Development of Collaboration Frameworks for Web Information Systems*, EMC'07, Hyderabad, Indien, 06.01.2007
- B. Thalheim, *Co-design of structuring, functionality, distribution, and interactivity*, Kolloquium, Hannover, Deutschland, 15.01.2007
- B. Thalheim, *Information Modelling for Knowledge Transfer (Among Remote Sites): Beyond Web*, NICT Workshop, Kyoto, Japan, 06.03.2007
- B. Thalheim, *Navigieren in Wissensstrukturen - Lebenslagen- und benutzerorientierte Funktionen*, Kongress - Digitale Museen, Karlsruhe, Deutschland, 10.05.2007
- B. Thalheim, *Storyboarding Concepts for Edutainment WIS*, EJC - Konferenz, Pori, Finnland, 05.06.2007
- B. Thalheim, *Towards ASM Engineering and Modelling*, ASM'2007, Grimstad, Norwegen, 08.06.2007
- B. Thalheim, *Challenges to Conceptual Modelling*, CAISE'07, Trondheim, Norwegen, 11.06.2007
- B. Thalheim, *Challenges to Conceptual Modelling*, CAISE Forum, Trondheim, Norwegen, 14.06.2007
- B. Thalheim, *A compact theory of database constraints for arbitrary database models*, Festkolloquium J. Paredaens, Antwerpen, Belgien, 22.09.2007

- B. Thalheim, *Exception specification and handling*, RCDL'07, Pereslavl-Zeleskij, Russland, 15.10.2007
- B. Thalheim, *Mathematical foundations of collaborations*, Lomonossow Universität, Moskau, Russland, 17.10.2007
- B. Thalheim, *Intelligente integrierte Informationssysteme (Auswertungs-, Analyse- und Datenbeschaffungsintelligenz in innovativen Informationssystemen)*, Systems, München, Deutschland, 24.10.2007
- B. Thalheim, *Multi-Layered Database Applications*, Workshop Logic and Database, ASM, Palmerston North, Neuseeland, 02.11.2007
- B. Thalheim, *Intelligente Aufbereitung und Verarbeitung ozeanischer Daten*, Night of the Profs, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland, 23.11.2007
- B. Thalheim, *Trends d. Software-Engineering*, Dataport, Hamburg, Deutschland, 13.12.2007
- B. Thalheim, *Datamining (Achievements, challenges and opportunities)*, Meereswiss. Kolloquium, Kiel, Deutschland, 29.06.2007
- B. Thalheim, *Open Problems of Conceptual Modelling*, ER-Konferenz, Auckland, Neuseeland, 05.11.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

### H.-J. Klein

Mitglied im Programmkomitee von

ICDT 2007 11th Int. Conf. on Database Theory, Barcelona, 2007

FoKS 2008 Int. Symp. on Foundations of Information and Knowledge Systems, Pisa, 2008

### A. Salski

Editorial board member:

The International Journal Ecological Informatics, Elsevier

Mitglied des Programmkomitees:

ISEI6 The 6th International Conference on Ecological Informatics, Mexico, Dezember 2008

### B. Thalheim

Kolmogorow-Professor, Lomonossow-Universität Moskau, seit 2005

General Chair der ER-Konferenz 2007

Mitglied des Programmkomitees bei:

ISTA'07, International Conference on Information Systems Technology and its Applications, Kharkow/Ukraine, May 2007

ESWC'07, European Semantic Web Conference, Innsbruck, June 2007,

EJC'07, European-Japanese Symposium on Conceptual Modeling, Pori, June 4-7, 2007

ASM'07, Abstract State Machines, Grimstad/Norway, June 2007

CAiSE'07, Conference on Advanced Information Systems Engineering, Trondheim/Norway, June 2007

NLDB'07 Int. Applications of Natural Languages to Databases, Paris/France, June 2007

FlnCo'07 Foundations of Interactive Computation, Rome/Italy, June 2007

ICWE '07 International Conference of Web Engineering Como/Italy, July 2007

DEXA '07 International Conference on Database and Expert Systems Applications, Regensburg, September 2007

ADBIS'07 East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems, Varna/Bulgaria, September/Oct. 2007

LIT'07 Leipziger Informatiktage, Leipzig, September 2007

QoIS '07 3rd Int. Workshop on Quality of Information Systems, Auckland/New Zealand, November 2007

BM-UML'07 Best practices of UML, Auckland/New Zealand, November 2007

CIKM'07 Conference on Information and Knowledge Management, Lisbon/Portugal, November 2007

PISA'07 Perspectives of Intelligent System's Assistance, Sapporo/Japan, October 2007

Internationale Gremien:

Member of Steering Committees of the ER, ADBIS, EJC, NLDB, ISTA conferences

Vice-Chair of the Steering Committee of the FolKS conferences

Mitglied des Vorstandes des German Chapters von DAMA (Data Management) International

Mitwirkung in industriellen Gremien:

Mitglied des Beirates von Dataport

Herausgeberschaft für Proceedings ER-Konferenz 2007:

Eds.: C. Parent, K.-D. Schewe, V. Storey, B. Thalheim

Conceptual Modeling - Springer-Verlag, LNCS 4801

# almanach 07

# Theoretische Informatik

Die Arbeitsgruppe forscht auf den Gebieten Logik in der Informatik, Automaten und formale Sprachen, automatische Verifikation und kryptographische Protokolle.

## Ergebnisse

*Automaten auf unendlichen Objekten und unendliche Spiele, automatische Verifikation.* Die Theorie der Automaten auf unendlichen Objekten und der Spiele von unendlicher Dauer ist eng verknüpft mit Teilen der mathematischen Logik. Sie hat seit Anfang der sechziger Jahre zunehmend an Bedeutung gewonnen, insbesondere vor dem Hintergrund ihrer Nähe zur automatischen Verifikation. Gerade in letzter Zeit wurden durch die stärkere Berücksichtigung der Spieltheorie neue Perspektiven für die Forschung eröffnet.

Ein großer Teil der Arbeit der Forschungsgruppe bestand deshalb im Jahr 2007 darin, diese Perspektiven zu identifizieren und darauf basierend gemeinsam mit den Professoren Flum aus Freiburg und Grädel aus Aachen einen mehr als 700 Seiten starken Überblick über den Stand der Forschung und aktuelle Herausforderungen herauszugeben. Zu dem im Schriftenverzeichnis nachgewiesenen Band *Logic and Automata: History and Perspectives* haben mehr als 40 Autoren beigetragen.

Der technische Beitrag der Arbeitsgruppe zu diesem Gebiet bestand im Jahr 2007 aus einem Ansatz für die Vereinheitlichung der zentralen automatentheoretischen Konstruktionen: Komplementierung und Determinisierung von Büchi-Automaten. Seit mehr als 30 Jahren werden Verfahren für diese beiden Konstruktionsprobleme entwickelt und verbessert; unsere Arbeiten zeigen, wie eine einheitliche Theorie aussehen kann, auf deren Grundlage effiziente Algorithmen für beide Probleme entstehen können.

*Analyse kryptographischer Protokolle.* Die Arbeitsgruppe arbeitete in diesem Zusammenhang auf drei Feldern.

Versucht man, Sicherheitseigenschaften kryptographischer Protokolle informell zu spezifizieren, so führt dies häufig zu Beschreibungen, die Bedingungen an das Wissen der beteiligten Agenten stellen. Das führte zum Beispiel zu einer speziellen Form der Modallogik, der so genannten BAN-Logik, als Spezifikationsprache für kryptographische Protokolle. Die Arbeitsgruppe hat hier im letzten Jahr einen anderen Weg eingeschlagen. Sie hat die klassische Wissenslogik wieder belebt und durch ein so genanntes Übertragungsergebnis gezeigt, dass sich in Wissenslogik spezifizierte Sicherheitseigenschaften von idealen auf real implementierte Protokolle übertragen, wenn bei der Implementierung informationstheoretisch sichere kryptographische Grundbausteine genutzt werden.

Das zweite Feld betrifft die automatische Analyse von Gruppenprotokollen. Nachdem die Arbeitsgruppe in den vorangegangenen Jahren einen automatentheoretischen Ansatz zu deren Analyse favorisiert und untersucht hatte, befasste sie sich im Jahr 2007 intensiver mit einem andernorts entwickelten Ansatz, bei dem Protokolle durch Horn-Klauseln beschrieben werden. Offen war gewesen, ob in diesen Ansatz frische Werte (nonces) einbezogen werden können und ob gewisse technische Beschränkungen notwendig sind. Beide Fragen konnte die Arbeitsgruppe beantworten.

Schließlich beschäftigte sich die Arbeitsgruppe mit komplexen Sicherheitseigenschaften, die einen spieltheoretischen Charakter haben und bislang nur wenig studiert wurden. In der Arbeitsgruppe wurde ein Modell entwickelt, in dem mit Hilfe der Logik AMC solche Sicherheitseigenschaften spezifiziert und untersucht werden können. Durch die Kombination von Techniken aus verschiedenen Gebieten wurden grundlegende (Un-)Entscheidbarkeitsresultate und Komplexitätstheoretische Ergebnisse für die Frage erzielt, ob die Spezifikation eines Protokolls eine durch eine AMC-Formel beschriebene Sicherheitseigenschaft erfüllt.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Th. Wilke; Sekretariat: M. Krause (50%)

Technisches Personal: Th. Hess (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. N. Gruschka	01.11.-31.12.2007	CAU
M.Sc. I. Khan	01.04.-31.12.2007	DAAD
Trust Management in Public Key Infrastructure		
Dipl.-Inf. K. O. Kürtz	01.03.-31.12.2007	DFG
Verifikation kryptographischer Protokolle		
Dipl.-Inf. D. Kähler	01.01.-31.12.2007	CAU
Verifikation kryptographischer Protokolle		
Dr. T. Truderung	01.-31.01.2007	DFG
Verifikation kryptographischer Protokolle		
Dr. E. Valkema	01.01.-31.12.2007	CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Winter 2006/2007

Kryptographie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Informatik für Nebenfächler, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Valkema

Theoretische Informatik, 1 Std. Oberseminar/Woche,  
Th. Wilke

### Sommer 2007

Informatik II - Algorithmen und Datenstrukturen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Programmierpraktikum P2, 1 (+ 2) Std. Praktikum (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ K. O. Kürtz)

Informatik II für Ingenieure, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Valkema (+ E. Valkema)

Informatik II für Ingenieure, 2 Std. Praktische Übungen/Woche,  
E. Valkema

Secure Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ Th. Wilke)

Kryptographie, 2 Std. Seminar/Woche,  
Th. Wilke

Theoretische Informatik, 2 Std. Oberseminar/Woche,  
Th. Wilke

Winter 2007/2008

Automaten, Logiken, Spiele, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Kryptographie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Informatik für Nebenfächler, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Valkema

Theoretische Informatik, 1 Std. Oberseminar/Woche,  
Th. Wilke

### Drittmittel

EU-Programm IST: Network of Excellence (NoE), *Semantic Interoperability and Datamining in Biomedicine*,  
01.01.2004-30.06.2007 (97000 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), *Automatische Analyse kryptographischer Protokolle mit komplexen  
Nachrichtenformaten*, 01.03.2006-27.02.2008 (125000 EUR)

### Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die Arbeitsgruppe unterhielt unter anderem rege Kontakte zu Arbeitsgruppen in Aachen (Prof. Dr. Erich Grädel, Prof. Dr. Dr. hc. Wolfgang Thomas), in Edinburgh (Dr. Kousha Etessami), am LORIA, Nancy (Dr. Veronique Cortier, Dr. Michael Rusinowitch), in Sydney (Prof. Ron van der Meyden) und in Szeged (Prof. Zoltan Esik).

### Diplom- und Master-Arbeiten

K. O. Kürtz, *Automatic Analysis of Recursive Cryptographic Protocols*, 06.02.2007

M. Tuengerthal, *Session Identifies in Simulation-Based Security*, 22.03.2007

D. H. Vu, *Web of Trust*, 27.09.2007

### Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

J. Flum, E. Grädel, Th. Wilke, *Logic and Automata: History and Perspectives*, Texts in Logic and Games, **2**, (2007)

R. Küsters, Th. Wilke, *Transducer-Based Analysis of Cryptographic Protocols*, Information and Computation, **205(12)**,  
1741 - 1776 (2007)

K. O. Kürtz, R. Küsters, Th. Wilke, *Selecting Theories and Nonce Generation for Recursive Protocols*, ACM Workshop on  
Formal Methods in Security Engineering (FMSE 2007), 61 - 70 (2007)

R. van der Meyden, Th. Wilke, *Preservation of Epistemic Properties in Security Protocol Implementations*, Theoretical  
Aspects of Rationality and Knowledge (TARK 2007), 212 - 221 (2007)

D. Kähler, R. Küsters, T. Truderung, *Infinite State AMC-Model Checking for Cryptographic Protocols*, IEEE Symposium on  
Logic in Computer Science (LICS 2007), 181 - 192 (2007)

M. Y. Vardi, Th. Wilke, *Automata: from logics to algorithms*, Flum, Grädel, Wilke, Logic and Automata: History and  
Perspectives, Texts in Logics and Games, Amsterdam University Press, **2**, 629 - 736 (2007)

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Th. Wilke war Associate Editor der Zeitschrift *Formal Methods in System Design* und Member of the Editorial Board der Zeitschrift *Fundamenta Informaticae* und der Reihe *Lecture Notes in Logic*.

Th. Wilke war Mitglied des Programmkomitees der Konferenzen *AuthoMatha* und *FCT* sowie des Workshops *WEWoRC*.

Th. Wilke war Mitglied des Leitungsgremiums der GI-Fachgruppe *Logik in der Informatik* und des Fachausschusses *Theoretische Informatik*.

Die Arbeitsgruppe richtete am 7. und 8. Dezember 2007 einen Workshop zum Thema *Informatik als Profil ergänzendes Fach* aus, an dem mehr als 40 Lehrerinnen und Lehrer teilnahmen.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit beteiligte sich die Arbeitsgruppe am *Girls' Day* und am *Enrichmentprogramm* zur Begabtenförderung und richtete ein *Schnupperstudium* für Schülerinnen und Schüler mit mehr als 80 Teilnehmern und ein *Schnupperstudium* für Schülerinnen mit 22 Teilnehmerinnen aus.

# Theorie der Parallelität

Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich in der theoretischen Forschung mit approximativen Algorithmen (Approximationsschemata, Online-Algorithmen und Nicht-Approximierbarkeit), kombinatorischer Optimierung (algorithmische Graphentheorie, algorithmische Geometrie, Schedulingtheorie, lineare und nicht-lineare Optimierung) sowie parallelen Algorithmen und Komplexität paralleler Berechnungen. In der praktischen Forschung arbeiten wir an Problemen aus der Daten- und Telekommunikation (Kommunikationsnetzwerke, Mobilfunknetze und optische Netzwerke) sowie an Planungsproblemen mit knappen Ressourcen (Scheduling mit Kommunikationszeiten und Aufbauplanung in automatischen Produktionsprozessen).

## Ergebnisse

Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf den Entwurf von effizienten optimalen und approximativen Algorithmen in der theoretischen Informatik. Die Hauptthemen sind:

- (a) approximative Algorithmen für lineare und konvexe Optimierungsprobleme (wie mixed fractional packing and covering)
- (b) approximative Algorithmen für Schedulingprobleme (mit parallelen und malleablen Jobs)
- (c) approximative Algorithmen für Packungsprobleme von Rechtecken oder Quadraten in ein Rechteck

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. K. Jansen; Sekretariat: U. Iaquinto (50%), A. Sommerfeld (50%)

Technisches Personal: P. Karimi Massouleh (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dipl.-Inf. F. Diedrich AEOLUS	01.01.-31.12.2007		EU
Dipl.- Inf. U. M. Schwarz AEOLUS	01.01.-31.12.2007	(50%)	EU
Dipl.-Inf. R. Thöle	01.01.-31.12.2007		CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Approximative Algorithmen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle, F. Diedrich, U. M. Schwarz)

Fortgeschrittenenpraktikum Effiziente Algorithmen, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Jansen (+ F. Diedrich, U. M. Schwarz, R. Thöle)

Oberseminar: Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ A. Srivastav)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen

Seminar Theoretische Informatik, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ F. Diedrich, R. Thöle)

Softwarepraktikum, 3 Std. Praktikum/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle)

Vorkurs, 20 Std. Vorbereitungskurs/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle, U. M. Schwarz)

### Sommer 2007

Informatik IV: Theoretische Grundlagen der Informatik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Jansen (+ U. M. Schwarz)

Softwarepraktikum, 3 Std. Praktikum/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle)

Oberseminar: Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ A. Srivastav)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen

Seminar zur Theoretischen Informatik, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ F. Diedrich, U. M. Schwarz, R. Thöle)

Fortgeschrittenenpraktikum Effiziente Algorithmen, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle, U. M. Schwarz, F. Diedrich)

### Winter 2007/2008

Effiziente Algorithmen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle, F. Diedrich, U. M. Schwarz)

Fortgeschrittenenpraktikum Effiziente Algorithmen, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Jansen (+ F. Diedrich, U. M. Schwarz)

Oberseminar: Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ A. Srivastav)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen

Seminar Theoretische Informatik, 2 Std. Seminar/Woche,  
K. Jansen (+ F. Diedrich, R. Thöle, U. M. Schwarz)

Vorkurs, 20 Std. Vorbereitungskurs/Woche,  
K. Jansen (+ R. Thöle, U. M. Schwarz)

### Drittmittel

AEOLUS - Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers, *Personalkosten, Reisen, Anschaffungen*,  
01.09.2005-31.08.2009 (271.200 EUR)

DFG - Projekt Algorithmik großer und komplexer Netzwerke mit Prof. Srivastav, *Personalkosten, Sachmittel*,  
01.09.2005-31.08.2007 (134.460 EUR)

DAAD - PPP Austausch mit Kanada, *Reisen nach Kanada*, 01.01.2006-31.12.2007 (11.360 EUR)

DAAD - PPP Austausch mit China, *Reisen nach China*, 01.01.2006-31.12.2007 (11.012 EUR)

DAAD - ARC Austausch mit Grossbritannien, *Reisen nach Großbritannien*, 01.07.2006-30.06.2008 (6.717 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die Arbeitsgruppe unterhielt unter anderem rege Kontakte zu Arbeitsgruppen an der Universität Paderborn (Prof. Burkhard Monien; Prof. Friedhelm Meyer auf der Heide), an der University of Southern Denmark (Prof. Jørgen Bang-Jensen), an der Grenoble University (Prof. Denis Trystam), an der University of Western Ontario (Prof. Roberto Solis-Oba), an der Zhejiang University (Prof. Guochuan Zhang) und an der University of Liverpool (Prof. Prudence Wong).

## Diplom- und Master-Arbeiten

Nicolas Schmidt, *Sportligaplanung und 3-Index-Assignment-Probleme*, 23.08.2007

Rashid El Araari, *Studienarbeit: Approximation algorithms for geometric intersection graphs*, 31.10.1007

Lars Prädell, *Studienarbeit: Reverse-Fit*, 26.06.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- K. Jansen, H. Zhang, T.F. Gonzales, *Scheduling malleable tasks*, Handbook on Approximation Algorithms and Metaheuristics, **Kap. 45**, 1 - 16 (2007)
- K. Jansen, G. Zhang, *Maximizing the total profit of rectangles packed into a rectangle*, Algorithmica, **47**, 323 - 342 (2007)
- K. Jansen, J. Chlebikova, *The  $d$ -precoloring problem for  $k$ -degenerate graphs*, Discrete Mathematics, **307**, 2042 - 2052 (2007)
- K. Jansen, F. Diedrich, *Faster and simpler approximation algorithms for mixed packing and covering problems*, Theoretical Computer Science, **377**, 181 - 204 (2007)
- K. Jansen, F. Diedrich, R. Harren, R. Thöle, H. Thomas, *Approximation algorithms for 3D orthogonal knapsack*, 4th Conference on Theory and Applications of Models of Computation, TAMC 2007, Shanghai, China, **LNCS 4484**, 34 - 45 (2007)
- K. Jansen, F. Diedrich, *An approximation algorithm for the general mixed packing and covering problem*, 1st International Symposium on Combinatorics, Algorithms, Probabilistic and Experimental Methodologies, ESCAPE 2007, Hangzhou, China, **LNCS 4614**, 128 - 139 (2007)
- K. Jansen, *Approximation algorithms for geometric intersection graphs, (invited talk)*, 33rd International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science, WG 2007, Dornburg near Jena, Germany, **LNCS4769**, 151 - 153 (2007)
- K. Jansen, R. Solis-Oba, *New approximability results for 2-dimensional packing problems*, 32nd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science, MFCS 2007, Cesky Krumlov, Czech Republic, **LNCS 4708**, 103 - 114 (2007)
- K. Jansen, F. Diedrich, F. Pascual, D. Trystam, *Approximation algorithms for scheduling with reservations*, 14th International Conference on High Performance Computing, HiPC 2007, Goa, India, **LNCS 4873**, 297 - 307 (2007)
- K. Jansen, M. Charikar, O. Reingold, J.D.P. Rolim, *Tagungsband des 10. International Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization Problems und 11. International Workshop on Randomization and Approximation Techniques in Computer Science, (APPROX'07 und RANDOM'07)*, Princeton, **LNCS 4627**, (2007)
- U. M. Schwarz, F. Diedrich, *A Framework for Scheduling with Online Availability*, Proceedings of EUROPAR 2007, **LNCS4641**, 205 - 213 (2007)
- U. M. Schwarz, *Tightness Results for Malleable Task scheduling Algorithms*, Proceedings of PPAM 2007, **LNCS 4967**, (2007)

## Präsentationen

- K. Jansen, *Approximation algorithms for 2D packing problems*, Workshop on Scheduling, Nice, Frankreich, 07.-07.03.2007
- K. Jansen, *Approximation algorithms for 2D packing problems*, Ringvorlesung, Informatik umgibt uns, Kiel, Deutschland, 02.04.-20.07.2007
- K. Jansen, *Approximation algorithms for geometric intersection graphs*, Workshop on Graph Theoretical Concepts in Computer Science, WG 2007 (invited speaker), Dornburg, Deutschland, 20.-23.06.2007
- K. Jansen, *Approximation algorithms for 2D packing problems*, Computer Science Colloquium in the Department of Mathematics and Computer Science, University of Southern Denmark Odense, Odense, Dänemark, 25.-26.09.2007
- K. Jansen, *Approximation algorithms for 2D packing problems*, Istituto Dalle Molle di Studi sull' Intelligenza Artificiale, Lugano, Schweiz, 07.-20.10.2007
- K. Jansen, *Approximation algorithms for geometric intersection graphs*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.-01.12.2007
- U. M. Schwarz, *Scheduling on unreliable machines*, AEOLUS Workshop on Scheduling, Nice, Frankreich, 08.-09.03.2007
- U. M. Schwarz, *Scheduling in Networks*, Jahreskolloquium DFG-Schwerpunkt 1126, Freiburg, Deutschland, 04.-06.07.2007
- U. M. Schwarz, *A Framework for Scheduling with Online Availability*, EUROPAR 2007, Rennes, Frankreich, 28.-31.08.2007
- U. M. Schwarz, *Tightness Results for Malleable Task Scheduling Algorithms*, PPAM 2007, Gdansk, Polen, 09.-12.09.2007
- U. M. Schwarz, *A Framework for Scheduling with Online Availability*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.-01.12.2007
- F. Diedrich, *Applications of the Mixed Packing and Covering Problem*, AEOLUS Workshop on Scheduling, Nice, Frankreich, 08.-09.03.2007
- F. Diedrich, *An Approximation Algorithm for the General Mixed Packing and Covering Problem*, ESCAPE 2007, Hangzhou, China, 07.-09.04.2007
- F. Diedrich, *A Framework for Scheduling with Online Availability*, International Research Workshop on Scheduling, WS 07, Cetraro, Italien, 25.-29.06.2007
- F. Diedrich, *Approximation algorithms for Scheduling with Reservations*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.-01.12.2007
- F. Diedrich, *Approximation Algorithms for Scheduling with Reservations*, HiPC 2007, Goa, Indien, 18.-21.12.2007
- R. Thöle, *Approximation algorithms for 3D orthogonal knapsack*, TAMC 2007, Shanghai, China, 22.-25.05.2007
- R. Thöle, *Approximation algorithms for 3D orthogonal knapsack*, Workshop on Algorithms, Kiel, Deutschland, 29.11.-01.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

### Programm Committee:

**Symposium on Combinatorics, Algorithms, Probabilistic and Experimental Methodologies**, (ESCAPE 2007), Hangzhou, China.

**Workshop on Programming Models for Grid Computing**, (PMGC 2007), Rio de Janeiro, Brazil.

**Workshop on Scheduling for Parallel Computing**, (SPC 2007), Gdansk, Polen.

**Conference on High-Performance Computing**, (HiPC 2007), Goa, India.

**Workshop on Combinatorial and Algorithmic Aspects of Networking**, (CAAN 2007), Halifax, Canada.

**Workshop on Approximation and Online Algorithms, (WAOA 2007), Eilat, Israel.**

Organisation

**AEOLUS Workshop on Scheduling, (mit J. C. Bermond), 2007, Nizza, Frankreich.**

**Dagstuhl Seminar: Exact, Approximative, Robust and Certifying Algorithms on Particular Graph Classes (mit Andreas Brandstädt, D. Kratsch, und J. Spinrad), 2007, Dagstuhl, Deutschland.**

**Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization Problems (mit Jose Rolim), APPROX 2007, Princeton, USA.**

**Workshop on Randomization and Approximation. Techniques in Computer Science (mit Jose Rolim), RANDOM, 2007, Princeton, USA.**

**Workshop on Algorithms, 2007, Kiel, Deutschland.**

Weitere Aktivitäten

**Vorkurs Informatik, 15.-19.10.2007, Kiel.** Der Vorkurs für die neuen Studierenden des Faches Informatik wurde von der Arbeitsgruppe Jansen organisiert und erfolgreich durchgeführt.

# almanach 07

# Institut für Materialwissenschaft

## Zur Entwicklung des Instituts

Das Institut für Materialwissenschaft hat sich in 2007 konsolidiert. Im Rahmen zweier Vollversammlungen wurde insbesondere ein Institutsbeirat gewählt (Prof. Dr. W. Jäger und Prof. Dr. E. Quandt (Profs.) ; Herr PD Dr. K. Rätzke (wiss. MA); Frau. K. Brandenburg (nichtwiss. MA); Herr E. Lage (Stud.) und eine Satzung verabschiedet. Weiterhin sind umfangreiche eigene Internetseiten entstanden.

Das Institut für Materialwissenschaft ist weiterhin auf Wachstumskurs. In 2007 wurden insbesondere 3 neue, der Materialwissenschaft zugeordnete, Professuren implementiert.

Im Mai 07 war Herr **Dr. Rainer Adelong** zusammen mit der CAU / Materialwissenschaft erfolgreich bei der Beantragung einer DFG Heisenberg-Proessur. Herr Adelong ist mit seiner Forschungsgruppe „Funktionale Nanomaterialien“ inzwischen fest in das Institut eingebunden.

Herr **Dr. Bernd Wagner** erhielt den Ruf auf die zusammen mit dem ISIT neu geschaffene W3 Professur „Materialien und Prozesse der Nanosystemtechnik“. Diese Professur ist die 2. gemeinsame Professur mit dem ISIT und steht ganz im Zeichen der von beiden Seiten gewünschten engeren Kooperation. Geplant sind gemeinsame Projekte im „Kieler Nanolabor“ mit Schwerpunkt „Nanosystemtechnik“.

Über die Einwerbung einer zweiten DFG Heisenbergprofessur wird es voraussichtlich gelingen, Herrn **Dr. Lorenz Kienle** vom MPI Festkörperforschung, Stuttgart, an das Institut zu binden; sämtliche Berufungsformalitäten wurden im Dez. 07 abgeschlossen. Herr Kienle hat seinen Forschungsschwerpunkt im Umfeld des Kieler Nanolabors, insbesondere in der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), und wird in diesem Kontext seine bereits existierenden Kooperationen mit der Kieler Chemie einbringen.

Weiterhin erging ein Ruf an Herrn **Jun. Prof. Dr.-Ing. Jörn Mosler**, Uni Bochum, im Zuge der Nachfolge von Herrn **Prof. Dr. Wolfgang Brocks**, der am 17.12.07 im Rahmen eines Festkolloquiums in den Ruhestand verabschiedet wurde. Mit einer Entscheidung ist im Frühjahr 08 zu rechnen. In diesem Zusammenhang war es besonders erfreulich, dass Herrn **Brocks** im März 07 die **August-Wöhler Medaille** für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik verliehen wurde, darüber hinaus wurde er im Juli 07 zum **Ehrenmitglied** der italienischen Bruchmechanikgruppe ernannt; „in acknowledgement and appreciation of his outstanding achievement in the research field of fracture mechanics and development of cohesive models“.

Herr **Dr. Erdmann Spiecker**, AG Mikrostrukturanalytik, hat mit einer Habilitationsschrift zum Thema „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“ erfolgreich seine Habilitation im Fach Materialwissenschaft und seine Ernennung zum Privatdozent erhalten.

## Einzelpunkte im Zusammenhang mit dem Institut für Materialwissenschaft

### Kieler Nanolabor:

- Am 2. April 07 fand ein **Symposium „Kompetenzzentrum Nanosystemtechnik“** statt, zu dem insbesondere die Hochschulen und einschlägige Forschungsorganisationen des Landes geladen waren. Im Rahmen dieses Symposiums hat Herr Prof. Dr. Eckhard Quandt seine Antrittsvorlesung mit dem Thema „Smart Materials in Mikro- und Nanotechnik“ gehalten.

- Ein im April fertiggestellter Antrag zur Ausstattung des Kieler Nanolabors wurde im Dez. 07 in Höhe von 4.045 Mio Euro vom Ministerium genehmigt.

Unter Einbezug der o.g. Mittel hat die Materialwissenschaft in 2007 in Summe für 25 Projekte insgesamt rund 6.8 Mio Euro **Drittmittel** eingeworben.

Im Mai wurde von der DFG ein fakultätsübergreifender **Sonderforschungsbereich „Funktion durch Schalten“** bewilligt. Aus der Materialwissenschaft sind Prof. Quandt und Prof. Faupel, der auch stellvertretender Sprecher ist, beteiligt.

Die **Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“**, die zwar schwerpunktmäßig in der Philosophischen Fakultät angesiedelt ist, bei der aber die Materialwissenschaft über Prof. Föll und Prof. Jäger (beide sind Mit Antragsteller) beteiligt ist, wurde im Sept. 07 von der DFG genehmigt. Erste Funduntersuchungen haben bereits stattgefunden, die Mitbetreuung einer Promotion zu Eisenfunden aus dem pleistozänen Polen ist in Vorbereitung.

Herr **Elbahri** erhielt den **Nanowissenschaftspreis 2007** des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in der Kategorie Junior für die im Rahmen seiner Promotion bei Prof. Adelung durchgeführten Arbeiten zur Selbstorganisation von Nanostrukturen.

Herrn **Prof. Dr. Erik Johnson**, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Dänemark, wurde auf Antrag von Prof. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die **Gastprofessur Øresund-Region** im Wintersemester 2006 / 2007 verliehen.

Die **“ Øresund Professur “** ging zum 2. Mal in Folge an die Materialwissenschaft. Auf Antrag von Prof. Föll wurde die Professur im Wintersemester 2007 / 2008 an Herrn **Prof. Dr. Jakob Bohr** von der TU Kopenhagen verliehen.

Für das WS 07/08 hat sich bereits der 3. Jahrgang für den **Bachelorstudiengang „Materialwissenschaft“** eingeschrieben. Besonders erfreulich ist nicht nur, dass die Anfängerzahl auf dem hohen Vorjahresniveau geblieben ist (34 Einschreibungen), sondern dass der Frauenanteil weiterhin bei  $> 30\%$  liegt.

# Allgemeine Materialwissenschaft

Besonders erfreulich sind Entwicklungen im Forschungsschwerpunkt FFT - Impedanzspektroskopie. Die Hard- und Software Entwicklung hat große Fortschritte gemacht, herauszuheben sind aber die Fortschritte im theoretischen Verständnis. Die Arbeiten nutzen sowohl die klassische Spannungsimpedanz als auch die signifikant weiterentwickelte Beleuchtungsimpedanz und sind sowohl für die Elektrochemie der Halbleiter, insbesondere Porenätzung, als auch für die Komplettkarakterisierung von Solarzellen von Bedeutung.

## Ergebnisse

### Technologietransfer:

Das BMBF Projekt mit der Fa. Dräger / Lübeck wurde in 2007 abgeschlossen. In den letzten 6 Monaten wurden noch große Fortschritte erzielt; insbesondere mit Hinblick auf die „optische“ Qualität der Poren, die beispielsweise sehr kleine Porenwandrauigkeiten erfordern. Zwei BMBF geförderte Projekte in der Solarik („Netzwerk Diagnostik“, „SolarFocus“) laufen planmäßig; ein Projekt wird in 08 auslaufen. In einer Fortschreibung der Thematik ist ein Einstieg in die Lumineszenztechnik geplant; Grundlage wird sowohl ein dazu in 2008 abgeschicktes Schlüsselpatent sein (zusammen mit dem FhG-ISE Freiburg) sowie die derzeit nur am Lehrstuhl verfügbare Theorie zur quantitativen Auswertung von bei „open circuit“ erhaltenen Lumineszenzspektren nach der Lehre der o. g. Erfindung. In der laufenden Kooperation mit dem ISIT gelangten die Arbeiten zum Gasflusssputtern von PZT Piezomaterial zu einem ersten Abschluss durch die Promotion von Herrn Jacobsen. Das Projekt wird fortgesetzt und soll in 2008 in Teilen im Kieler Nanolabor stattfinden. Weitere in 2007 verfolgte Projekte mit dem ISIT betrafen mikrooptische Komponenten und die neue Technologie des Kontaktierens durch den gesamten Wafer. Das Projekt „lichtgesteuertes Nanoätzen von großen Si Substraten“ wurde nur noch bei SOI Wafers weiterverfolgt; alle geplanten Ziele konnten erreicht werden. Die Kooperation mit der Fa. o.m.t. in Lübeck zu einem Solarprojekt läuft über Herrn Dr. Popkurov planmäßig.

### Forschung:

Eine umfassende Theorie über die laterale Stromverteilung in (inhomogenen) Solarzellen erlaubt jetzt die vollständige quantitative Auswertung von „Maps“ diverser Parameter (z. B. Lumineszenz, Thermographie, „CELLO“, die durch lokale Messungen erhalten wurden im Hinblick auf Serienwiderstände (dem derzeit wichtigsten Solarzellenparameter)). Darüber hinaus lassen sich Aussagen über z. B. optimales „Griddesign“ erhalten. Die FFT Impedanzspektroskopie wird jetzt in drei Modes beherrscht; zwei davon wurden am Lehrstuhl entwickelt und sind derzeit nur in Kiel verfügbar. Neben dem Standardmode „Spannungsimpedanz“ (Spannung wird mit verschiedenen Frequenzen moduliert, die Stromantwort in Amplitude und Phase wird gemessen) sind dies der „Vorderseitenbeleuchtungs-“ und der „Rückseitenbeleuchtungsmode“. Der erste Beleuchtungsmodus ist insbesondere zur Charakterisierung von Solarzellen geeignet, der zweite erlaubt erstmalig *in-situ* Messungen während der Porenätzung in Si. Die Implementierung dieser Modes in Hard- und Software ist komplett erfolgt. Der besondere Wert der Technik liegt aber darin, dass die theoretische Durchdringung der beiden paradigmatischen Experimente „beleuchtete und lokal gestörte Solarzelle“ und „Makroporenätzung in Si mit Rückseitenbeleuchtung“ vollständig gelungen ist. Aus der Aufstellung und Lösung der vollständigen Differentialgleichungen für Ladungsträgererzeugung und -transport folgt die komplette theoretische Impedanz. Eine Anpassung der gemessenen (ggf. lokalen) Impedanzdaten (inkl. Spannungsimpedanzmode) an die Theorie erlaubt die vollständige Extraktion aller Primärparameter. Bei der Porenätzung erhält man z. B. erstmalig *in-situ* die Porentiefe, die Valenz des Prozesses; für Solarzellen sind Beispiele in Fig. 1 gezeigt. Im Jahr der Mathematik muss es erlaubt sein, ausnahmsweise Formeln zu zeigen. Für die Impedanz  $Z$  bei der Porenätzung unter Rückseitenbeleuchtung ergibt sich

$$Z_{bsi}(\omega, d_B, L, \Delta S_b) = A_1 \left( Z_{Sem}(\omega, d_B, L) + \frac{A_0}{Z_{Sem}(\omega, d_B, L) + A_2 \sqrt{i\omega}} \right) \left( \frac{\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{L^2} + \frac{i\omega}{D}}}}{\sqrt{\frac{1}{L^2} + \frac{i\omega}{D}} + \Delta \frac{D}{S_B}} \right)$$

mit

$$Z_{Sem}(\omega, d_B, L) = \frac{dj_{Sem}(\omega, d_B, L)}{dP(\omega)} \approx \frac{1}{\cosh\left(d_B \sqrt{\frac{1}{L^2} + \frac{i\omega}{D}}\right)}$$

Wesentliche Parameter in der obigen Formel sind  $L$ : Diffusionslänge,  $D$ : Diffusionskonstante und  $d_B$ : aktuelle Waferdicke, d.h. Const - Porentiefe.  $\Delta D/S_b$  ist ein Maß für die Inhomogenität der Randbedingung der Diffusionsgleichung, die sich durch die Porenbildung ergibt. Für die Impedanz einer Si Standardsolarzelle unter Vorderseitenbeleuchtung erhält man

$$Z_{fSi} = Z_{Si} * Z_{RC} * Z_{Res}$$

mit

$$Z_{Si}(\tau, D, S_B, R, \alpha, d_W, \omega) = qF(1 - R) \frac{1}{1 - \left(\frac{G}{\alpha}\right)^2} \frac{\frac{G}{\alpha} \left(1 - \frac{S_B}{D\alpha}\right) - \tanh(d_W G) \left(\left(\frac{G}{\alpha}\right)^2 - \frac{S_B}{D\alpha}\right)}{\frac{G}{\alpha} - \tanh(d_W G) \frac{S_B}{D\alpha}}$$

und

$$G := \sqrt{\frac{1}{L^2} + \frac{i\omega}{D}}, \quad Z_{RC} = \frac{1}{1 + i\omega R_{ser} C}, \quad Z_{Res} = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + iK_F \omega}$$

Wesentliche Parameter in der obigen Formel, die damit gemessen werden können, sind  $L$ : Diffusionslänge,  $D$ : Diffusionskonstante,  $d_W$ : Dicke der Solarzelle,  $S_B$ : Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit auf der Rückseite der Solarzelle,  $R_{ser}$ : lokaler Serienwiderstand,  $C$ : lokale Kapazität. Der Term  $Z_{Res}$  berücksichtigt die, wie sich zeigte, prinzipiell nicht „abschaltbare“ Wechselwirkung zwischen Messobjekt und nicht-idealer Hardware; er ist einer der Schlüssel zum Erfolg. Die Gleichungen demonstrieren einerseits, dass die quantitative Impedanzspektroskopie nicht simpel ist, andererseits, dass alle relevanten Parameter in den Messdaten enthalten sind. Die praktische Anwendung zeigt Fig. 1.

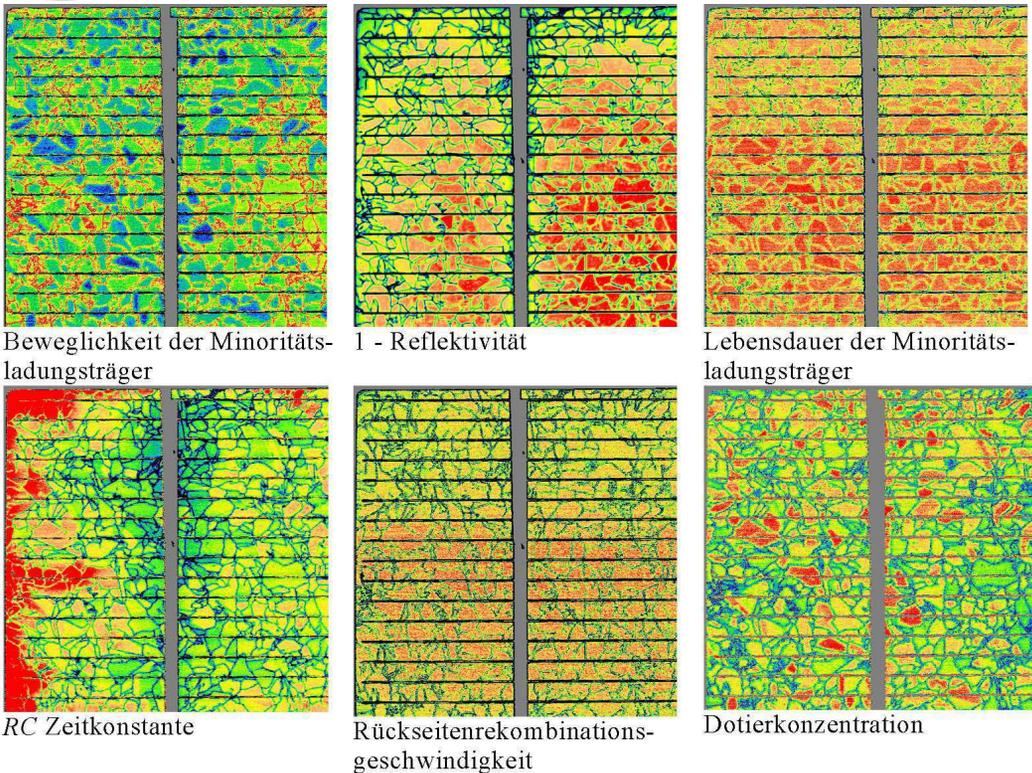


Abb. 1: Aus Impedanzmessungen errechnete lokale Solarzellenparameter.

Zu beachten ist, dass mit dem Impedanzverfahren erstmalig Parameter wie die Beweglichkeit der Minoritätsladungsträger oder die Rückseitenrekombinationsgeschwindigkeit lokal gemessen werden können - andere Messverfahren für diese bei Solarzellen sehr wichtigen Parameter sind nicht bekannt.

Im Bereich der Makroporenätzung in Si gelang, auch gestützt auf die o. g. Erkenntnisse, ein Durchbruch, der zu einem Patentantrag führte. Durch Optimierung des Elektrolyten ist es jetzt möglich, ohne Verlust an Qualität mit bis zu dreifach höherer Geschwindigkeit zu ätzen. In Anbetracht typischer Ätzzeiten im Bereich von bisher (5 - 8 ) hr ist das von großer Bedeutung für die Anwendung; deswegen haben viele Gruppen seit Jahren - erfolglos - an dieser Thematik gearbeitet. Wichtiger ist aber der zu erwartende Erkenntnisgewinn. Neben der höheren Ätzgeschwindigkeit werden neue (und unerwartete) Phänomene beobachtet, die einen neuen Zugang zu der nach wie vor nicht gut verstandenen Porenätzung ermöglichen. Mit Einschränkungen gilt dies auch für Porenätzung in III-V Halbleitern, wo die systematische Anwendung der Impedanzspektroskopie neue Erkenntnisse zu alten Grundrätself liefert und ein grundlegendes Verständnis von Phänomenen wie dem selbstorganisierten (und bisher nicht gut verstandenen) Umschlag der Porensorte in Reichweite erscheint. Die Kooperation mit Chisinau wird über Frau Dr. Ala Cojocar und Herrn Lilian Sirbu (Ende 07 bis Mai 08) erfolgreich weitergeführt. Die Alexander von Humboldt-Stiftung hat das Stipendium für Frau Dr. Cojocar auf Antrag von Prof. Föll um 3 Monate verlängert. Ein gemeinsamer Antrag Chisinau - Kiel an die DFG wurde im Herbst 07 gestellt.

## Lehre

**Lehrveranstaltungen:** Im Rahmen des Bachelorstudiengangs wurden im WS 07/08 neue Veranstaltungen erstmals durchgeführt und ins Repertoire des Lehrstuhls übernommen (teilweise mit weitgehend fertiggestellten Hyperskripten). Es handelt sich um

- Material Science Seminar for Bachelors.
- Semiconductor Technology.

Insgesamt werden vom Lehrstuhl 11 Lehrveranstaltungen im „Repertoire“ vorgehalten und durchgeführt; daneben laufen noch die üblichen Seminare und Praktikumsversuche.

**Hyperskripte:** Die am Lehrstuhl verfügbaren Hyperskripte erfreuen sich gleichbleibender Beliebtheit. Im Jahr 2007 ergaben sich folgende Rahmendaten (in Klammern: Daten des Vorjahrs): 20.3 Mio (15.9 Mio) „Hits“ und 1,5 TByte (3.8 TByte) „Downloads“ von 996.000 (750.000) „Hosts“ . Die genaue Statistik ist unter <http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/index.html>, „Hyperskripte“ , „General Info“ einsehbar.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. Helmut Föll; Sekretariat: Katrin Brandenburg (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bahr

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr. Jürgen Carstensen	01.01.-31.12.2007	
Dr. Ala Cojocar	01.03.-31.12.2007	Alexander v Humboldt-Stiftung
Georg-Forster-Forschungsstipendium; Fabrication and characterization of semiconductor-metal nanocomposites for photonic and optoelectronic applications		
M. Sc. Eugen Foca	01.01.-21.05.2007	
Photonische Kristalle in der Sensorik		
Dipl.-Ing. (FH) Harald Jacobsen	01.01.-31.07.2007	FhG-ISiT
Neue Aspekte des Einsatzes von Hochleistungskeramiken in der Mikrosystemtechnik		

Dipl.-Ing. Dirk Kaden Untersuchungen zur Herstellung von piezoelektrischen Bauelementen mit Dünnschicht-PZT-Schichten	15.11.-31.12.2007	FhG-ISiT
Dipl.-Ing. Malte Leisner Porenätzung in Germanium	01.01.-31.12.2007	DFG
Dr. habil. Georgi Popkirov Solarprojekt	01.01.-31.12.2007 (50%)	Industrie
Dr. Oliver Riemenschneider Lichtgesteuertes Ätzen	01.01.-31.12.2007	Siltronic
Dipl.-Ing. Andreas Schütt Netz Diagnostik - Neue Diagnostikverfahren für Entwicklung und Herstellung von Silicium-Solarzellen	01.01.-31.12.2007	BMBF, DLR

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### *Winter 2006/2007*

Electronic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Helmut Föll (+ Eugen Foca)

Semiconductors, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Helmut Föll

Quantum Mechanics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Jürgen Carstensen

Aktuelle Fragen der Forschung, 2 Std. Seminar/Woche,  
Helmut Föll (+ Oliver Riemenschneider)

Einführung in die Materialwissenschaft I, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Helmut Föll (+ Eugen Foca, Oliver Riemenschneider)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Eugen Foca, Jürgen Carstensen, Tesfaye Sheferaw, Yongming Zhu, Wing Fong Chu, Vladimir Zaporozhchenko,  
Haile Takele, Seid Jebiril, Magnus Garbrecht, Fu Liu)

Einführung in die Physik, 4 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wilhelm Stamm (+ Oliver Riemenschneider)

Mathematics for Material Scientists, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Jürgen Carstensen

Basic Laboratory Course for Master Students, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Mady Elbahri, Christian Hanisch, Oliver Riemenschneider, Klaus Rätzke, Haile Takele, V.S. Kiran  
Chakravadhanula, Thomas Strunskus, Mohammed Shaikh)

### *Sommer 2007*

Einführung in die Materialwissenschaft II, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Helmut Föll (+ Andreas Schütt, Eugen Foca)

Statistical Mechanics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Jürgen Carstensen



Praktikum: Analytische Methoden, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Marlies Schwitzke, Klaus Rätzke, Dirk Meyners, Mady Elbahri, Malte Leisner, Erdmann Spiecker)

Materialwissenschaftliches Seminar, 1 Std. Seminar/Woche,  
Helmut Föll

How Things Work: From Human Technology to Planetary Science, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Jakob Bohr

## Drittmittel

BMBF, DLR, Netz Diagnostik - Neue Diagnostikverfahren für Entwicklung und Herstellung von Silicium-Solarzellen, 01.12.2004-30.11.2007 (240092 EUR)

BMBF, Photonische Kristalle in der Sensorik (PHOKISS), 01.11.2003-30.04.2007 (200599 EUR)

DFG, Porenätzung in Germanium, 15.11.2006-14.11.2007 (49405 EUR)

Industrie, Solarprojekt, 01.02.2006-31.01.2009 (270070 EUR)

BMBF, INTAS, Development of THz sources on nanostructured semiconductors and focusing elements on photonic crystals, 01.03.2006-28.02.2008 (7500 EUR)

Alexander von Humboldt-Stiftung, Forschungskostenzuschuss an Gastinstitute von Stipendiaten der Alexander von Humboldt-Stiftung, 31.03.2007-31.05.2008 (12000 EUR)

BMWi (BEO. Jülich), SolarFocus, TP5: Charakterisierung der Wechselwirkung zwischen Defekten und ihres Einflusses auf die elektrischen Eigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Synchrotron-Mikroskopie, 01.03.2007-28.02.2010 (87000 EUR)

Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie (FhG ISiT), Itzehoe, Erstellung einer Studie zum Thema: Untersuchungen zur Herstellung von piezoelektrischen Bauelementen mit Dünnschicht-PZT-Schichten, 15.11.2007-14.11.2010 (228757 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova; Wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Prof. Dr. I.M. Tiginyanu.

Drägerwerk AG, Lübeck, Germany; Mehrere Konsultationen im Rahmen eines gemeinsamen BMBF-Projektes.

Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle, Germany; Wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Dr. Breitenstein im SolarFocus-Projekt und im Netzwerk „Diagnostik“ .

ISFH, Hameln/Emmerthal, Germany; Kooperationen mit Instituten zur Charakterisierung von Solarzellen im Rahmen des SolarFocus-Projektes.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, Gelsenkirchen, Germany; Wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Dr. Warta und Herrn Prof. Dr. Schindler im SolarFocus-Projekt und im Netzwerk „Diagnostik“ ; gemeinsame Betreuung einer Doktorandin.

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe, Germany; Gemeinsame Doktoranden.

Luna Innovations, U. S. A.; Beratung.

Wacker Siltronic, Burghausen, Germany; Lichtgesteuertes Nanoätzen.

Infineon Technologies AG, München, Germany; Wissenschaftliche Kooperation im Rahmen des „PHOKISS“ -Projektes.

RWE Schott Solar GmbH, Alzenau, Germany, Deutsche Solar GmbH, Freiberg, Germany, Deutsche Cell GmbH, Freiberg, Germany, Shell-Solar GmbH, München, Germany, ERSOL, Erfurt, Germany; Kooperationen mit Firmen im Rahmen des SolarFocus-Projektes zur Charakterisierung von Solarzellen und darüber hinaus gehende Einzelmessungen.

Hahn-Meitner-Institut Berlin, Germany; Gemeinsame Betreuung eines Doktoranden.

o.m.t. GmbH, Lübeck, Germany; Gemeinsames Solarprojekt.

Wiking-Solar GmbH, Schwarzenbek, Germany; Beratung.

Fraunhofer IST, Braunschweig, Germany; wiss. Kooperation.

## ▼ Diplom- und Master-Arbeiten

Patrick Schauer, *Optimierung und Charakterisierung elektrochemisch hergestellter Porenstrukturen auf lithographisch verstrukturierten Oberflächen von III/V-Halbleitern*, 16.04.2007

Siddharth Jhamb, *Local Solar Cell Serial Resistance Analysis using CELLO: Reliability Analysis and Application to State of the Art Solar Cells*, 01.10.2007

Dimas S. Alfaraq, *Electrochemical and Optical Analysis of Iron Dissolution in Various Electrolytes*, 01.11.2007

Nando Budhiman, *In-situ FFT impedance spectroscopy and electrochemical analysis of anodic oxide growth on Zn in HCl and NaOH*, 01.11.2007

## ▼ Dissertationen / Habilitationen

Vladimir Kochergin, *Optical Properties of Metamaterials Based on Porous Semiconductors and Nanocomposites - Theoretical Considerations and Experiments*, 07.02.2007

Harald Jacobsen, *Integration von piezoelektrischen Dünnschichten in einen MEMS kompatiblen Prozessablauf auf Wafer Ebene*, 20.06.2007

Eugen Foca, *Macropores in Si: Fundamental Study and Perspective Applications*, 28.08.2007

## ▼ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

C. Fang, J. Carstensen, H. Föll, *Electrochemical pore etching in n- and p-type Ge*, Solid State Phenomena, **121-123**, 37 (2007)

J. Carstensen, H. Föll, E. Foca, C. Fang, *A stochastic model for current and voltage oscillations of the Si electrode*, Solid State Phenomena, **121-123**, 1115 (2007)

V. Kochergin, V. Zaporozhchenko, H. Takele, F. Faupel, H. Föll, *Improved effective medium approach: Application to metal nanocomposites*, J. Appl. Phys. (online published), **101(2)**, 024302 (2007)

M. Kemell, M. Ritala, M. Leskelä, E. Ossei-Wusu, J. Carstensen, H. Föll, *Si/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnO:Al capacitor arrays formed in electrochemically etched porous Si by atomic layer deposition*, Microelectronic Engineering, **84**, 313 (2007)

C. Fang, E. Foca, L. Sirbu, J. Carstensen, I.M. Tiginyanu, H. Föll, *Formation of metal wire arrays via electrodeposition in pores of Si, Ge and III-V semiconductors*, Phys. Stat. Sol. (a), **204(5)**, 1388 (2007)

E. Foca, J. Carstensen, G. Popkirov, H. Föll, *Pores growth control by in-Situ FFT impedance spectroscopy*, Phys. Stat. Sol. (a), **204(5)**, 1378 (2007)

E. Foca, J. Carstensen, H. Föll, *Quantitative modelling of voltage oscillations and other oscillatory phenomena with the Current Burst Model*, Phys. Stat. Sol. (a), **204(5)**, 1883 (2007)

S. Frey, S. Keipert, J.-N. Chazalviel, F. Ozanam, J. Carstensen, H. Föll, *Electrochemical formation of porous silica: Toward an understanding of the mechanisms*, Phys. Stat. Sol. (a), **204(5)**, 1250 (2007)

V. Kochergin, H. Föll, *Commercial applications of porous Si: Optical filters and components*, Phys. Stat. Sol. (c), **4(6)**, 1933 (2007)

C. Fang, H. Föll, J. Carstensen, S. Langa, *Electrochemical pore etching in Ge - An overview*, Phys. Stat. Sol. (a), **204(5)**, 1292 (2007)

- E. Foca, J. Carstensen, H. Föll, *Modelling electrochemical current and potential oscillations at the Si electrode*, J. Electroanal. Chem., **603**, 175 (2007)
- E. Foca, J. Carstensen, M. Leisner, E. Ossei-Wusu, O. Riemenschneider, H. Föll, *Smoothing the Pores Walls in Macroporous n-Si*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 367 (2007)
- E. Foca, J. Carstensen, G. Popkirov, H. Föll, *Controlling Macropores Etching in n-Si by Means of FFT in-situ Voltage- and Photoimpedance Spectroscopy*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 345 (2007)
- E. Foca, O. Riemenschneider, E. Lage, M. Leisner, J. Carstensen, H. Föll, *Impact of the Alcohol-Containing Electrolytes on the Macropores Etching in n-Si*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 395 (2007)
- H. Föll, J. Carstensen, E. Foca, M. Leisner, *Understanding and controlling Pore Etching in Semiconductors*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 309 (2007)
- S. Keipert, J. Carstensen, H. Föll, *FFT photoimpedance measurements of semiconductors for solar application*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 387 (2007)
- M. Leisner, J. Carstensen, H. Föll, *FFT Impedance Spectroscopy Analysis of the Growth of Anodic Oxides on Si with Various Electrolytes*, ECS Transactions, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, **6(2)**, 599 (2007)
- I.M. Tiginyanu, V.V. Ursaki, E. Monaco, E. Foca, H. Föll, *Pore Etching in III-V and II-VI Semiconductor Compounds in Neutral Electrolyte*, Electrochemical and Solid State Letters, **10 (11)D**, 127 - 127 (2007)
- V.V. Sergentu, V.V. Ursaki, I.M. Tiginyanu, E. Foca, H. Föll, R.W. Boyd, *Design of negative-refractive-index materials on the basis of rods with a gradient of the dielectric constant*, Applied Physics Letters, **91**, 081103 - 081103 (2007)
- A. Cojocar, E. Foca, J. Carstensen, M. Leisner, I.M. Tiginyanu, H. Föll, *Impedance spectroscopy as a powerful tool for better understanding and controlling the pore growth mechanism in semiconductors*, Proceedings of the 5th Int. Conference on Microelectronics and Computer Science, **1**, 133 (2007)
- H. Jacobsen, Th. Jung, K. Ortner, K.I. Schiffmann, H.-J. Quenzer, B. Wagner, *Development of a piezoelectric lead titanate thin film process on silicon substrates by high rate gas flow sputtering*, Sensors and Actuators A, **133**, 250 - 258 (2007)
- H. Jacobsen, H.-J. Quenzer, B. Wagner, K. Ortner, Th. Jung, *Thick PZT layers deposited by Gas Flow Sputtering*, Sensors and Actuators A, **135**, 23 - 27 (2007)
- K. Ortner, D. Koeßler, Th. Jung, H. Jacobsen, H.-J. Quenzer, *Influence of Bias Voltage on the Structure of Lead Zirconate Titanate Piezoelectric Films Prepared by Gas Flow Sputtering*, Plasma Processes and Polymers, **4**, 134 - 138 (2007)
- J. Carstensen, A. Schütt, H. Föll, *CELLO local solar cell resistance maps: Modeling of data and correlation to solar cell efficiency*, Proc. of the 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, Milan, **1CV.1.34**, (2007)
- A. Schütt, S. Keipert, J. Carstensen, H. Föll, *Modeling of the frequency dependence of the CELLO photo current for increasing measurement speed and identification of defect types*, Proc. of the 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, Milan, **1CV.1.35**, (2007)
- J.C. Claussen, J. Carstensen, *Underetching from simple stochastic etching kinetics*, Extended Abstracts - The 3rd Int. IEEE Scientific Conference on Physics and Control, **184**, (2007)
- H. Föll, J. Carstensen, E. Foca, *Electrochemical pore formation in semiconductors: Oscillations, structure formation and control*, Extended Abstracts - The 3rd Int. IEEE Scientific Conference on Physics and Control, **185**, (2007)
- C. Fang, E. Foca, S. Xu, J. Carstensen, H. Föll, *Deep silicon macropores filled with copper by electrodeposition*, J. Electrochem. Soc., **154(1)D**, 45 - 49 (2007)

## Präsentationen

- M. Leisner, J. Carstensen, H. Föll, *FFT impedance spectroscopy analysis of the growth of anodic oxides on Si with various electrolytes*, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, U.S.A., 06.-10.05.2007
- H. Föll, J. Carstensen, E. Foca, M. Leisner, *Understanding and controlling pore etching in semiconductors*, 211th Meeting

- of The Electrochemical Society (eingeladener Vortrag), Chicago, U.S.A., 06.-10.05.2007
- E. Foca, J. Carstensen, M. Leisner, E. Ossei-Wusu, O. Riemenschneider, H. Föll, *Smoothing the pores walls in macroporous n-Si*, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, U.S.A., 06.-10.05.2007
- E. Foca, J. Carstensen, G. Popkirov, H. Föll, *Controlling macropores etching in n-Si by means of FFT in-situ voltage- and photoimpedance spectroscopy*, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, U.S.A., 06.-10.05.2007
- E. Foca, J. Carstensen, H. Föll, *Describing the Si-HF contact with the Current Burst Model: from oscillatory behavior to pore formation*, 211th Meeting of The Electrochemical Society, Chicago, U.S.A., 06.-10.05.2007
- H.-J. Quenzer, B. Wagner, H. Jacobsen, K. Prume, K. Ortner, Th. Jung, *High-rate sputtering of thick PZT-layers for MEMS*, 2nd. Int. Workshop on Smart Materials and Structures, Kiel, Deutschland, 29.-31.08.2007
- J. Carstensen, A. Schütt, H. Föll, *CELLO local solar cell resistance maps: Modeling of data and correlation to solar cell efficiency*, 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, Mailand, Italien, 03.-07.09.2007
- J. Carstensen, G. Popkirov, A. Schütt, H. Föll, *System identification: CELLO + Solar Cell to identify potentials for further increase in measurement speed*, Treffen Netzwerk Diagnostik: Fast CELLO-Measurements, Mailand, Italien, 05.-05.09.2007
- H. Föll, J. Carstensen, E. Foca, I.M. Tiginyanu, *In-Situ Control of Pore Etching in Semiconductors*, Microelectronics and Computer Science (ICMCS 2007), Chisinau, Moldawien, 19.-21.09.2007
- A. Cojocar, E. Foca, J. Carstensen, M. Leisner, I.M. Tiginyanu, H. Föll, *Impedance spectroscopy as a powerful tool for better understanding and controlling the pore growth mechanism in semiconductors*, Microelectronics and Computer Science (ICMCS 2007), Chisinau, Moldawien, 19.-21.09.2007
- J. Carstensen, A. Schütt, H. Föll, *CELLO Untersuchungen an QCells Solarzellen: Verluste in Photostrom und Photospannung*, Vortrag auf dem Halbjahrestreffen 1 des Silizium-Forschungsclusters Solar Focus, Arnstadt, Deutschland, 19.-19.09.2007
- H. Föll, *Novel Focusing Elements based on Photonic Crystals*, NANO Symposium - Humboldt Kolleg (NANO 2007), Chisinau, Moldawien, 20.-22.09.2007
- A. Cojocar, E. Foca, J. Carstensen, M. Leisner, I.M. Tiginyanu, H. Föll, *Impedance spectroscopy as a powerful tool for better understanding and controlling the pore growth mechanism in semiconductors*, NANO Symposium - Humboldt Kolleg (NANO 2007), Chisinau, Moldawien, 20.-22.09.2007
- H. Föll, *Poröse und nanoporöse Halbleiter*, Kolloquium, Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften (eingeladener Vortrag), Leipzig, Deutschland, 16.-16.10.2007
- J. Carstensen, A. Schütt, H. Föll, *CELLO Measurements: Quantitative analysis of local resistances on solar cells*, Vortrag am ISFH Hameln, Hameln, Deutschland, 19.-19.11.2007
- H. Föll, *Electrochemical pore formation in semiconductors: oscillations, structure formation and control*, 3rd International IEEE Scientific Conference on Physics and Control (PhysCon 2007), Potsdam, Deutschland, 03.-07.09.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied des Fachbeirats des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik, Halle, Germany (Teilnahme an der Fachbeiratssitzung v. 01. - 02.02.2007 in Halle)

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied des Kuratoriums am Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe, Germany (Teilnahme an der Sitzung des Kuratoriums am 01.03.2007 in Itzehoe)

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied des Vorstandes des Fördervereins der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel.

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Vertrauensdozent für Angelegenheiten der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied in der HWT- (Hochschule - Wirtschaft - Transfer) und / bzw. Transferprojekte-Jury der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat im Jahr 2007 diverse Vorträge / Beiträge / Laudationen zu verschiedenen Anlässen gehalten.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat auch im Jahr 2007 an zahlreichen Begutachtungen teilgenommen und regelmäßig Gutachten für Zeitschriften und Drittmittelgeber erstellt.

#### *Gäste im Jahr 2007*

01.03.2007 - 29.02.2008 Frau Dr. Ala Cojocar, Institute of Applied Physics, Academy of Sciences of Moldova: Georg-Forster Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung, Projekt: „Fabrication and characterization of semiconductor-metal nanocomposites for photonic and optoelectronic applications“

16.04.2007 Dr. Lothar Schäfer, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, Diamanttechnologie, Braunschweig, Kolloquiumsvortrag „Heißdraht-aktivierte Abscheidung von Diamant- und siliziumbasierten Schichten - Entwicklungen und Anwendungen“

20.09.2007 - 30.09.2007 Zana Margarian, Department of Physical Chemistry Faculty of Chemistry, Vilnius University, LITHUANIA, Thema: „FFT-EIS investigation of the slow Ag-electrocrystallization from solutions containing sulfite complex agents“

12.11.2007 Dr. Erica Lilleodden, GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Werkstofforschung, Geesthacht, Kolloquiumsvortrag „Size Effects in Metal Plasticity“

16.11.2007 - 16.02.2008 Lilian Sirbu, Technical University of Moldova, Gastwissenschaftler im Rahmen der Kooperation mit der TU Moldova

# Anorganische Funktionsmaterialien

Der Lehrstuhl für Anorganische Funktionsmaterialien befasst sich mit der Entwicklung intelligenter Werkstoffe (so genannten „Smart Materials“) in Form dünner Schichten, sowie dem Einsatz dieser Schichten in mikro- bzw. nanotechnologischen Anwendungen. Für die Herstellung werden kosteneffiziente Prozesse gewählt, die sich für die Massenproduktion eignen. Diese „Smart Materials“ wandeln als inhärente Materialeigenschaft elektrische, magnetische oder thermische Energie in mechanische Energie um und umgekehrt und eignen sich somit hervorragend für die Realisierung miniaturisierter Aktuatoren und Sensoren. Die jeweiligen Umwandlungsprozesse basieren hierbei auf den physikalischen Phänomenen der Magnetostriktion, dem Piezoeffekt bzw. dem Formgedächtniseffekt.

Verfahren zur Herstellung dünner Schichten stellen eine viel versprechende Methode zur Herstellung dieser intelligenten Materialien dar. Sie ermöglichen eine kosteneffiziente Übertragung der Mechanismen in den Mikro- bzw. Nanometerbereich und sind darüber hinaus kompatibel zu Prozessen der Mikro-/Nanoelektronik. Zusätzlich werden durch diese Herstellungsverfahren neuartige Werkstoffe wie z.B. Viellagenschichten ermöglicht, die verbesserte Eigenschaften im Vergleich zu Kompaktwerkstoffen aufweisen.

Diese kleinen, einfach zu integrierenden und „intelligenten“ Mikroaktuatoren und -sensoren sind von wichtiger Bedeutung für eine Vielzahl von Anwendungen in der Automobil-, Informations-, biochemischen und Medizintechnik, von denen einige exemplarisch im Ergebnisteil vorgestellt werden.

Das Kieler Nanolabor, welches sich zz. im Bau befindet, wird für diese Arbeiten eine exzellente Infrastruktur gewährleisten. Einerseits wird für die Herstellung der Materialien und Bauteile eine breite Palette an Dünnschichttechnologie zur Verfügung stehen, wie z.B. Magnetronputtern, Photolithographie und Ätztechniken. Außerdem werden spezielle Analysetechniken (TEM, FIB) vor Ort sein, mit denen die Bauteile in Hinsicht auf ihre funktionellen und strukturellen Eigenschaften charakterisiert werden können.

## Ergebnisse

### a) Superelastische NiTi-Legierungen

In dem Sonderforschungsbereich „Formgedächtnistechnik“ (SFB459) arbeitet eine interdisziplinäre Gruppe aus Ingenieur- und Naturwissenschaftlern zusammen. Ziel ist, das Gebiet Formgedächtnistechnik auch unter dem Gesichtspunkt der Produktinnovation und im Bereich anspruchsvoller Anwendungen im Maschinenbau und in der Medizin voranzutreiben. Hauptziel des beantragten Teilprojektes B9 ist die Entwicklung von Verfahren zur Mikrostrukturierung von superelastischen

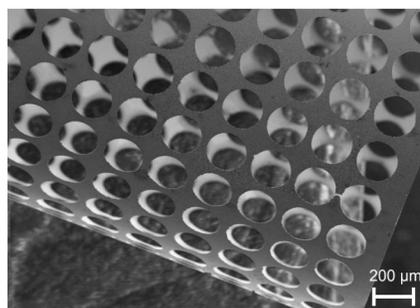
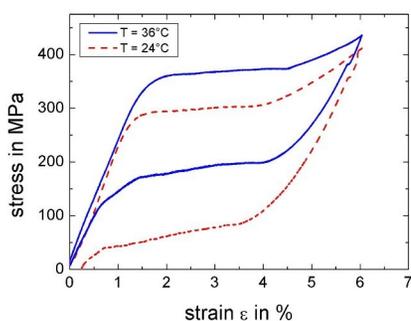


Abb. 1: a) Spannungs-Dehnungs-Diagramm eines freitragenden NiTi Films. Der Film hat eine Dicke von  $10\ \mu\text{m}$ . Das Diagramm zeigt ein superelastisches Plateau bei  $24^\circ\text{C}$  und  $36^\circ\text{C}$ . b) Strukturiertes NiTi-Röhrchen

NiTi-Filmen (s. Abb. 1a) und Röhrchen, die mittels der Magnetronputtertechnik im Reinraum des Forschungszentrums caesar und an der Technischen Fakultät in Kiel hergestellt wurden. Diese sollen als Prototypen für neue Anwendungen vorwiegend

im Bereich medizinischer Implantate beispielsweise als Stents für neurovaskuläre Anwendungen und als Emboliefilter weiterentwickelt werden. Konkretes Ziel ist die Entwicklung eines dreidimensionalen Beschichtungsverfahrens für die Herstellung von dünnwandigen Formgedächtnisröhrchen und die Entwicklung eines dreidimensionalen lithographischen Strukturierungsverfahrens (s. Abb. 1b).

**b) Mikroinduktoren mit Nanokompositkernen**

Im Rahmen des DFG-Projektes „Magnetic nanocomposites for rf applications in mobile communication“ werden Bauelemente und im Besonderen Mikroinduktoren mit magnetischen Kernen aus Polymer-Metall-Nanokompositen entwickelt. Das Kernmaterial, das am Lehrstuhl für Materialverbunde hergestellt wird, zeichnet sich durch hohe Grenzfrequenzen, hohe Permeabilitäten und gute Gütefaktoren aus. Für die Induktoren wurde eine Toroidstruktur gewählt, die eine hohe Induktivität mit einer Minimierung von Streufeldern in der Struktur kombiniert. Die Herstellung der Toroidspulen mit Durchmessern von 1 mm bis 300  $\mu\text{m}$  erfolgt unter Reinraumbedingungen im neuen Kieler Nanolabor. Neben Photolithographie zur Strukturierung im Mikrometerbereich werden auch Galvanisierungs- und Ätzprozesse (Ion Beam Etching, Reactive Ion Etching) bei der Produktion verwendet. Abbildung 2 zeigt eine Toroidstruktur und einen Querschnitt, der mit einem fokussierten Ionenstrahl (FIB) in diese Struktur geschnitten wurde. Das Design der Toroiden und die Simulation der Induktoreigenschaften erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik. Ein Vergleich von simulierten Daten und gemessenen Ergebnissen zeigt eine gute Übereinstimmung, und erste Ergebnisse zeigen viel versprechende Resultate für die Grenzfrequenzen der hergestellten Toroiden.

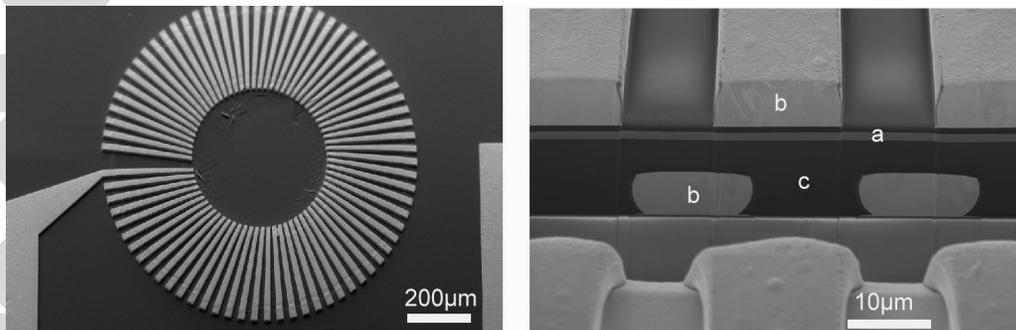


Abb. 2: Rasterelektronenmikroskopische Bilder der Mikroinduktoren mit Toroidstruktur: Übersicht und Querschnitt durch die Struktur: a) magnetischer Kern aus Polymer-Metall-Nanokompositen b) Spulenumwicklungen aus Gold c) Isolationslack BCB (Bilder von Angelika Sehrbrock, Forschungsinstitut caesar)

**c) Magnetische/ Magnetostruktive Sensorschichten**

In zwei Teilprojekten des Schwerpunktprogramms 1299 „HAUT“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) werden Dünnschichten mit integrierten Sensorfunktionen entwickelt. Hierzu sollen bereits bekannte Schutzschichten, die Bauteile z.B. vor mechanischen oder thermischen Belastungen schützen, mit magnetischen Materialien kombiniert werden.

Das erste Projekt befasst sich dabei mit Hochtemperaturschutzschichten, die metallische Substrate vor Oxidation bzw. Korrosion schützen. Solche Schutzschichten verlieren durch Verarmung der deckschichtbildenden schützenden Elemente im Laufe der Zeit ihre Funktion. Das Ziel des Projektes ist es, eine zerstörungsfreie und praxistaugliche Prüfmethode zu entwickeln, die eine Bestimmung des Degradationszustandes der Schutzschicht erlaubt. Bei der Entwicklung wird interdisziplinär vorgegangen, so dass sowohl physikalische und materialwissenschaftliche als auch werkstofftechnische Belange berücksichtigt werden. Der Lehrstuhl für Anorganische Funktionsmaterialien arbeitet gemeinsam mit zwei Kooperationspartnern, dem Forschungszentrum Jülich und der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., an diesem Projekt.

Im zweiten Projekt werden ebenfalls Schutzschichten hergestellt und untersucht, sogenannte Hartstoffschichten. Diese finden bereits in vielen Bereichen Anwendung, in denen trotz geringer Schichtdicke ein hohes Maß an Verschleißschutz,

z.B. aufgrund hoher mechanischer Belastungen, erreicht werden muss. Dieser Schutz muss je nach Anwendung auch bei hohen Temperaturen gewährleistet werden. Im Rahmen des Projektes werden nanostrukturierte magnetostruktive Dünnschicht-Komposite entwickelt, die einerseits die Eigenschaften von Hartstoffschichten aufweisen und die gleichzeitig eine berührungslose Messung der Schichtdicke sowie der Temperatur oder mechanischer Spannungen ermöglichen. Projektpartner sind die Ruhr-Universität Bochum, das Forschungszentrum caesar in Bonn sowie das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK).

#### d) TMR-Sensoren als Technologieplattform für Anwendungen im Automobilbereich

Der magnetoresistive Tunneleffekt (tunnel magneto resistance, TMR) lässt sich an Dünnschichtsystemen beobachten, die aus zwei ferromagnetischen Elektroden und einer dünnen Isolatorschicht bestehen. Aufgrund der spinabhängigen Wahrscheinlichkeit für den Tunnelprozess über die Isolatorschicht hinweg ist der Tunnelwiderstand von der relativen Orientierung der Magnetisierung in den Elektroden abhängig. In der Regel ist der Widerstand bei paralleler Ausrichtung deutlich geringer als bei antiparalleler magnetisierten Elektroden. An Systemen mit Magnesiumoxidbarrieren konnten bereits Widerstandsänderungen von über 300% gemessen werden.

Der TMR-Effekt wird in der Mikroelektronik seit längerer Zeit intensiv erforscht, da man hofft, auf dessen Basis neue nichtflüchtige und hoch integrierbare Speicherbausteine MRAMs (magnetic random access memories) herstellen zu können. Für Sensoranwendungen jedoch (und vor allem für technische Anwendungen) ist er bisher kaum untersucht worden. Im Rahmen des TMR-Tech Projekts wird der TMR-Effekt in Kombination mit CMOS-Technologie sowie Oberflächen-Mikromechanik (SMM, surface micromachining) als mögliche Plattform für Sensorbauelemente für Anwendungen in der Automobilindustrie untersucht. Diese Untersuchung erfolgt anhand zweier unterschiedlicher Anwendungen: Zum Einen wird das Konzept des magnetoresistiven Dehnungssensors, der im Vorgängerprojekt MAGNOS als hochintegriertes Bauteil auf der Basis des technologisch einfacheren GMR-Effekts untersucht worden war, weiterverfolgt und auf den TMR-Effekt erweitert. Zum Anderen soll die Verwendung des TMR-Effekts in einem Magnetfeldsensor untersucht und damit sein Potenzial für eine Vielzahl von Anwendungen gezeigt werden, die letztendlich auf eine Magnetfeldmessung reduziert werden können (also z.B. in der Positions-, Geschwindigkeits-, Stromsensorik).

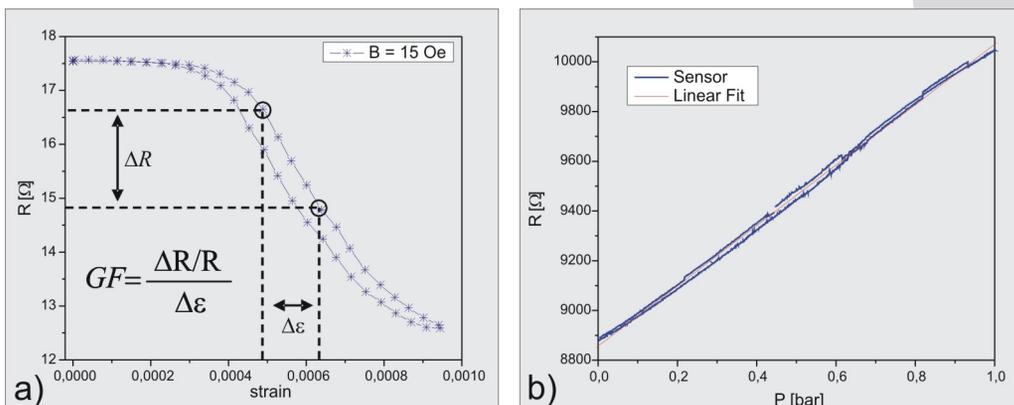


Abb. 3: a) Magnetostriktion an einem TMR-Schichtsystem und b) Widerstand eines SMM-Drucksensors in Abhängigkeit von externem Druck

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Quandt; Sekretariat: Gislinde Schroeder

Technisches Personal: Janine Dahmke, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Metzling

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr. Wing Fong Chu

01.01.-31.12.2007

CAU

M.Sc. Rodrigo Lima de Miranda SFB 459	01.08.-31.12.2007	DFG
Dr. Dirk Meyners	01.06.-31.12.2007	CAU
Dr. Ulrich Schürmann Magnetic Nanocomposites for rf applications in mobile communication	01.10.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Phys. Claas Thede SPP HAUT	01.09.-31.12.2007	DFG

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### *Winter 2006/2007*

Ceramic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Thermodynamics and Kinetics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Electrochemical and Chemical Aspects of Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. F. Chu

Anorganische Funktionsmaterialien, 2 Std. Seminar/Woche,  
E. Quandt

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. F. Chu

### *Sommer 2007*

Sensors, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Thermodynamics and Kinetics II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Anorganische Funktionsmaterialien, 2 Std. Seminar/Woche,  
E. Quandt

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,  
W. F. Chu

### *Winter 2007/2008*

Ceramic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Thermodynamics and Kinetics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
E. Quandt

Electrochemical and Chemical Aspects of Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
W. F. Chu

Anorganische Funktionsmaterialien, 2 Std. Seminar/Woche,  
E. Quandt

## Drittmittel

- DFG, SPP 1299 HAUT, *Nanostrukturierte magnetische Dünnschicht-Komposite für Anwendungen in der Hochtemperatur-Sensorik*, 01.09.2007-31.08.2009 (160.000)
- DFG, SPP 1299 HAUT, *Sensorfunktion für Hochtemperatur-Schutzschichten zur in situ Erfassung des Degradationszustands*, 01.11.2007-31.10.2009 (203.800)
- DFG, SPP 1299 HAUT, *Herstellung und Charakterisierungsverfahren für nanoskalige magnetische Sensorphasen in Hochtemperatur-Schutzschichten*, 17.12.2007-16.12.2010 (255.587,06)
- DFG, SFB 459, *Teilprojekt B09, Anwendung dünner NiTi-Schichten*, 01.01.2006-31.12.2008 (223.050)
- DFG, *Magnetic Nanocomposites for rf Applications in Mobile Communication*, 01.08.2006-31.07.2008 (140.000)
- DFG, SPP 1239, *Änderung von Mikrostruktur und Form fester Werkstoffe durch äußere Magnetfelder, Teilprojekt: Exploitation and Transfer of Results of the SPP 1239*, 15.09.2006-30.06.2008 (139.600)
- DFG, SPP 1239, *Änderung von Mikrostruktur und Form fester Werkstoffe durch äußere Magnetfelder, Teilprojekt: PAK1: Fe-Pd-X Thin Film-Polymer Composites for Sensor Applications*, 01.01.2007-31.12.2008 (156.350)
- DFG, SFB 677, *Funktion durch Schalten, Teilprojekt C07: Composite aus Polymermatrix und ferromagnetischen Formgedächtnis-Nanopartikeln als magnetische Schalter*, 01.06.2007-31.12.2011 (192.400)
- DFG, *Elektronenmikroskopische Untersuchung der Mikrostruktur und der lokalen chemischen Zusammensetzung*, 18.11.2005-30.09.2007 (118.000)
- DFG, *Elektronenmikroskopische Untersuchung der Mikrostruktur und der lokalen chemischen Zusammensetzung, Fortsetzungsantrag*, 01.12.2007-30.11.2009 (118.800)
- BMBF, *Verbundprojekt: TMR-Sensoren als Technologieplattform für Anwendungen im Automobilbereich - Teilvorhaben: Drucksensor (13N9083)*, 01.10.2007-30.06.2009 (366.300)
- EFRE/Landesmittel, *Kieler Nanolabor - Geräteausstattung des Reinraums*, 01.10.2007-31.12.2008 (4.046.000)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Forschungsinstitut *Stiftung caesar*, Bonn

Prof. Dr. Manfred Wuttig, University of Maryland, USA

Weitere Zusammenarbeiten im Rahmen der genannten Drittmittelprojekte mit den jeweiligen Projektpartnern

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- F. Hettstedt, H. Greve, U. Schürmann, A. Gerber, V. Zaporojtchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroid Microinductors with Magnetic Nanocomposite Cores*, European Microwave Week 2007 Conference Proceedings, 270 - 273 (2007)
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, C. Hanisch, V.S.K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Deposition of Nanocomposites by Plasmas*, Contrib. Plasma Phys. 47, 7, 537 - 544 (2007)
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Pochstein, V.S.K. Chakravadhanula, A. Biswas, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Polymer Nanocomposites for Functional Applications*, Electroactive Polymers - Materials and Devices, **Vol. II**, (2007)
- T.M.A. Gronewold, U. Schlecht, E. Quandt, *Analysis of proteolytic degradation of a crude protein mixture using a surface wave sensor*, Biosensors and Bioelectronics, **22**, 2360 - 2365 (2007)

- A. Jung, T.M.A. Gronewald, M. Tewes, E. Quandt, P. Berlin, *Biofunctional structural design of SAW sensor surfaces in a microfluidic sensor system*, Sensors and Actuators, **B 124**, 46 - 52 (2007)
- J.R. Hattrick-Simpers, L. Dai, M. Wuttig, I. Takeuchie, E. Quandt, *Demonstration of magnetoelectric scanning probe microscopy*, Rev. Sci. Instr., **78**, 106103 - 106103 (2007)
- D. Meyners, S. Puchalla, S. Dokupil, M. Lohndorf, E. Quandt, *Magneto-electronical Sensors for Mechanical Measurements*, ECS Trans., **3**, 223 - 223 (2007)
- SA. Wilson, RP. Jordan, Zh. i, RA. Dorey, CR. Bowen, M. Willander, Qu. Wahab, SM. Al-Hili, O. Nure, E. Quandt, C. Johannsson, E. Pagounis, M. Kohl, J. Matovic, B. Samel, W. van der Wijngaart, EWH Jager, D. Carlsson, Z. Djinovic, M. Wegener, C. Moldovan, E. Abad, M. Wendlandt, C. Rusug, C. Rusu, K. Persson, *New materials for micro-scale sensors and actuators: an engineering review*, Elsevier Sequoia S.A., **56**, 1 - 129 (2007)
- M. Lohndorf, S. Dokupil, M.T. Bootsman, A. Malave, M. Rührig, E. Quandt, P. Berlin, *Characterization of magnetostrictive TMR pressure sensors by MOKE*, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, **316**, 223 - 225 (2007)
- TMA Gronewald, A Jung, M. Tewes, E. Quandt, *Biofunctional structural design of SAW sensor chip surfaces in a microfluidic sensor system*, Sensors and Actuators:B Chemical, **129**, 491 - 496 (2007)
- E. Quandt, C. Zamponi, M. Wuttig, *Ni-Ti-Ag shape memory thin films*, Scripta-Materialia, **56**, 1075 - 1077 (2007)
- A. Gerber, J. McCord, C. Schmutz, E. Quandt, *Permeability and magnetic properties of ferromagnetic NiFe/FeCoBSi bilayers for high-frequency applications*, IEEE Transactions on Magnetics, **43**, 2624 - 2626 (2007)
- H. Greve, C. Pochstein, H. Takeke, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, A. Gerber, M. Frommberger, E. Quandt, *Nanostructured magnetic Fe-Ni-Co/teflon multilayers for high-frequency applications in the gigahertz range*, Applied Physics Letters, **89**, 242501 - 242503 (2007)
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, Ulrich Schürmann, V.S.K. Chakravadhanula, C. Hanisch, A. Kulkarni, A. Gerber, R. Podschun, *Deposition of Nanocomposites by Plasmas*, Contrib. Plasma Phys., **7**, 537 - 544 (2007)

## Präsentationen

- E. Quandt, A. Gerber, J. McCord, C. Schmutz, *Permeability and Magnetic Properties of Ferromagnetic NiFe/FeCoBSi Bi-layers for High Frequency Applications*, MMM/Intermag, Baltimore, USA, 08.-11.01.2007
- E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid Microinductors for rf Applications using Magnetic Nanocomposites*, MMDM5, Baltimore, USA, 12.01.2007
- E. Quandt, M. Tewes, *NANOSECURE: Possible Sensor Concept*, NANOSECURE Kick-off, Chester, 21.-22.03.2007
- C. Zamponi, *NiTi Thin Film Technology I*, IBK-Treffen, SFB459, Bochum, 22.-23.03.2007
- C. Bechtold, A. Gerber, E. Quandt, *Characterization of Ni<sub>2</sub>MnGa Single Crystals for Sensor Application*, DPG Frühjahrstagung, Regensburg, BRD, 26.-30.03.2007
- E. Quandt, *Smart Materials in Mikro- und Nanotechnik (Antrittsvorlesung)*, CAU, Technische Fakultät, Kiel, 20.04.2007
- E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid-Mikroinduktoren mit magnetischen Nanokompositen für HF Anwendungen*, GMM Workshop, Karlsruhe, 07.-08.05.2007
- E. Quandt, Th. Gronewald, M. Tewes, *Surface Acoustic Wave Sensor System for Label-free Real-time Analysis of Biomolecular Interactions*, 2007 U.S. Navy Workshop on Acoustic Transduction Materials and Devices, State College, PA, USA, 15.-17.05.2007
- F. Faupel, E. Quandt, R. Knöchel, *Mikroinduktoren mit nanoskaligen magnetischen Kernen*, Sommerfest Technische Fakultät, Kiel, 29.06.2007
- E. Quandt, *Magneto-electronical Sensors for Mechanical Measurements (eingeladener Vortrag)*, ANMM, Iasi, Rumänien, 29.-31.08.2007
- U. Schürmann, H. Greve, F. Hettstedt, A. Gerber, V. Zaporojtchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroidal Microinductors with Polymer-Based Magnetic Nanocomposite Cores*, 18th Soft Magnetic Materials Conference (SMM18), Cardiff, Großbritannien, 02.-05.09.2007
- E. Quandt, *Sputtered Ti-Ni-Ag Shape Memory Thin Films*, Euromat, Nürnberg, BRD, 10.-13.09.2007

- E. Quandt, A. Gerber, C. Schmutz, J. McCord, *Layered Ferromagnetic Thin Films as Cores in Toroidal Microinductors for rf-Applications in the GHz Range*, Euromat, Nürnberg, 10.-13.09.2007
- E. Quandt, *SAW Biosensorsystem zur markerfreien Echtzeitanalyse biomolekularer Wechselwirkungen (eingeladener Vortrag)*, Nanosensoren für industrielle Anwendungen, Wien, Österreich, 17.-18.09.2007
- C. Zamponi, *NiTi Thin Film Technology II*, IBK-Treffen, SFB459, Bochum, 11.-12.10.2007
- D. Meyners, E. Quandt, *Magnetoelektronische Sensoren zur Messung mechanischer Größen*, NINA Treffen Fa. Vishay, Heide, 02.11.2007
- E. Quandt, D. Meyners, J. Puchalla, *Nanoscaled Magnetoelectronical Sensors for Mechanical Measurements*, MRS 2007 Fall Meeting, Boston, USA, 25.-29.11.2007
- C. Bechtold, A. Gerber, M. Wuttig, T. Kakeshita, E. Quandt, T. Fukuda, *Characterization of a FePd Single Crystal for Sensor Applications*, MRS Conference, Boston, USA, 25.-29.11.2007
- C. Zamponi, E. Quandt, *Shape Memory Thin Films*, SMST, Tsukuba, Japan, 03.-05.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Leitung *DGM - Fachausschuss „Dünne Schichten“*

Gutachten für Zeitschriften und Drittmittelgeber

*Gäste im Jahr 2007:*

03.08.07 - 31.08.07: Prof. Dr. Manfred Wuttig, University of Maryland, Dept. of Materials Science USA

# almanach 07

## Materialverbunde

Das herausragende Ereignis des Jahres 2007 war die Ernennung von PD Dr. Adelung zum Heisenberg-Professor. In einem fächerübergreifenden Verfahren hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) diese hohe Auszeichnung bisher nur sehr wenigen Nachwuchswissenschaftlern verliehen. Sie ist mit einer fünfjährigen Finanzierung der Professur verbunden. Nachfolger von R. Adelung am Lehrstuhl wird Dr.-Ing. Michael Scharnberg, der gerade seine Promotion mit "summa cum laude" abgeschlossen hat und bereits über Auslandserfahrung an der University of Texas at Austin verfügt.

Besonders erwähnenswert ist auch die Verleihung des Nanowissenschaftspreises des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in der Juniorkategorie an M.Sc. Mady Elbahri für seine im Rahmen seiner Promotion in der Arbeitsgruppe von R. Adelung durchgeführten innovativen Arbeiten zur Abscheidung von Nanostrukturen aus heißen Wassertröpfchen.

Im letzten Jahr wurde ferner ein fakultätsübergreifender Sonderforschungsbereich "Funktion durch Schalten" bewilligt von der DFG. Prof. Faupel ist stellvertretender Sprecher und war intensiv an der Vorbereitung des SFBs beteiligt. Er ist mit zwei Projekten vertreten, eines gemeinsam mit Dr. Zaporojtchenko und eines mit Prof. Quandt. Prof. Faupel war auch Mitinitiator des überregionalen DFG-Schwerpunktprogramms "Polymer-Festkörper-Kontakte: Grenzflächen und Interphasen", das inzwischen bewilligt wurde. Im Rahmen des Programms untersucht der Lehrstuhl unter Leitung von PD Dr. Rätzke Grenzflächen zwischen Polymeren und verschiedenen Festkörpern u.a. in Nanokompositen.

Die von Prof. Faupel koordinierte "Norddeutsche Initiative Nanomaterialien" ist inzwischen fest etabliert. Im letzten Jahr wurden mehrere Schwerpunktveranstaltungen durchgeführt, die bei Industrie und Hochschulen gleichermaßen auf Interesse stießen. Die in Kiel 2003 von Prof. Faupel initiierte Nanoworkshopserie "Polymer-Metal-Nanocomposites" wurde 2007 mit dem 3. Workshop im japanischen Kobe fortgesetzt. Der nächste Workshop wird 2009 in Prag stattfinden.

Die Forschung am Lehrstuhl wurde wieder überwiegend aus Drittmitteln finanziert. Sie fand in drei Arbeitsgruppen statt. Im Vordergrund der von Dr. Zaporojtchenko geleiteten Arbeitsgruppe "Metall-Polymer-Verbunde" standen funktionelle polymerbasierte Nanokomposite mit Anwendungen u.a. in der mobilen Kommunikation, Sensorik oder als antibakterielle Beschichtungen. Ferner wurde für die Firma Sennheiser weiter an neuen Elektretmaterialien für Mikrophone gearbeitet. In der Arbeitsgruppe von Prof. Adelung wurde u.a. weiter an Anwendungen von Nanodrähten und -Netzwerken geforscht, die über die kontrollierte Einbringung von Rissen erzeugt wurden. Weiterhin wurde die Kooperation mit Prof. Kern von der Zahnklinik ausgebaut. M.Sc. Elbahri entwickelte ein völlig neues Verfahren zur Erzeugung von Nanodrähten aus Lösung über (spinodale) Entnetzung. Über die Forschung der Gruppe, die seit der Ernennung von R. Adelung zum Heisenberg-Professor eigenständig ist, wird ausführlich unter der Arbeitsgruppe "Funktionelle Nanomaterialien" berichtet. Die Arbeitsgruppe "Diffusion und Defekte" unter Leitung von PD Dr. Rätzke befasste sich neben den Mechanismen der Diffusion und des viskosen Fließens in metallischen Schmelzen vor allem mit Polymermembranen für die Gastrennung. Besonders fruchtbar war hier eine intensive Kooperation mit dem GKSS-Forschungszentrum Geestacht. Die Arbeiten am Lehrstuhl wurden durch wertvolle Beiträge von Dr. Strunskus, der im Rahmen einer Kooperation mit Prof. Wöll von der Ruhr-Universität Bochum abgeordnet ist, und durch den Alexander von Humboldt-Stipendiat Dr. Li bereichert.

Im Folgenden werden einige Ergebnisse exemplarisch dargestellt. Die Resultate aus Industrieprojekten sind in der Regel vertraulich und können hier nicht behandelt werden. Viele Arbeiten wurden mit Partnern im In- und Ausland durchgeführt.

### Ergebnisse

#### a) Nanokomposite

Die hier untersuchten Nanokomposite bestehen aus einer isolierenden Matrix, in die metallische Nanopartikel eingebettet sind. Die Matrix ist meist ein Kunststoff, es wird aber auch an keramischen Matrices geforscht. Die Nanopartikel werden mittels vorwiegend am Lehrstuhl entwickelter Gasphasenabscheidungsverfahren in die Matrix eingebracht (s. Almanach 2002, 2003). Durch die Abmessungen der Nanopartikel, die etwa 10.000 mal kleiner als der Durchmesser eines

menschlichen Haars sind, entstehen völlig neue elektronische, magnetische, optische und andere Eigenschaften, die u.a. auf Quanteneffekten und der extrem großen effektiven Oberfläche beruhen.

Schon im letzten Almanach wurde über magnetische Nanokomposite als Kernmaterialien für Frequenzen im GHz-Bereich ( $> 1.000.000.000$  Schwingungen pro Sekunde), in dem z.B. die mobile Kommunikation abläuft, berichtet. Bei derart hohen Frequenzen stehen wegen der dort vermehrt auftretenden Wirbelströme bisher keine geeigneten Kernmaterialien für magnetische Bauelemente zur Verfügung. Bei den am Lehrstuhl entwickelten Kernmaterialien werden winzige Nanostrukturen sehr fein in einer isolierenden Kunststoffmatrix verteilt, und dadurch Wirbelströme effektiv unterdrückt. Inzwischen ist es gelungen, durch Anlegen eines Magnetfelds während der Abscheidung auch magnetisch anisotrope Komposite herzustellen und den Qualitätsfaktor, der den Einfluss von Verlusten beschreibt, erheblich zu steigern. Abbildung 1 zeigt einen Nanokomposit, der bereits bis 2 GHz ohne nennenswerte Verluste arbeitet. Inzwischen ist am Lehrstuhl für Anorganische Funktionsmaterialien von Prof. Quandt gezeigt worden, dass das Verfahren zur Herstellung der Nanokomposite kompatibel mit den Fertigungsverfahren der Mikroelektronik ist, und es wurde eine Kompositschicht erfolgreich in einen Mikroinduktor integriert. An der Bauelemententwicklung und -charakterisierung ist in einem gemeinsamen DFG-Projekt auch der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik von Prof. Knöchel beteiligt.

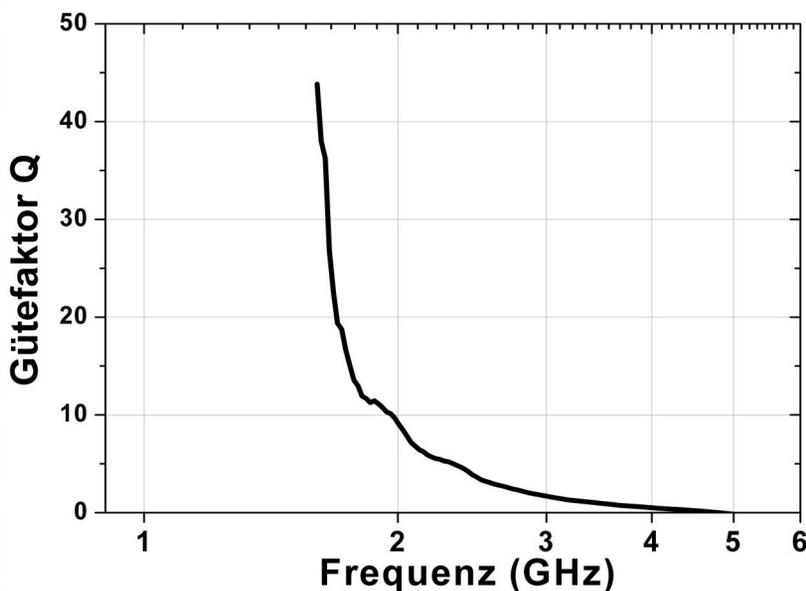


Abb. 1: Qualitätsfaktor eines am Lehrstuhl entwickelten magnetischen Nanokomposits, der bis fast 2 GHz weitestgehend verlustfrei arbeitet.

Wie im letzten Almanach berichtet, wird die große Oberfläche von fein dispergierten Nanopartikeln bei am Lehrstuhl entwickelten antibakteriellen Beschichtungen ausgenutzt, in denen winzige Partikel aus Edelmetall in eine Polymermatrix eingebettet sind. Aus den Metallpartikeln werden Metallionen freigesetzt, die Bakterien abtöten und so deren Aufwachsen verhindern oder stark verzögern. In laufenden Arbeiten zusammen mit Prof. R. Podschun vom Universitätsklinikum Schleswig-Holstein wird dieses Konzept jetzt u.a. genutzt, um die photokatalytische antibakterielle Wirkung von Titanoxid mit der Effizienz fein dispergierter Edelmetallpartikel, die auch ohne Licht wirksam sind, zu kombinieren.

Schon im Almanach 2006 wurde erläutert, dass sich mit metallischen Nanopartikeln gefüllte Kunststoffe in der Nähe der Perkolationschwelle auch als empfindliche Sensoren z.B. für gefährliche organische Dämpfe ausnutzen lassen. In diesem Füllfaktorbereich findet ein Übergang der Leitfähigkeit vom Isolator zum Metall statt. Dadurch ändert sich der elektrische Widerstand um viele Größenordnungen und variiert drastisch bei einer kleinen Variation der Partikelabstände etwa durch Schwellung der Polymermatrix bei der Aufnahme von organischen Dämpfen. Inzwischen wurde durch ein "Fingerprinting"-Verfahren auch eine hohe Selektivität der Sensoren erzielt. Grundidee dabei ist es, die nachzuweisenden Dämpfe gleichzeitig auf Sensoren mit unterschiedlichen Polymermatrices wirken zu lassen, die eine unterschiedliche Löslichkeit aufweisen, und den Dampf durch die relativen Widerstandsänderungen zu identifizieren. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel.

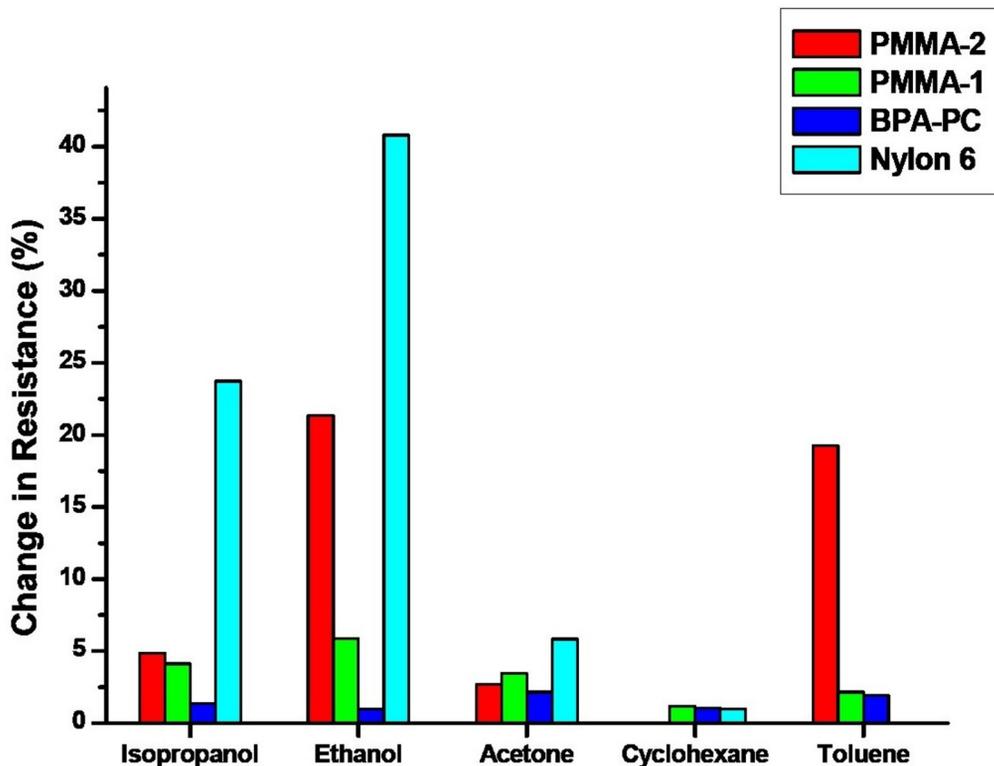


Abb. 2: Widerstandsänderungen in Nanokompositen mit verschiedenen Polymermatrices bei Exposition durch verschiedene organische Dämpfe.

Ein besonderer Höhepunkt für die Nanoforscher am Lehrstuhl war der erwähnte Nanoworkshop "Polymer-Metal-Nanocomposites" in Kobe. Er setzt die in Kiel 2003 initiierte Workshopserie fort und wurde mit einem Plenarvortrag von Prof. Faupel eröffnet. Prof. Adelung und Dr. Zaporojtchenko waren ebenfalls zu Vorträgen eingeladen.

### b) Sonderforschungsbereich "Funktion durch Schalten"

Wie oben erwähnt, war Prof. Faupel intensiv an der Vorbereitung des fakultätsübergreifenden SFBs beteiligt und ist stellvertretender Sprecher. Der Lehrstuhl ist mit zwei Projekten vertreten. In einem Projekt werden mit Licht schaltbare Moleküle in Polymer-Metall-Nanokomposite in der Nähe der Perkolationschwelle eingebracht, um mit Licht die elektrischen und optischen Eigenschaften zu schalten. Erste Composite mit photoschaltbarer Leitfähigkeit sind bereits hergestellt worden. Im zweiten Projekt werden zusammen mit Prof. Quandt vom Lehrstuhl für Anorganische Funktionsmaterialien neuartige Nanokomposite entwickelt, bei denen Nanopartikel aus einer ferromagnetischen Formgedächtnislegierung in eine isolierende Kunststoffmatrix eingebracht sind. Die Composite sollen als hochempfindliche und richtungssensitive Magnetfeldsensoren und magnetische Speicher eingesetzt werden.



Abb. 3: Konferenzfoto des Nanoworkshops im japanischen Kobe. In der Mitte vorn Prof. Faupel zusammen mit dem Gastgeber Prof. Deki (rechts) und dem Gastgeber des letzten Nanoworkshops am GKSS-Forschungszentrum Geestacht Dr. Fritsch (links); Prof. Adelung zweite Reihe, zweiter von links; Dr. Zaporojtchenko erste Reihe, vierter von rechts.

### c) Organische Feldeffekttransistoren

Das DFG-Schwerpunktprogramm "Organische Feldeffekttransistoren" ist im letzten Jahr ausgelaufen. Zum Schluss stand bei den am Lehrstuhl durchgeführten Untersuchungen die Korrelation zwischen strukturellen und elektronischen Eigenschaften der Grenzfläche zwischen Metallelektroden und organischem Halbleiter im Vordergrund. Die zusammen mit Prof. Adelung durchgeführten Arbeiten sind in zahlreichen Veröffentlichungen publiziert worden (s.u. und frühere Ausgaben des Almanach).

### d) Nanodrähte und andere eindimensionale Nanostrukturen

Die Forschung auf diesem Gebiet wurde in der Gruppe von R. Adelung durchgeführt, der seit der Ernennung zum Heisenberg-Professor im April 2007 eigenständig ist. Über die Arbeiten wird ausführlich unter der Arbeitsgruppe "Funktionelle Nanomaterialien" berichtet.

### e) Freies Volumen in Membranpolymeren und Nanokompositen für die Gastrennung

Gastrennung durch Membranen ist ein wesentlicher Prozess bei vielen technischen Anwendungen. Häufig werden dabei aufgrund ihrer einfachen Herstellung, Verarbeitung, und Modifikation sowie der geringen Betriebstemperaturen Polymere verwendet. Die Menge und Verteilung von Hohlräumen auf atomarer Skala, das sogenannte "Freie Volumen", bestimmt dabei wesentlich die Transport- und Trennungseigenschaften. Am Lehrstuhl wird unter der Leitung von PD Dr. Rätzke das Freie Volumen mit Positronenlebenszeitspektroskopie untersucht. Dabei wird auch der Positronenstrahl am neuen Reaktor in Garching eingesetzt. Die Positronenlebenszeitspektroskopie ist eine der ganz wenigen Methoden zur Messung des Freien Volumens auf atomarer Skala. Das Positron ist das Antiteilchen des Elektrons. Es kann mit einem Elektron zerstrahlen, wobei die Masse beider Teilchen in Gammastrahlung umgewandelt wird, die direkt gemessen werden kann. Die Lebenszeit eines Positrons (einige Nanosekunden für Polymere) hängt von der lokalen Elektronendichte ab, wodurch über eine semiempirische quantenmechanische Theorie mikroskopische Hohlraumgrößen zugänglich sind. Die Methode

gestattet auch hochempfindliche Untersuchungen zur strukturellen Alterung.

Obwohl die mikroskopischen Lochgrößen mit der makroskopischen thermischen Ausdehnung korreliert sein sollten, und dies in den bisher untersuchten Fällen auch sind, zeigen Untersuchungen der Temperaturabhängigkeit des freien Volumens in Polymeren mit intrinsischer Porosität, die im Rahmen einer Zusammenarbeit mit Prof. Abetz vom GKSS Forschungszentrum Geesthacht und Prof. Budd von der Universität Manchester durchgeführt wurden, ein ungewöhnliches Verhalten. Nach normaler thermischer Ausdehnung nimmt ab ca. 100 °C die mittlere Hohlraumgröße wieder ab. Erste makroskopische Messungen scheinen diesen Trend zu bestätigen, allerdings ist die vollständige Erklärung anhand der ungewöhnlichen Struktur der Polymere mit intrinsischer Porosität noch Gegenstand laufender Untersuchungen.

In einer weiteren Kooperation mit Prof. Wessling von der Universität Twente, NL, wurde der Frage nachgegangen, wie die Zu- und nachfolgende Abnahme der Gaspermeabilität in PPO-Nanokompositen mit steigender Nanopartikelkonzentration erklärt werden kann. Einerseits verringern Partikel in Membranen die Diffusion aufgrund ihrer Hindernisfunktion, andererseits können sie auch das freie Volumen durch mechanische Spannungen erhöhen. Ferner ist der Einfluss auf die Löslichkeit der Gase und damit die Selektivität nicht bekannt. Mit der Positronenlebenszeitspektroskopie konnte gezeigt werden, dass für geringe Füllstoffkonzentrationen das mittlere Freie Volumen steigt und für große Füllstoffgehalte wieder abnimmt, womit die Permeationsergebnisse zwanglos erklärt werden konnten.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. F. Faupel; Sekretariat: Dipl.-Chem. S. Kastaun (50%), Dipl.-Geol. B. Minten, C. Otte-Hüls (50%)  
Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) R. Kloth, Dipl.-Ing. (FH) S. Rehders

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Priv. Doz. R. Adelung Nanodrähte, Metallisierung organischer Halbleiter	01.01.-31.05.2007	CAU
Dipl.-Ing. A. Bartsch Unterkühlte Metallschmelzen	01.01.-31.12.2007	DFG
M. Sc. V.S.K. Chakravadhanula Optical nanocomposites	01.01.-31.12.2007 (50%)	CAU, Stipendium
M. Sc. M. Elbahi Nanodrähte	01.01.-31.05.2007	CAU
Dipl.-Ing. H. Greve Magnetische Nanokomposite	01.01.-31.07.2007	CAU
Dipl.-Ing. S. Habouti Interface Chemistry	01.01.-31.12.2007	extern, FH, Prof. Es-Souni
Dipl.-Ing. C. Hanisch Metall-Polymer-Verbunde, Nanokompositsensoren	01.01.-31.12.2007	DFG, CAU
Dipl.-Ing M. Heidenblut Polymerprojekt	01.01.-31.12.2007	extern, Infineon
Dipl.-Phys. T. Hrkac Solarzellen	01.01.-31.12.2007	o.m.t. GmbH
M. Sc. S. Jebril Nanowires on silicon	01.01.-31.05.2007	CAU, Landesstipendium

Dr.-Ing. J. Kruse Membranpolymere	01.01.-30.06.2007	GKSS, DFG
M.Sc. A. Kulkarni Metall-Polymer-Verbunde	01.01.-31.12.2007	CAU, Stipendium
Dr. L. Li Nanocomposites	01.01.-31.12.2007	AvH-Stipendium
Priv. Doz. K. Rätzke Metallische Gläser, Positronenvernichtung	01.01.-31.12.2007	CAU
Dr.-Ing. M. Scharnberg Metallisierung organischer Halbleiter	01.01.-31.12.2007	DFG, CAU
M.Sc. M.Q. Shaikh Positronenannihilation	01.01.-31.12.2007 (50%)	BMBF
Dr. T. Strunskus Metall-Polymer-Verbunde	01.05.-31.12.2007	DFG
M. Sc. H. Takele Nanowires	01.01.-31.10.2007	DFG
Dipl.-Ing. S. Wille Nanokanäle	01.01.-31.05.2007	ISH, DFG, CAU
Dr. V. Zaporojtchenko Metall-Polymer-Verbunde	01.01.-31.12.2007	DFG, CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Winter 2006/2007

Metals I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ V.S.K. Chakravadhanula)

Polymers II, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
F. Faupel

Polymers II, 1 Std. Seminar/Woche,  
M. Scharnberg

Solid State Physics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ S. Jebril)

Thin Films II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Rätzke (+ H. Greve)

Einführung in die Materialwissenschaft I, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
K. Rätzke (+ K. Dolgner)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ W. Jäger, W. Weppner, V. Zaporojtchenko, H. Föll, H. Takele)

Forschergruppenkolloquium und Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,  
F. Faupel (+ R. Berndt, W. Depmeier, W. Jäger, L. Kipp, O. Magnussen, M. Schattke, M. Skibowski, W. Tuzcek, F. Faupel)

Seminar for Members of the Chair for Multicomponent Materials and interested guests, 1 Std. Seminar/Woche,  
V. Zaporojtchenko (+ F. Faupel)

### *Sommer 2007*

Metals II, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
F. Faupel

Seminar Metals II, 1 Std. Seminar/Woche,  
K. Rätzke

Polymers I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ T. Strunskus)

Solid State Physics II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ S. Jebril)

Thin Films I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Rätzke (+ T. Hrkac)

Einführung in die Materialwissenschaft II, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
K. Rätzke (+ D. Dolgner)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
F. Faupel (+ H. Föll, W. Jäger, W. Weppner)

Forschergruppenkolloquium und Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,  
F. Faupel (+ R. Berndt, W. Depmeier, W. Jäger, L. Kipp, O. Magnussen, M. Schattke, M. Skibowski, W. Tuczec)

Seminar for the Members of the Chair for Multicomponent Materials and Interested Guests, 2 Std. Seminar/Woche,  
F. Faupel (+ R. Adelung)

Vacuum Technology and Materials, 1 Std. Vorlesung/Woche,  
V. Zaporojtchenko

Mathematik für Materialwissenschaftler II, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Adelung (+ S. Wille)

### *Winter 2007/2008*

Metals I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ V.S.K. Chakravadhanula)

Polymers II, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
M. Scharnberg

Polymers II, 1 Std. Seminar/Woche,  
M. Scharnberg

Solid State Physics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
F. Faupel (+ S. Jebril)

Thin Films II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
K. Rätzke (+ T. Hrkac)

Einführung in die Materialwissenschaft I, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
K. Rätzke (+ K. Dolgner)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ W. Jäger, W. Weppner, V. Zaporojtchenko, H. Föll, H. Takele)

Forschergruppenkolloquium und Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,  
R. Adelung (+ R. Berndt, W. Depmeier, W. Jäger, L. Kipp, O. Magnussen, M. Schattke, M. Skibowski, W. Tuzcek, F. Faupel)

Seminar for Members of the Chair for Multicomponent Materials and interested guests, 2 Std. Seminar/Woche,  
V. Zaporojtchenko (+ F. Faupel)

Mathematik für Materialwissenschaftler, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
R. Adelung (+ S. Wille)

Einführung in die metallischen Werkstoffe, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
F. Faupel

Einführung in die Vakuumtechnik (VAKTECH), 2 Std. Vorlesung/Woche,  
V. Zaporojtchenko

### Drittmittel

DFG, *Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, 01.07.2004-31.01.2007 (59.919 EUR)

GKSS, *Virtuelles Institut: Asymmetric structure for polymer electrolyte fuel cell*, 01.09.2004-31.05.2008 (6.000 EUR)

DFG, *Schwerpunktprogramm: Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion - Strain aligned nanowires on insulating substrates*, 01.11.2004-18.04.2007 (98.460 EUR)

DFG, *Sol-Gel-Heteroschichten*, 01.01.2005-31.12.2007 (64.240 EUR)

DFG, *Preparation of optical functional nanocomposites of polymer based metallic nanoparticles*,  
01.05.2005-31.10.2007 (180.990 EUR)

Sennheiser, *Gasphasenabscheidung von Elektretschichten*, 01.07.2005-30.06.2007 (53.000 EUR)

DFG, *Slowly diffusing elements in bulk amorphous alloys*, 01.09.2005-31.08.2007 (61.995 EUR)

DFG, *Korrelation von Metallwachstum auf molekularen organischen Halbleitern und elektronischen Eigenschaften*,  
01.09.2005-24.11.2007 (71.771 EUR)

ISH, *Organische Nanometalle*, 28.12.2005-31.12.2007 (25.000 EUR)

DFG DST, *Formation of metallic nanostructures in organic matrix by vapour and plasma phase deposition and its modification by swift heavy Iron Irradiation*, 01.03.2006-28.02.2008 (145.860 EUR)

o.m.t., *Solarprojekt*, 01.03.2006-28.02.2009 (270.070 EUR)

DFG, *Magnetic nanocomposites for rf applications in mobile communication*, 01.06.2006-31.05.2008 (161.405 EUR)

Sennheiser, *Verdampfen und Charakterisierung von Fluoropolymer-Elektretschichten*, 01.07.2006-28.02.2007  
(17.490 EUR)

CAU, *Promotionsstipendium für S. Jebril für 1 Jahr*, 01.07.2006-30.06.2007 (8 400 EUR)

DFG, *Schwerpunktprogramm: Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion - Thin film fracture based fabrication of nanowires and tubes in device geometry*, 01.08.2006-30.07.2008 (130.760 EUR)

DFG, *Diffusion in glasbildenden Metallschmelzen vom Gleichgewichtszustand bis zum kalorischen Glasübergang*,  
15.09.2006-14.09.2008 (130.296 EUR)

BMBF, *Verbundprojekt: Entwicklung vernetzungssteuernder Nanomodule mit controlled Release-Funktion für Polymerharz-Systeme mit erhöhter Lagerstabilität und reduzierter Härtungstemperatur*, 01.11.2006-31.10.2009  
(100.227 EUR)

AvH, *Fine Tuning Specific Properties of Polymer-Metal Nanocomposites Near Percolation Threshold (Stipendium für L. Li)*, 01.01.2007-31.05.2008 (52 200 EUR)

DFG, *Heisenberg-Professur: Interdisziplinäre anwendungsnahe Forschung mit nanostrukturierten Materialien*,  
01.06.2007-01.06.2010 (244 800 EUR)

DFG, *Kombination von schaltbaren Polymeren und Nanokompositen nahe der Perkolationsschwelle*,  
01.07.2007-30.06.2011 (216 000 EUR)

- DFG, *Overhead-Mittel zum Projekt "Kombination von schaltbaren Polymeren und Nanokompositen nahe der Perkolationsschwelle"*, 01.07.2007-30.06.2011 (21 600 EUR)
- DFG, *Komposite aus Polymermatrix und ferromagnetischen Formgedächtnis-Nanopartikeln als magnetische Schalter*, 01.07.2007-30.06.2011 (192 400 EUR)
- DFG, *Overhead-Mittel zum Projekt "Komposite aus Polymermatrix und ferromagnetischen Formgedächtnis-Nanopartikeln als magnetische Schalter"*, 01.07.2007-30.06.2011 (19 240 EUR)
- Wöhlk-contact-linsen GmbH, *Modifizierung und analytische Untersuchung von Kontaktlinsen*, 24.07.2007 (1 500 EUR)
- Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT), *AFM-Untersuchungen einer strukturierten Oberfläche*, 20.09.2007 (400 EUR)
- DFG, *Reisemittel für 5 Personen für Workshop "Polymer-Metal Nanoparticle composites" in Kobe, Japan*, 03.-05.10.2007 (7 590 EUR)
- DFG, *Einfluss der Verhinderung der Kollagen-Degradation durch MMPs auf den Dentin-Klebeverbund*, 04.10.2007-04.10.2009 (25 544 EUR)
- Siemens, *Radiotraceruntersuchungen an OLED Grenzflächen*, 07.11.2007 (10 000 EUR)
- World Gold Council, *Improvement of antibacterial coatings by incorporation of gold nanoparticles*, 15.12.2007-15.12.2008 (48 122 EUR)
- Sennheiser, *Multilayerbeschichtung von Gegenelektroden*, 18.12.2007 (2 800 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

### Universität:

- Prof. M. Bauer, F. Tuczek, O. Magnussen, Prof. W. Herges: Kombination von schaltbaren Molekülen und Nanokompositen nahe der Perkolationsschwelle (SFBs „Funktion durch Schalten“)
- Prof. W. Bensch, Institut für Anorganische Chemie: Komposite aus Polymermatrix und ferromagnetischen Formgedächtnis-Nanopartikeln als magnetische Schalter (SFBs „Funktion durch Schalten“)
- Dr. Peter Budd, Manchester School of Chemistry, The University of Manchester, Manchester UK, Polymermembranen
- Prof. Dr. S. Deki, Kobe, Japan, Optische Nanokomposite
- Dr. G. Dlubek, ITA Institute for Innovative Technologies, Universität Halle, Positronenvernichtung in Teflon AF
- Prof. Dr. M. Es-Souni, FH Kiel, Ferroelektrische Schichten und Grenzflächen zu Metallen, Magnetische Nanodrähte
- Prof. U. Hilleringmann, Universität Paderborn, Elektretschichten für organische Feldeffekt-Transistoren
- Prof. Dr. M. Kern und Prof. Dr. K. Ludwig, Zahnmedizin, Universität Kiel, AFM, XPS und Kontaktwinkelmessungen an Zähnen
- Prof. Dr. L. Kipp, Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Kiel, Eigenschaften von Schichtkristallen und organische Materialien, Photoemission an Organischen Molekülkristallen
- Dr. G. V. Kornich, Zaporozhye National Technical University, Ukraine, Computersimulation zum Sputtern von Clustern
- Prof. A. Krüger, Institut für Organische Chemie, Nanodiamanten auf Oberflächen
- Prof. Dr. C.-P. Krüger, Universität Saarbrücken, BMBF-Projekt, Nanomodule
- Prof. Dr. W. Lang, IMSAS, Universität Bremen, Silizium-Elektret-Mikrophone
- Prof. Dr. U. Lünning, Otto-Diels-Institut für Organische Chemie, CAU Kiel, Chemische Modifikation von Nanodrähten
- Prof. Dr. O. Magnussen, Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Elektrodeposition auf Schichtkristallen

Dr. A. Meyer, Dr. A. Griesche, DLR, Köln, Probenherstellung in Projekten zu Diffusion in Pd-Cu-Ni-P Legierungen

Dr. J. Pflaum, Universität Stuttgart, Organische kristalline Halbleiter

Prof. Dr. R. Podschun, Institut für Infektionsmedizin, Universität Kiel, antibakterielle Beschickung

Prof. Dr. W. Possart, Universität Saarbrücken, BMBF-Projekt, Nanomodule

Prof. Dr. E. Quandt, Anorganische Funktionsmaterialien, CAU, Komposite aus Polymermatrix und ferromagnetischen Formgedächtnis-Nanopartikeln als magnetische Schalter (SFBs „Funktion durch Schalten“ )

Prof. Dr. S. Rose-John, Institut für Biochemie, Universität Kiel, Zellwachstum auf Polymeroberflächen

Prof. W. Schattke, Theoretische Physik der Universität Kiel, Diffusion von Metallen auf und in Schichtkristallen

Prof. Dr. K. Schulte, TU Hamburg, Kontaktierte CNT-Brücken

Prof. Dr. V. Shantarovich, N.Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moskau, Positronenvernichtung und Membranpolymere

Prof. Dr. J.Sievers, Dr. C. Röhl, Anatomisches Institut, Toxikologische Auswirkung von metallischen Nanopartikeln auf menschliche Zellen

Prof. S. Tougaard, Physics Institut, University of Southern Denmark, Embedding of nanocluster in polymers

Prof. Dr. F. Tuczek, Institut für Anorganische Chemie, CAU Kiel, Self-assembled monolayers

Prof. Wendorf, Universität Marburg, Teflonbeschichtung von Nanofasern

Prof. Dr. M. Wessling, Membrane Technology Group, Universität Twente, Niederlande, Freies Volumen in PPO-Nanokompositen

Prof. Dr. C. Wöll, Institut für Physikalische Chemie, Ruhr-Universität Bochum, Leitfähigkeitsmessungen an Nanodrähten

Prof. Dr. Y. Yampolskii, A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, Laboratory of Membrane Gas Separation, Russian Academy of Sciences, Moskau, Positronenvernichtung und Membranpolymere

#### *Forschungsinstitute:*

Dr. D. K. Avasthi, Materials Science Group, Nuclear Science Centre New Delhi, India, High energy ion beam effects in polymer-metal nanocomposites

Prof. Dr. Dietmar Fink, Hahn-Meitner-Institut, Berlin, High energy ion beam effects in polymer-metal nanocomposites

Dr. D. Fritsch und Prof. Dr. V. Abetz, Institut für Polymerforschung, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, Freies Volumen in Polymeren mit intrinsischer Mikroporosität

Prof. Dr. G. Grundmeier, Max-Planck Institut, Düsseldorf, Antibakterielle Beschichtungen

PD Dr. A. Hartwig, Institut für angewandte Materialforschung, Fraunhofer Institut, IFAM Bremen, BMBF-Projekt, Nanomodule und PALS an Polymer-Kompositen

Dr. A.W. Hassel, Max-Planck Institut, Düsseldorf, Nanostrukturierte Eutektika

Prof. Dr. D. Hofmann, Dr. M. Heuchel, GKSS, Teltow, GKSS Hochschulprojekt, Positronenvernichtung und Auswertung von MD Simulationen in Membranpolymeren

Dr. S. P. Nunez und Prof. V. Abetz, GKSS Geesthacht, Brennstoffzellen

Dr. B. Schmitt, FZ Rossendorf, Mikrostrukturierung zur Integration von Nanodrähten in die Halbleitertechnik

Prof. Schwarz, Dr. Drusch, Lebensmitteltechnologie, Kiel, Verkapselung von Lebensmitteln

Dr. B. Wagner, Institut für Siliziumtechnologie ISIT, Itzehoe

#### Industrie:

Dr. V. Cimalla, ZMN Illmenau, Elektronenstrahlolithographie

Degussa AG, BMBF-Projekt, Nanomodule

Freudenberg KG Weinheim, Freies Volumen und mechanische Eigenschaften von Kompositmaterialien

Infineon, Regensburg, externe Promotion

ISH, Förderprogramm Organische Nanometalle

Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, BMBF-Projekt, Nanomodule

o.m.t. Lübeck, Photoaktive Schichten

Ormecon, Ammersbek, Organische Nanometalle

Sennheiser Electronic KG Wedemark, Elektrete

Siemens AG, BMBF-Projekt, Nanomodule, Projekt Organische Leuchtdioden

Sika Tivoli GmbH, BMBF-Projekt, Nanomodule

Wöhlk, Schönkirchen, Oberflächenmodifikationen von Kontaktlinsen

World Gold Council, G.R.O.W., Improvement of antibacterial coatings by incorporation of gold nanoparticles

### ■ Diplom- und Master-Arbeiten

M. I. Muglali, *Positron Annihilation and Free Volume in Miscible Polystyrene (PS) / Polyethyl methacrylate (PEMA) Blends*, 02.05.2007

K. Hirmas, *Nanostructuring by using dynamical self-assembly via an evaporating drop*, 03.05.2007

A. M. S. Sbaei, *Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Properties of Ag, Au-Polymer Nanocomposite Films*, 02.07.2007

N. Ni, *Volatile Organic Compound Sensors Based on Polymer Thin Films with Two-Dimensional Gold Nano-Arrays*, 04.10.2007

S. E. Cankaya, *Studies of the Polydiacetylene Bis-p-chlorocinnamate of 10, 12-Docosadiyn-1,22-diol*, 31.12.2007

### ■ Dissertationen / Habilitationen

J. Kruse, *Freies Volumen in Membranpolymeren - Positronenannihilationslebensdauerspektroskopie an ausgewählten Systemen* (Betreuer Priv.-Doz. K. Rätzke, 20.12.2007

M. Scharnberg, *Functional Organic Thin Films* (Betreuer Prof. R. Adelung), 07.09.2007

### ■ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

V. Kochergin, V. Zaporozhchenko, H. Takele, F. Faupel, H. Föll, *Improved effective medium approach: Application to metal nanocomposites*, J. Appl. Phys., **101**, 024302 (2007)

- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, C. Pannemann, T. Diekmann, U. Hilleringmann, *Tuning the threshold voltage of organic field-effect transistors by an electret encapsulation layer*, Appl. Phys. Lett., **90**, 013501 (2007)
- A.W. Hassel, S. Milenkovic, U. Schürmann, H. Greve, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, *Model systems with extreme aspect ratio, tunable geometry, and surface functionality for a quantitative investigation of the lotus effect*, Langmuir, **23**, 2091 (2007)
- C. Pannemann, T. Diekmann, U. Hilleringmann, U. Schürmann, M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, *PTFE-Encapsulation for Pentacene based organic Thin-Film Transistors*, Materials Science-Poland, **25**, 95 (2007)
- J. Boris, M. Thomas, C.P. Klages, F. Faupel, V. Zaporojtchenko, *Investigations into composition and structure of DBD-deposited aminogroup containing polymer layers*, Plasma Processes and Polymers, **4**, 482 - 486 (2007)
- D.M. Sterescu, D.F. Stamatialis, E. Mendes, J. Kruse, K. Rätzke, M. Wessling, F. Faupel, *Boltorn-modified poly (2, 6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) gas separation membranes*, Macromolecules, **40**, 5400 (2007)
- J. Zekonyte, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Tailoring of thermoplastic polymer surface with low energy ions: relevance to growth and adhesion of Cu*, Adhesion Aspects of Thin Films, **3**, 235 - 262 (2007)
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Biswas, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Polymer Nanocomposites for Functional Applications*, Electroactive Polymers - Materials and Devices 2, Allied Publishers Pvt. Ltd., (2007)
- D. Fink, A. Chandra, F. Faupel, V. S. K. Chakravadhanula, *Planar anisotropic polymer-based electroactive devices*, Electroactive Polymers - Materials and Devices 2, Allied Publishers Pvt. Ltd., 188 (2007)
- J. Erichsen, T. Shiferaw, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Surface glass transition in bimodal polystyrene mixtures*, Europ. Phys. J., **24**, 243 - 246 (2007)
- K. Rätzke, V. Zöllmer, A. Bartsch, A. Meyer, F. Faupel, *Diffusion in bulk glass forming alloys - from the glass to the equilibrium melt*, Defect and Diffusion Forum, **66**, 109 (2007)
- A. Dhawan, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, S.K. Sharma, *Study of air oxidation of amorphous  $Zr_{65}Cu_{17.5}Ni_{10}Al_{7.5}$  by x-ray photoelectron spectroscopy (XPS)*, J. Mater. Sci., **42**, 9037 - 9044 (2007)
- S. Hajati, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, S. Tougaard, *Characterization of Au nano-cluster formation on and diffusion in Polystyrene using XPS peak shape analysis*, Surface Science, **601**, 3261 - 3267 (2007)
- K. Rätzke, A. Bartsch, A. Meyer, F. Faupel, *Diffusion in bulk-metallic glass-forming Pd-Cu-Ni-P alloys: from the glass to the equilibrium melt*, Journal of Non-Crystalline Solids, **353**, 3285 - 3289 (2007)
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Deposition of nanocomposites by plasmas*, Contrib. Plasma Phys., **47**, 537 - 544 (2007)
- V. Zaporojtchenko, J. Zekonyte, F. Faupel, *Effects of ion beam treatment on atomic and macroscopic adhesion of copper to different polymer materials*, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B. (NIMB), **265**, 139 - 145 (2007)
- R. Lima De Miranda, J. Kruse, K. Rätzke, F. Faupel, D. Fritsch, V. Abetz, P. M. Budd, J. D. Selbie, N. B. McKeown, B. S. Ghanem, *Unusual temperature dependence of the positron lifetime in a polymer of intrinsic microporosity*, phys. stat. sol. (RRL) **1**, 5, 190 - 192 (2007)
- B. Yang, M. Scharnberg, S. Wolfart, A. C. Quaas, R. Adelung, M. Kern, *Influence of contamination on zirconia ceramic bonding*, J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater., **81**(2), 283 (2007)
- M. Elbahri, D. Paretkar, K. Hirmas, S. Jebiril, R. Adelung, *Anti-Lotus Effect for Nanostructuring at the Leidenfrost Temperature*, Adv. Mater., **19**, 1262 (2007)
- B. Yang, S. Wolfart, M. Scharnberg, K. Ludwig, R. Adelung, M. Kern, *Influence of Contamination on Zirconia Ceramic Bonding*, J. Dent. Res., **86**, 749 (2007)
- G. V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, K. V. Pugina, *Energy and size effects in sputtering of surface metal nanoclusters under low energy ion bombardment*, Surface Science, **601**, 209 - 217 (2007)
- S. Habouti, R. K. Shiva, C.-H. Solterbeck, M. Es-Souni, V. Zaporojtchenko,  *$La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$  buffer layer effects on microstructure, leakage current, polarization, and magnetic properties of  $BiFeO_3$  thin films*, Journal of Applied Physics, **102**, 044113 (2007)

S. R. Kumar, S. Habouti, V. Zaporojtchenko, M. Es-Souni, *Control of microstructure and functional properties of PZT thin films via UV assisted pyrolysis*, J. Sol-Gel Sci. Techn., **42**, 309 - 314 (2007)

## Patent-Anmeldungen

- M. Elbahri, K. Hirmas, F. Faupel, R. Adelung, *Verfahren zur Nanostrukturierung mittels spinodaler Entnetzung*, Deutsches Patentamt, 08.11.2007, DE 10 2007 053 157.7
- M. Elbahri, R. Adelung, *Verfahren zur Erzeugung von oxidischen Nanopartikeln aus einem Oxidpartikel bildenden Material*, Deutsches Patentamt, 14.08.2007, PCT/DE 2007/001444

## Präsentationen

- F. Faupel, H. Greve, V. Zaporojtchenko, A. Gerber, E. Quandt, *Anisotropic polymer-metal nanocomposites for high frequency applications (Vortrag)*, 10th Joint MMM, Intermag Conference 2007, Baltimore, USA, 07.-11.01.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Biswas, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Polymer nanocomposites for functional applications (eingeladener Vortrag)*, Department of Materials Science and Engineering, University of Maryland, Baltimore, USA, 11.01.2007
- E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid microinductors for rf applications using magnetic nanocomposites (Vortrag)*, 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials (MMDM5), Baltimore, USA, 12.01.2007
- F. Faupel, *Metall-Polymer Nanokomposite für funktionelle Anwendungen (eingeladener Vortrag)*, Inferion, München, 16.-17.01.2007
- R. Adelung, *Advanced nano-lithography techniques and applications (eingeladener Vortrag)*, MPI-Seminar, Halle, 17.01.2007
- F. Faupel, *Chancen und Risiken der Nanotechnologie (eingeladener Vortrag)*, Lions's Club, Kiel, 22.01.2007
- F. Faupel, *Polymer-Metall-Nanokomposite für funktionelle Anwendungen (eingeladener Vortrag)*, Mini-Symposium bei GKSS, Geesthacht, 29.01.2007
- F. Faupel, *Neue Werkstoffe durch Nanotechnologie (eingeladener Vortrag)*, Schleswig-Holsteinische Universitäts-Gesellschaft e.V., Schwarzenbeck, 09.02.2007
- F. Faupel, *Polymer nanocomposites for functional applications (eingeladener Vortrag)*, 2nd. International Conference of Electroactive Polymers (ICEP-2007, Hyderabad, Goa, Dehli, Indien, 14.-22.02.2007
- R. Adelung, *Catalyst deposition by sputtering + XPS analysis (Vortrag)*, GKSS Seminar Virtuelles Institut, Geesthacht, 15.02.2007
- K. Rätzke, J. Kruse, F. Faupel, *Free volume and positron annihilation in membrane polymers (eingeladener Vortrag)*, Membrane Science Group, Prof. Wessling, University Twente, Enschede, Niederlande, 15.-16.02.2007
- S. Gosh, H. Kumar, D. K. Avasthi, D. Kabiraj, C.V.K. Chakravadhanula, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, A. Gupta, J. C. Pivin, *Structural and magnetic properties of fast atom beam co sputtered nickel silica nanocomposite films (Vortrag)*, International Workshop on Advanced Materials and Technologies for Nano and Oxide Electronics, New Dehli, Indien, 19.-22.02.2007
- K. Rätzke, F. Faupel, V. Zöllmer, A. Bartsch, A. Meyer, *Diffusion in bulk glass forming alloys - from the glass to the equilibrium melt (eingeladener Vortrag)*, Annual Meeting of The Minerals, Metals and Materials Society (TMS 2007), Orlando, Florida, USA, 25.02.-01.03.2007
- F. Faupel, *Plasma based materials science at the chair for multicomponent materials (eingeladener Vortrag)*, BALTICNET PLASMATEC, Partner Event, Kiel, 27.02.2007
- F. Faupel, *Abscheidung von Nanokompositen in Plasmen (eingeladener Vortrag)*, 13. Fachtagung Plasmatechnologie (PT 13), Ruhr-Universität, Bochum, 06.-07.03.2007
- V. S. K. Chakravadhanula, C. Hanisch, H. Greve, D. Fink, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Surface plasmonic properties in swift heavy ion (SHI) treated Au and Ag based polymer-metal nanocomposite films (Poster)*, DPG-Frühjahrstagung

2007, Regensburg, 26.-30.03.2007

- M. Elbahri, K. Hirmas, R. Adelung, *Nanowire devices formed by wet chemistry (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- C. Hanisch, A. Kulkarni, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *2-dimensional metal-polymer nanocomposites near the percolation threshold as sensors for organic vapor (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- S. Jebiril, K. Subannajui, M. Elbahri, R. Adelung, *Electrical properties and oxidation behavior of nanowires (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- J. Kruse, K. Rätzke, F. Faupel, D. M. Sterescu, D. F. Stamatiadis, M. Wessling, *C60 modified PPO polymer membranes: Free volume by positron annihilation lifetime spectroscopy (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-29.03.2007
- R. Lima De Miranda, J. Kruse, K. Rätzke, F. Faupel, D. Fritsch, V. Abetz, P. M. Budd, J. D. Selbie, N. B. McKeown, B. S. Ghanem, *Temperature dependence of positron lifetime in a polymer of intrinsic microporosity (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, C. Pannemann, T. Diekmann, U. Hilleringmann, *Tuning the threshold voltage of organic field-effect transistors by an electret encapsulating layer (Poster)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, S. Milenkovic, A. W. Hassel, F. Faupel, *Reflection of water jets on biological and bio-inspired artificial surfaces (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- S. Wille, B. Yang, R. Adelung, *Micropatterning of ceramics by ion beam sputtering for dental implants (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- V. S. K. Chakravadhanula, M. Elbahri, U. Schürmann, H. Greve, H. Takele, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Engineering the equal intensity double plasmon resonance in bi-metallic quasi two-dimensional metal-polymer nanocomposite films (Poster)*, Symposium on functional polymer based materials, Jena, 03.-04.04.2007
- C. Hanisch, A. Kulkarni, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *A quasi 2 dimensional polymer metal nanocomposite system for sensoric applications (Poster)*, Symposium on functional polymer based materials, Jena, 03.-04.04.2007
- A. Kulkarni, V. Zaporojtchenko, R. Podschun, U. Schürmann, F. Faupel, *Physico-chemical and antimicrobial properties of co-sputtered Ag-Au/PTFE nanocomposit coatings (Poster)*, Symposium on functional polymer based materials, Jena, 03.-04.04.2007
- H. Takele, V. S. K. Chakravadhanula, H. Greve, C. Hanisch, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Tuning the plasmon resonance in bi-metallic metal-polymer nanocomposite (Poster)*, Symposium on functional polymer based materials, Jena, 03.-04.04.2007
- V. Zaporojtchenko, H. Takele, U. Schürmann, H. Greve, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, F. Faupel, *Physical vapor deposition of functional polymer-metal nanocomposites films for functional applications (Vortrag)*, Symposium on functional polymer based materials, Jena, 03.-04.04.2007
- R. Adelung, S. Jebiril, M. Elbahri, *Interconnected nanowires on insulating surfaces, potential for electrochemistry? (eingeladener Vortrag)*, AGEF-Kolloquium am MPIE-Düsseldorf, Düsseldorf, 18.-19.04.2007
- R. Adelung, S. Jebiril, M. Elbahri, *Simple ways to form nanowire based devices (eingeladener Vortrag)*, Kolloquium Univ. Twente, Enschede, Niederlande, 25.04.2007
- F. Faupel, *Auswirkung von Ionenstrahlenbehandlung auf die Grenzflächenausbildung zwischen Polymer und Metall - von atomarer zu makroskopischer Adhäsion (eingeladener Vortrag)*, Swiss Bonding, Zürich, Rapperswil, Schweiz, 14.-16.05.2007
- F. Faupel, V. Zoellmer, A. Bartsch, K. Rätzke, *Diffusion and viscous flow in bulk glass forming alloys (eingeladener Vortrag)*, Honorary celebration workshop 60. birthday Prof. Schultz, Dresden, 24.-26.05.2007
- R. Adelung, S. Jebiril, M. Elbahri, *Possibilities and properties of nanowires integrated in microchips (Vortrag)*, DFG-Schwerpunkttreffen SPP 1165-, Fulda, 27.-28.05.2007
- M Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, *Einfluss von Metall-Halbleiter-Grenzflächen und Elektretfilmen auf die elektronischen Eigenschaften von organischen Feldeffekttransistoren (Vortrag)*, DFG-Schwerpunktprogramm

- “Organische Feldeffekttransistoren”, Bad Honnef, 11.-13.06.2007
- C. Hanisch, A. Kulkarni, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *A quasi 2 dimensional polymer metal nanocomposite system for sensoric applications (Vortrag)*, 3. International Conference on Nanoscience and Technology 2007, Stockholm, Schweden, 03.-06.07.2007
- V. Zaporojtchenko, H. Takele, U. Schürmann, H. Greve, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, T. Strunskus, F. Faupel, *Polymer nanocomposite coatings with embedded metal nanoparticles for functional applications (Vortrag)*, 3. International Conference on Nanoscience and Technology 2007, Stockholm, Schweden, 03.-06.07.2007
- K. Rätzke, M. Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, J. Pflaum, *Diffusion in crystalline molecular materials (Vortrag)*, International Conference on Diffusion in Solids and Liquids, Alvor, Portugal, 04.-06.07.2007
- K. Rätzke, F. Faupel, V. Zöllmer, A. Bartsch, A. Meyer, *Diffusion in (metallic) glasses (Vortrag)*, International Conference on Diffusion in Solids and Liquids, Alvor, Portugal, 04.-06.07.2007
- K. Rätzke, F. Faupel, V. Zöllmer, A. Bartsch, A. Meyer, *Diffusion in bulk glass forming alloys - from the glass to the equilibrium melt (eingeladener Vortrag)*, Institutseminar 1 Phys. Inst, Univ. Göttingen, Göttingen, 16.07.2007
- M. Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, *Einfluss von “Top“-Grenzflächen auf die elektronischen Eigenschaften von organischen Feldeffekttransistoren (Vortrag)*, Siemens, Erlangen - Nürnberg, 18.07.2007
- V. Zaporojtchenko, H. Takele, H. Greve, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, F. Faupel, *Deposition of polymer-metal nanocomposite films for functional applications (eingeladener Vortrag)*, 14. Int. Symposium on Metastable + Nano Materials (ISMANOM07), Korfu, Griechenland, 26.-30.08.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Gerber, E. Quandt, R. Podschun, *Polymer-based nanocomposites for functional applications (eingeladener Vortrag)*, 4th Sino-German Symposium of Polymer Science (SGSPS 2007), Shanghai, China, 27.-29.08.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, T. Strunskus, E. Quandt, A. Gerber, R. Podschun, *Polymer-metal nanocomposites for functional applications (Vortrag)*, 2nd International Workshop Smart Materials and Structures, Kiel, 29.-31.08.2007
- U. Schürmann, H. Greve, F. Hettstett, A. Gerber, V. Zaporojtchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroidal microinductors with polymer-based magnetic nanocomposite cores (Vortrag)*, Konferenz SMM18 (Soft Magnetic Materials Conference), Cardiff, England, 02.-05.09.2007
- K. Rätzke, J. Kruse, F. Faupel, *Free volume in polymeric membranes (eingeladener Vortrag)*, 37th Polish Seminar on Positron Annihilation, Breslau-Laddek, Zdroiz, Polen, 03.-08.09.2007
- V. Zaporojtchenko, H. Takele, V. S. K. Chakravadhanula, C. Hanisch, F. Faupel, *Synthesis of  $Au_{(1-x)}-(Ag)_x$  and  $Cu_{(1-x)}-(Ag)_x$  core-shell and alloy bimetallic nanoparticles in a polymer films by vapor phase co-deposition-Characterization and optical properties (Vortrag)*, ECASIA 07, 12th European Conference of Surface and Interface Analysis, Brüssel, Belgien, 11.09.2007
- F. Faupel, H. Greve, V. Zaporojtchenko, A. Gerber, E. Quandt, F. Hettstedt, R. Knöchel, *Polymer-based soft magnetic nanocomposites as core materials for high frequency devices (Vortrag)*, Euromat 2007, Nürnberg, 13.09.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, U. Schürmann, H. Takele, V. S. K. Chakravadhanula, H. Greve, *Vapor phase deposition of polymer nanocomposites for functional applications (Vortrag)*, Euromat 2007, Nürnberg, 13.09.2007
- F. Faupel, *Oberflächen mit antibakterieller Beschichtung - neue Wege (eingeladener Vortrag)*, Heinz Plastics, Neuhaus, Thüringen, 18.-19.09.2007
- V. S. K. Chakravadhanula, Y. K. Mishra, C. Hanisch, K. Debdulal, S. Hardeep, S. Ghosh, D. Fink, V. Zaporojtchenko, D. K. Avasthi, F. Faupel, *Swift heavy ion induced changes in the optical properties of Ag-PTFE nanocomposites prepared by co-sputtering (Vortrag)*, 18th International Conference on Ion Beam Analysis (IBA 2007), Hyderabad, Indien, 23.-28.09.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, A. Gerber, E. Quandt, *Polymer-based nanocomposites for functional applications (eingeladener Vortrag)*, Special Lecture Series, IEEE Magnetic Society Sendai Chapter, Tohoku University, Sendai, Japan, 01.10.2007
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, H. Greve, U. Schürmann, H. Takele, C. Hanisch, V. S. K. Chakravadhanula, A. Kulkarni, A.

Gerber, E. Quandt, *Polymer-based nanocomposites for functional applications (eingeladener Plenarvortrag)*, International Nanoworkshop 2007, Kobe, Japan, 03.-05.10.2007

F. Faupel, *Concluding remarks (Vortrag)*, International Nanoworkshop 2007, Kobe, Japan, 03.-05.10.2007

V. Zaporozhchenko, *Physicochemical properties and applications of polymer-metal nanocomposite films near the percolation threshold (eingeladener Vortrag)*, International Nanoworkshop 2007, Kobe, Japan, 03.-05.10.2007

F. Faupel, *Neue Materialien durch Nano-Technologie (Vortrag)*, 3. Netzwerktreffen "Materialeffizienz Schleswig-Holstein", Kiel, 12.10.2007

K. Rätzke, F. Faupel, *Free volume distribution at polymer-solid interfaces (Vortrag)*, PLEPS Workshop, München, 29.-30.10.2007

F. Faupel, *Polymer-Metall-Nanokomposite für funktionelle Anwendungen (eingeladener Vortrag)*, Lübecker Werkstoffmesse, Lübeck, 06.11.2007

K. Rätzke, F. Faupel, *Free volume distribution at polymer-solid interfaces (Vortrag und Poster)*, DFG Schwerpunktprogramm SPP 1369, Bonn, 21.-22.11.2007

K. Rätzke, M. Scharnberg, *Materialwissenschaften in Kiel (Vortrag)*, Gymnasium Schloss Plön, Plön, 11.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

### Auswahl ehrenamtlicher Tätigkeiten von Prof. Faupel:

Koordinator der *Norddeutschen Initiative Nanomaterialien (NINA)*,

Principle Editor der Zeitschrift *Journal of Materials Research*, herausgegebenen von der *Materials Research Society (MRS)*,

Mitglied des Editorial Advisory Board der Zeitschrift *Journal of Adhesion Science and Technology*,

Mitglied des Advisory Board der Zeitschrift *Diffusion and Defect Data*,

Stellvertretender Vorsitzender des technisch-wissenschaftlichen Beirates des *GKSS-Forschungszentrums Geesthacht*,

Mitglied des Programmausschusses des DFG-Schwerpunktprogramms "*Polymer-Festkörperkontakte: Grenzflächen, dünne Filme und Interphasen - von der molekularen Betrachtung zum Kontinuum*",

Stellvertretender Sprecher des SFBs 677 "*Funktion durch Schalten*",

Auf Einladung der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung Teilnehmer am Innovationsdialog "*Energie/neue Materialien*",

Mitglied des Advisory Board des "*3rd International Workshop on Polymer/Metal Nanocomposites*" in Kobe, Japan, 2007

Mitglied im Nationalen Komitee der "*International Conference on Rapidly Quenched and Metastable Materials*" in Dresden 2008,

Mitglied des Scientific Committee der Bunsen-Diskussionstagung "*Polymer Interphases: Science and Technology*" in Darmstadt 2009,

Mitglied des Advisory Board des "*4th International Workshop on Polymer/Metal Nanocomposites*" in Prag, 2008

Mitglied der *Societas Christiana Albertina*,

Prodekan der Technischen Fakultät der CAU,

Mitglied der Lenkungsgruppe Qualitätsmanagement der CAU,

Mitglied der HWT (Hochschule-Wirtschaft-Transfer)-Jury der ISH (Innovationsstiftung Schleswig-Holstein).

Neben den hier aufgeführten Tätigkeiten hat Prof. Faupel u.a. an zahlreichen Begutachtungen im In- und Ausland teilgenommen und regelmäßig Gutachten für Zeitschriften und Drittmittelgeber erstellt.

almanach 07

# almanach 07

## Mikrostrukturanalytik

Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe konzentrieren sich auf die Mikrostrukturforschung für Funktionsmaterialien, Dünnschichtsysteme, Grenzflächen und Nanomaterialien und auf die Entwicklung und Anwendung von quantitativen Verfahren der hochauflösenden und analytischen Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) zur Nanoanalytik mit Elektronen in der Material- und Oberflächenforschung. Bei den Forschungsarbeiten stehen die Aufklärung der Beziehungen zwischen Struktur und physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie die Synthese von Grundlagenuntersuchungen und methodischen Weiterentwicklungen im Vordergrund.

### *Herausragende Aktivitäten und Ergebnisse in 2007:*

- Herr *Dr. Erdmann Spiecker* hat mit einer Habilitationsschrift zum Thema „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“ und mit einem Habilitationsvortrag zum Thema „Superlubricity“ erfolgreich seine Habilitation im Fach Materialwissenschaft erhalten.
- Herr *Prof. Dr. Erik Johnson*, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark, wurde auf Antrag von Prof. Dr. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die Gastprofessur Øresund-Region im Wintersemester 2006/2007 verliehen.
- Beginn von *wissenschaftlichen Zusammenarbeiten* im Bereich der Charakterisierung von Nanomaterialien mittels analytischer Verfahren der TEM mit Prof. E. Johnson (Nano Science Center, University of Copenhagen, Denmark), Dr. U. Dahmen (NCEM Berkeley USA) und Prof. F. Hofer (FELMI TU Graz Austria). Anwendungen einer in der Arbeitsgruppe entwickelten Methode zur quantitativen Charakterisierung wichtiger Strukturparameter von Schichtmaterialien mittels großflächiger TEM-Analyse (*Statistische Tomographie*) bei der Charakterisierung von Solarzellenmaterialien.
- Beteiligung an der CAU Graduiertenschule *Human Development in Landscapes* (DFG-Förderung): Mitantragsteller, Projektvorschlag zur Unterstützung eines Forschungsprojektes am Archäologischen Landesmuseum unter Leitung von Prof. Dr. C. v. Carnap-Bornheim mit elektronenmikroskopischen Methoden (TEM, SEM/FIB) und unter Einbeziehung des CMA (Dr. K. Kelm) der TF, Vorlesungsangebote, Mitarbeit im Vorstand (Prof. Dr. W. Jäger).
- *Technologieorientierte Zusammenarbeiten* mit der Industrie und mit externen Forschungsinstituten wurden fortgesetzt. Beispiele sind die Anwendung von TEM-Verfahren bei der Entwicklung kommerzieller Röntgenoptiken (Kooperationen Firma *Incoatec GmbH Geesthacht*, Förderung HWT-Programm der ISH, und GKSS Forschungszentrum Geesthacht) und bei der Entwicklung von organischen Nanometallen (Kooperation Firma *Ormecon GmbH Ammersbek*, Förderung EFRE und ISH).
- Die AG Mikrostrukturanalytik hat weiterhin aktiv die Maßnahmen des TF-Dekanates / CMA zur Umsetzung des Projektes *Nanoanalytik mit Elektronen (TEM) für Materialforschung, Oberflächenforschung, Nanowissenschaften und Nanosystemtechnik* (Initiative und Projektkoordination bis zur Mitteleinwerbung 2005 Prof. W. Jäger) unterstützt. Mit dem zentralen TEM-Labor der CAU als Teil des Kieler Nanolabors steht den Nutzern ein analytisches Transmissionselektronenmikroskop mit den modernen Verfahren zur Nanoanalytik von Materialien sowie die Nutzungsbetreuung durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter (Dr. K. Kelm, CMA der TF) zur Verfügung.
- Lehrveranstaltungen: Für den Bachelorstudiengang wurden 2 neue Veranstaltungen entwickelt und erstmals durchgeführt: Analytische Methoden, Materialwissenschaft III (in englischer Sprache). Insgesamt werden vom Lehrstuhl 9 Lehrveranstaltungen vorgehalten und durchgeführt, dazu Seminare und Praktikumsversuche.
- Angebot für wissenschaftliche Weiterbildung „Materialanalytik für Forschung und Industrie“ (Prof. W. Jäger), Programm „CAU - Wissenschaftliche Weiterbildung in Kooperation mit dem Weiterbildungszentrum Tannenfelde“, [www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung](http://www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung).

### 1. Quantitative Methoden der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie

Die Materialcharakterisierung mit den Verfahren der analytischen Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) ermöglicht quantitative Analysen von Struktur, chemischer Zusammensetzung und elektronischen Eigenschaften mit Auflösungen bis in den Nanometer-Bereich. In Verbindung mit unseren Forschungsprojekten werden verschiedene neue Verfahren entwickelt, experimentell getestet, gegebenenfalls mit Bildsimulationen auf der Basis der dynamischen Elektronenbeugung verglichen und auf aktuelle Fragestellungen angewendet. Im experimentellen Bereich werden diese Arbeiten auch von Weiterentwicklungen zur Herstellung elektronentransparenter Probenpräparate begleitet.

*Schwerpunkte der Arbeiten in 2007:*

- Lokale Bestimmung der Kristallpolarität von Halbleiter-Nanostrukturen mittels konvergenter Elektronenstrahlbeugung. Bei den Analysen wurde eine in der Arbeitsgruppe entwickelte Methodik, mit der sich die Kristallpolarität von Verbindungshalbleitern mit Zinkblendestruktur einheitlich bestimmen lässt, erstmals auf freistehende Nanostrukturen mit Dimensionen bis  $\sim 40$  nm angewandt. Abb. 1 zeigt exemplarisch die Analyse einer mittels Molekularstrahlepitaxie (MBE) hergestellten komplexen InAs-Nanostruktur.

*Dr. E. Spiecker (Habitationsvorhaben), Kooperationen Prof. Dr. E. Johnson, Drs. M. Aagesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark.*

- Die Methode zur quantitativen Charakterisierung der 3D-Struktur von Schichtmaterialien (Statistische Tomographie) wird für Untersuchungen von AlN-Schichtsystemen für die Sensorik angewendet.

*Dr. E. Spiecker, E. Wolterman. Vorarbeiten zu einer Kooperation Dr. B. Wagner, Fraunhofer ISiT Itzehoe.*

### 2. Mikroskopische Charakterisierung von inkommensurablen Grenzflächen in modulierten Fehlpassungsschichtstrukturen

Ziel des Projektes ist es, die atomare Struktur inkommensurabler Grenzflächen in Fehlpassungsschichtstrukturen (engl. *misfit layer compounds*) vom Typ  $(MS)_nTS_2$  ( $M = \text{Sn, Pb, Bi}$  oder Seltene Erden;  $n = 1.08...1.19$ ,  $T = \text{Ti, V, Nb, Ta}$ ) am Beispiel der synthetischen Schichtkristalle  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  und  $(PbS)_{1.18}TiS_2$  durch Anwendung neuester Verfahren der ultrahochauflösenden Transmissionselektronenmikroskopie (Cs-korrigierte HRTEM, Objektwellen-Rekonstruktion) aufzuklären. Neben der noch bevorstehenden Charakterisierung der Strukturen am neu installierten Tecnai F30 in Kiel werden für die präzise Bestimmung der Atomsäulenpositionen sowohl leichter als auch schwerer Atome (S, Pb) an den inkommensurablen Grenzflächen Untersuchungen mittels aberrationskorrigierter HRTEM am Titan 80-300 des Ernst Ruska-Centrums (ER-C) in Jülich durchgeführt und mit der Methode der Rekonstruktion der Austrittswellenfunktion aus Fokussereien kombiniert. Dabei sollen zum einen Modulationen, die durch die Wechselwirkung der inkommensurablen Strukturen an den Grenzflächen induziert werden, erstmalig auf atomarer Skala untersucht werden. Zum anderen soll das grundlegende Phänomen der Bildung langperiodischer Undulationen aufgeklärt werden. Abb. 2 zeigt Beispiele von aberrationskorrigierten HRTEM-Untersuchungen an dem inkommensurablen Fehlanpassungs-Schichtsystem  $(PbS)_{1.14}NbS_2$ . Die HRTEM-Untersuchungen wurden mit dem TITAN 80-300 des Ernst Ruska-Centrums (ER-C) der Helmholtz-Zentrum Jülich GmbH durchgeführt.

*Dissertationsvorhaben Dipl.-Phys. M. Garbrecht, Dr. E. Spiecker, Kooperationen: Dr. K. Tillmann, Ernst-Ruska-Centrum des Helmholtz-Zentrum Jülich GmbH / DFG-Förderung / Förderung CAU / Förderung einer Konferenzteilnahme von M. Garbrecht durch die European Microscopy Society.*

### 3. Quantitative TEM-Charakterisierung von Nanomaterialien für Röntgenoptiken

Die Arbeiten befassen sich mit der Anwendung und Entwicklung von Methoden der analytischen TEM zur Charakterisierung der Mikrostruktur und der Grenzflächen von Multilagen-Schichtsystemen aus nanoskaligen Doppelschichten aus

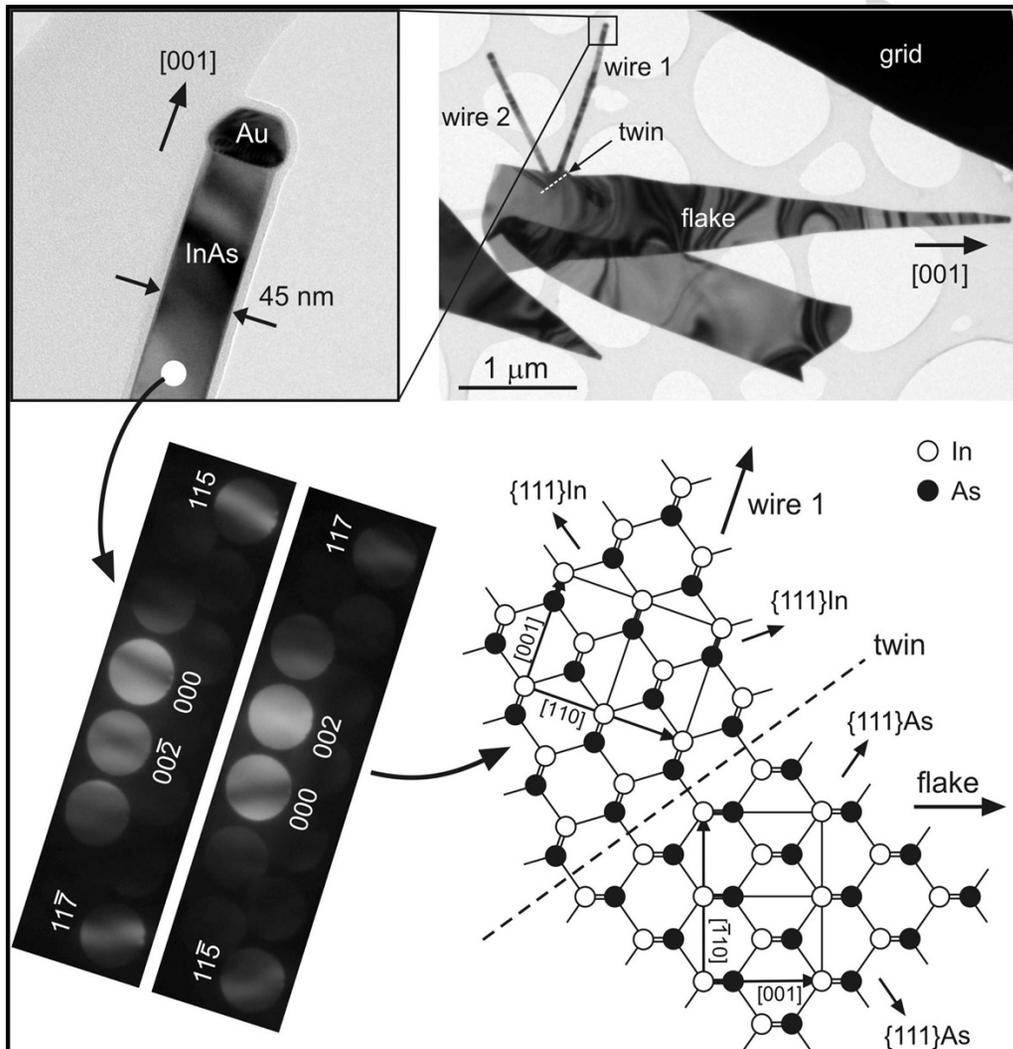


Abb. 1: Bestimmung der Kristallpolaritäten eines durch MBE-Wachstum erzeugten Nanoplättchens und eines InAs-Nanodrahts mit einer Zwillingsgrenzfläche (Nature Nanotechn. 2, 761 (2007) und Microsc. Microanal. 13 (Suppl. 3), 120 (2007)).

unterschiedlichen Elementen oder Verbindungen. Beispiele sind periodische Multilagen-Schichtsysteme für Röntgenoptiken, die durch Ionensputterverfahren (PVD) hergestellt werden. Zur Charakterisierung wird unter anderem die nanoanalytische Methode der geometrischen Phasenanalyse (GPA-Methode, siehe TF-Almanach 2005/2006) weiterentwickelt und angewendet. Diese TEM-Nanoanalytik-Verfahren haben sich als geeignet erwiesen, um die Entwicklung und Optimierung der Beschichtungstechniken zu unterstützen und um Eigenschaften des Röntgenreflexionsverhaltens zu verstehen und können somit zur Entwicklung von Produkten beitragen, deren Funktionen in der nanoskaligen Dimension begründet sind. Solche Verfahren finden auch Anwendung in einer technologieorientierten Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Incoatec GmbH Geesthacht.

Dr. D. Häußler, Dr. E. Spiecker, M. Sc. F. Liu, Studienarbeit E. Janocha, Studienarbeit U. Roß, B. Ögüt. Kooperationen: INCOATEC GmbH, Geesthacht, Dr. J. Wiesmann / GKSS Forschungszentrum, Dr. M. Störmer, Prof. Dr. R. Bormann / Fraunhofer ISiT Itzehoe, Dr. G. Zwicker / Förderung durch HWT-Programme der ISH Innovationsstiftung S-H.

Aktuelle Arbeiten in 2007:

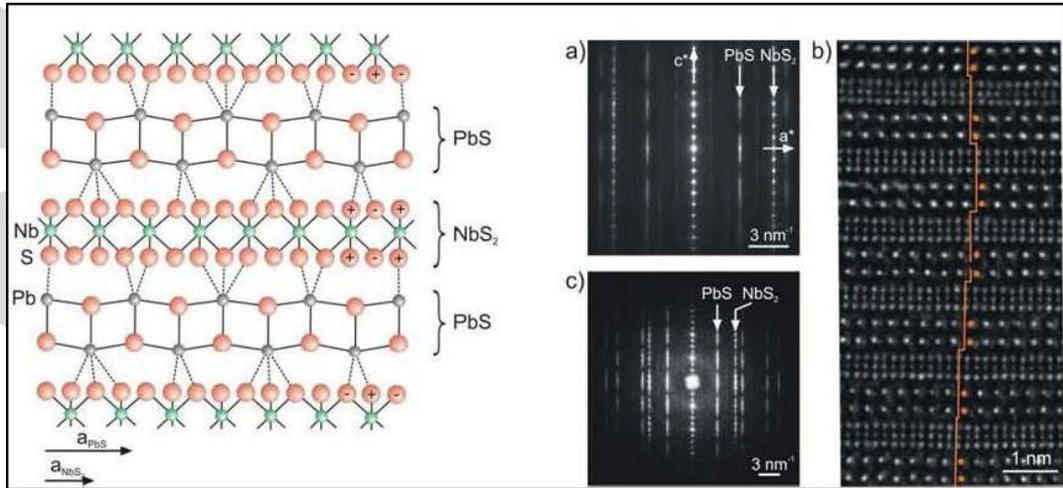


Abb. 2: (links) Projektion der atomaren Mikrostruktur des inkommensurablen Fehlanpassungs-Schichtsystems  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  (schematisch). Abb. 2 (rechts) Untersuchungen des  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  - Systemes mit aberrationskorrigierter hochauflösender TEM: (a) Elektronenbeugungsbild entlang der kommensurablen Kristallrichtung zeigt ausgeprägte Verschmierungen der PbS Reflexe in  $c^*$  Richtung. (b) Lokale Stapelfolge der Einzelschichten mit Störungen der PbS-Unterstruktur. (c) Zugehöriges Diffraktogramm der HRTEM Abbildung.

- Weiterentwicklung der Methode der geometrischen Phasenanalyse (GPA-Methode) zur präzisen Bestimmung von Perfektion und Orientierung periodischer Multilagensysteme. Die Methode wurde an periodischen Schichtsystemen aus unterschiedlichen Materialklassen und an Multilagenschichtsystemen mit vertikalen Schichtdickengradienten angewendet. Solche Schichtsysteme sind für die zukünftige Anwendung in Synchrotron-Beamlines von Interesse. Ziel weiterer Entwicklungen ist es, Verfahren zur präzisen Schichtdickenbestimmung zu entwickeln und zur quantitativen Beurteilung der Strukturqualität industriell interessanter Multilagensysteme anzuwenden.

- TEM-Charakterisierung von großen Röntgenoptiken aus Einzel- und Multilagenschichtsystemen.

#### 4. Charakterisierung von Nanomaterialien mittels analytischer und hochauflösender TEM

Die verschiedenen Verfahren der analytischen und hochauflösenden TEM werden in Kooperationen mit Partnergruppen angewendet, um Struktur, Morphologie und chemische Zusammensetzung von Nanomaterialien aus unterschiedlichen Herstellungsverfahren zu charakterisieren und damit zu einem Verständnis der Herstellungsprozesse und der physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie zu einer Optimierung solcher Materialsysteme beizutragen. Potentielle Anwendungsfelder solcher Materialien sind beispielsweise die chemische Verfahrenstechnik, die Wasserstoffspeicherung oder die Informationstechnik.

##### Aktuelle Arbeiten in 2007:

- Charakterisierung von Nanorodstrukturen aus Zinkoxid (ZnO) auf Si-Substraten mittels TEM und SEM
- Eisenoxid (Fe-O)- und Eisenkarbid (Fe-C)-Nanopartikel an Kohlenstoff-Nanoröhren (CNTs) und ihre magnetischen Eigenschaften

Dr. D. Häußler, M. Sc. F. Liu, Dr. E. Spiecker, Kooperation: State Key Laboratory for Silicon Materials, Dept. Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, P.R. China. Prof. Ye Zizhen, Prof. Zhang Xiaobin.

- TEM-Charakterisierung von Indiumarsenid (InAs)-Nanoplate-Strukturen aus Molekularstrahlepitaxie

Dr. E. Spiecker, Kooperationen Prof. Dr. E. Johnson, Drs. M. Aagesen, C.B. Sørensen, J. Nygård, P.E. Lindelof, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark.

- Untersuchungen von Zinn-Palladium (Sn-Pd)- und Kobalt-Nickel (Co-Ni)-Nanopartikeln mit Kern-Schale-Struktur mittels STEM, EDXS und EFTEM: Abb. 3 zeigt die Schritte bei der Analyse der Struktur und der Zusammensetzung eines Sn-Pd-Nanopartikels mit Kern-Schale-Struktur mittels der Methode des sog. Scanning TEM spectrum imaging. Zu den wesentlichen Schritten solcher Analysen gehören die Aufnahme eines EDX- bzw. EELS-Spektrums für jedes Abbildungs-Pixel, die korrekte Berücksichtigung des Spektruntergrundes sowie die Driftkorrekturen (z. B. Energiedrift im Falle der EELS-Daten). Das Verfahren erlaubt die quantitative Elementanalyse und die energiegefilterte Abbildung projizierter 2-dimensionaler Kompositionsverteilungen.

*Dr. D. Häußler, M. Sc. F. Liu, H. K. Venkath. Kooperationen: State Key Laboratory for Silicon Materials, Dept. Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, P.R. China. FELMI Technische Universität Graz, Prof. Dr. F. Hofer.*

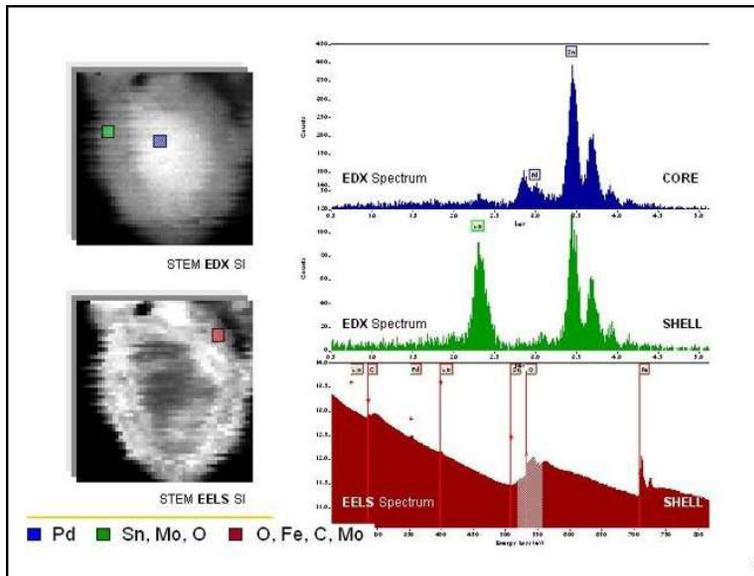


Abb. 3: Nanopartikel mit Core-Shell-Struktur - Resultate einer STEM-Spektrum-Imaging (SI)-Analyse: Partikel in STEM EDX SI-Abbildung (links oben), in STEM EELS SI Abbildung (links unten) sowie Beispiele für untergrund- und driftkorrigierte EDX- bzw. EELS-Spektren (rechts). Die Analyse ergibt hohen Pd-Anteil im Kernbereich und Hinweise auf die Bildung eines Sn-Oxids in der Schale sowie auf Fe- und Mo-Kontamination.

## 5. Halbleiter-Heteroepitaxie für hocheffiziente Solarzellen - Kristallwachstum und Defekte

Im Rahmen dieses Projektes werden Strukturuntersuchungen an heteroepitaktischen Dünnschichtsystemen für Kaskaden-solarzellen aus Schichtsystemen unterschiedlicher III-V- Verbindungshalbleiter (kurz: III-V-Kaskadensolarzellen) mittels quantitativer Verfahren der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) und hochauflösender Röntgenbeugung (HRXRD) durchgeführt. Ziel der Arbeiten ist es, eine Erhöhung der Solarzellenwirkungsgrade sowohl durch die Weiterentwicklung der Solarzellenkonzepte als auch durch eine intensive Prozesskontrolle zu erzielen.

Die höchsten Solarzellen-Wirkungsgrade werden zurzeit mit metamorphen Schichtstrukturen aus drei monolithisch gestapelten pn-Übergängen aus GaInP/GaInAs-Schichtsystemen auf Germanium-Substraten erreicht. Die pn-Übergänge werden mit elektrisch leitenden und optisch transparenten Tunnelioden verbunden. Diese Solarzellenstrukturen werden mittels metallorganischer Gasphasenepitaxie (MOVPE) hergestellt, wobei die exakte Einstellung der MOVPE-Wachstumsbedingungen eine Herausforderung darstellt und eine prozessbegleitende Strukturanalytik erfordert. Quantitative TEM-Analytik von Versetzungen und von Restspannungen in komplexen Schichtsystemen ist auch als Forschungsthema von großem Interesse.

*Dissertationsvorhaben Dipl.-Ing. J. Schöne, Dr. E. Spiecker, Kooperation Dr. A. Bett, Dr. F. Dimroth, Fraunhofer-Institut für*

Solare Energiesysteme FHG-ISE, Freiburg, Förderung durch DBU-Doktorandenstipendium / Förderung CAU. Förderung durch Alexander von Humboldt-Stiftung für Dr. E. Spiecker.

**Aktuelle Arbeiten in 2007:**

- Die Methode zur quantitativen Charakterisierung der 3D-Struktur von Schichtmaterialien (Statistische Tomographie), die auf einem in der Arbeitsgruppe entwickelten neuartigen Verfahren zur Präparation von Proben für die TEM beruht, wurde erfolgreich für die quantitative Untersuchung und Optimierung von Tripelsolarzellen aus unterschiedlichen III-V-Verbindungshalbleitern angewendet. Die Entwicklung nutzt eine iterative Prozessoptimierung, die von der engen Rückkopplung zwischen TEM-Analytik und Schichtherstellung profitiert.
- Untersuchungen eines neuen Pufferkonzeptes auf der Basis von Nitrid-Schichten für die Entwicklung von Solarzellen-Strukturen mit geringen Defektdichten.

**Personal**

Leiter/-innen: Prof. Dr. Wolfgang Jäger; Sekretariat: Katrin Brandenburg (50%)

Technisches Personal: Dr. Dietrich Häußler

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

PD Dr. Erdmann B. Spiecker (wiss. Assistent)	01.01.-31.12.2007	
Transmissionselektronenmikroskopie von Funktionsmaterialien und Nanomaterialien		
Dipl.-Phys. Magnus Garbrecht	01.01.-31.12.2007	DFG
DFG-Forschergruppe FOR 353, Elektronenmikroskopie von Chalkogenid-Schichtsystemen: Wachstum und Grenzflächenphänomene		
Ms. M. Sc. Fu Liu	01.01.-30.09.2007	Förderprogramm HWT der ISH
Transmissionselektronenmikroskopie von Nanomaterialien		
Dipl.-Ing. Jan Schöne	01.01.-31.12.2007	DBU Doktoranden-Stipendium
Charakterisierung und Optimierung von Kaskadensolarzellen aus III-V Halbleitern mittels TEM, HRXRD und AFM (Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg, Arbeitsgruppe Dr. A. Bett)		
Mr. M.Sc. V. Burak Özdöl	01.10.-31.12.2007	
Transmissionselektronenmikroskopie von Si-Ge-Heterostrukturen, Ko-Betreuung einer externen Dissertationsarbeit durch Prof. W. Jäger (Kooperation mit Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Arbeitsgruppe Dr. P. Van Aken)		

**Vorlesungen, Seminare und Praktika**

*Winter 2006/2007*

Analytics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche, Erdmann Spiecker

Transmission Electron Microscopy I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche, Erik Johnson (+ Erik Johnson, Wolfgang Jäger)

Analytical Methods in Materials Research, 2 Std. Seminar/Woche, Erdmann Spiecker (+ Wolfgang Jäger, Erik Johnson)

Forschergruppenkolloquium WS 06/07, 1 Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Richard Berndt, Wulf Depmeier, Franz Faupel, Olaf Magnussen, Michael Skibowski)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Eugen Foca, Jürgen Carstensen, Tesfaye Shiferaw, Yongming Zhu, Wing Fong Chu, Vladimir Zaporozhchenko,  
Haile Takele, Seid Jebiril, Magnus Garbrecht, Fu Liu)

### *Sommer 2007*

Analytics II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Transmission Electron Microscopy II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Microstructure Research of Thin Films and Nanostructures, 2 Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Erdmann Spiecker)

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaft (Schwerpunkt im SS: Festkörperoberflächen und Grenzflächen), 1  
Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel)

Analytische Methoden, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
Wolfgang Jäger

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Magnus Garbrecht, Malte Leisner, Andreas Schütt, Mohammed Qasim Shaik, V. S. K. Chakravadhanula,  
Wing Fong Chu, Christian Hanisch)

Einführung in die praktische Transmissionselektronenmikroskopie, 1 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker

### *Winter 2007/2008*

Analytics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Wolfgang Jäger)

Transmission Electron Microscopy I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker (+ Erdmann Spiecker)

Analytical Methods in Materials Research, 2 Std. Seminar/Woche,  
Erdmann Spiecker (+ Wolfgang Jäger)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Andreas Schütt, Wing Fong Chu, Vladimir Zaporozhchenko, Mohammed Qasim Shaikh, Seid Jebiril, Magnus  
Garbrecht, Dietrich Häußler, Dirk Meyners)

Materialwissenschaft III, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Einführung in die praktische Transmissionselektronenmikroskopie, 1 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker

## **Drittmittel**

DFG, *Forschergruppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8,*  
01.07.2002-31.12.2007 (94346 EUR)

DFG, *Forscherguppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8*, 01.07.2004-31.12.2007 (62305 EUR)

ISH EFRE e-region plus, *Organische Nanometalle*, 01.01.2006-31.12.2007 (25000 EUR)

DFG, *Mikroskopische Charakterisierung von inkommensurablen Grenzflächen in modulierten Fehlpassungsschichtstrukturen mittels ultrahochauflösender Durchstrahlungselektronenmikroskopie*, 07.12.2007-06.12.2009 (143659 EUR)

ISH, *TEM - Nanoanalytik zur Entwicklung von incoatec Synchrotronoptiken*, 01.07.2007-30.06.2009 (96000 EUR)

Reisekosten-Unterstützung durch Department of Energy USA, *Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A. (Reisekosten)*, 23.07.-17.08.2007 (2000 EUR)

EMS European Microscopy Society, *Förderung einer Konferenzteilnahme (Materials Research Society MRS Fall Meeting 2007 Boston, U. S. A.) für Magnus Garbrecht*, 26.-30.11.2007 (500 EUR)

Feodor Lynen Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung, *für Herrn Dr. E. Spiecker für Forschungsaufenthalt im Rahmen einer Forschungskooperation am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A.*, 01.06.-31.07.2007 (7666 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die Abteilung Mikrostrukturanalytik hat auch in 2007 Arbeiten für die Industrie, für Hochschulgruppen und für externe Forschungseinrichtungen im Rahmen des Technologietransferangebotes durchgeführt. Schwerpunkte lagen bei der Strukturcharakterisierung von Dünnschichtsystemen und Grenzflächen, von Oberflächen, von Nanomaterialien, bei der Defektanalyse und bei der Optimierung und Qualitätskontrolle von Funktionsschichten. Einige Partner und Themen in 2007 sind im folgenden aufgeführt:

### Industrie

Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Firma Incoatec GmbH, Geesthacht, Dr. J. Wiesmann, zur TEM-Analytik ultradünner Schichten für Synchrotronanwendungen (Studienarbeit E. Janocha, Studienarbeit U. Roß).

Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Fa. Ormecon International Ormecon GmbH, Ammersbek: TEM-Untersuchungen im Rahmen des Projektes „Organische Nanometalle“, Förderung durch das Programm Innovative Maßnahmen e-region plus mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH).

### Hochschulen

Verschiedene wissenschaftliche Zusammenarbeiten mit Arbeitsgruppen in der CAU im Rahmen der DFG Forschergruppe „Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene“ und der Projektförderung „Organische Nanometalle“.

Beteiligung an der CAU Graduiertenschule *Human Development in Landscapes* (DFG-Förderung): Mitantragsteller, Projektvorschlag zur Unterstützung eines Forschungsprojektes am Archäologischen Landesmuseum in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf in Schleswig unter Leitung von Prof. Dr. C. v. Carnap-Bornheim zur Materialanalyse von Metallobjekten mit elektronenmikroskopischen Methoden (TEM, SEM/FIB) und unter Einbeziehung des CMA (Dr. K. Kelm) der TF, Vorlesungsangebote, Mitarbeit im Vorstand (Prof. Dr. W. Jäger).

Unterstützung verschiedener wissenschaftlicher Arbeiten von Arbeitsgruppen in der CAU: AG Prof. Dr. F. Faupel, AG Dr. A. Krüger.

CAU Technische Fakultät: Einweisung von Doktoranden in die Nutzung von TEM (AG Prof. Dr. Faupel).

Zhejiang University, Dept. Materials Science and Engineering and State Key Laboratory for Silicon Materials, Hangzhou, P.R. China, Prof. Ye Zizhen, Prof. Zhang Xiaobin: Wissenschaftliche Zusammenarbeit zur TEM-Analytik bei der Prozessierung von Nanomaterialien (Master-Thesis A. Lemke).

University of Michigan, Dept. Materials Science and Engineering, Ann Arbor, U.S.A., Prof. J. Mirecki-Millunchick: Gemeinsame Betreuung einer wissenschaftlichen Arbeit zur Charakterisierung von Verbindungshalbleiter-Materialien.

#### *Forschungseinrichtungen*

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Abt. Nanotechnologie, Dr. M. Dornheim, Prof. Dr. R. Bormann: Analytische TEM von Nanopulvermaterialien für die Wasserstoffspeicherung.

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Werkstofforschung, Geesthacht, Dr. M. Stoermer / Prof. Dr. R. Bormann, wissenschaftliche Kooperation: TEM-Charakterisierung von Nanoschichten für die Entwicklung grosser Röntgenoptiken.

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISiT), Itzehoe, Dr. P. Lange, Dr. P. Merz, Dr. B. Wagner: TEM-Untersuchungen von Materialien für die Entwicklung von Sensormaterialien.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg, Dr. A. Bett, wissenschaftliche Kooperation: Analytische TEM zur Entwicklung von hocheffizienten Halbleiter-Heterostruktur-Solarzellen.

Max-Planck-Institut für Metallforschung Stuttgart, Germany: Wissenschaftliche Kooperation mit Dr. P. Van Aken und Dr. W. Sigle: TEM-Charakterisierung von magnetischen Vielfachschichten und Halbleiter-Heterostrukturen; Gemeinsame Betreuung einer Master-Arbeit und eines Doktoranden.

#### *Messen und Workshops*

Die Kontakte mit der Industrie wurden auch im Rahmen von Vorträgen bei Messen und Workshops befördert. Dazu gehören in 2007 die folgenden Veranstaltungen:

Workshop zur Vorbereitung einer Antragstellung bei der EU (Koordination GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH), Düsseldorf Airport, 30.3.2007, W. Jäger: Nanoanalytik mit Elektronen für Material- und Oberflächenforschung.

2. Lübecker Werkstoffmesse, Media Docks Lübeck, 6.11.2007, W. Jäger: Materialanalytik mit Elektronen für Forschung und Industrie.

### **Diplom- und Master-Arbeiten**

Timotheus Kaiser, *Analytische TEM Untersuchungen von FePt-Vielfachschichten / Analytical TEM Investigation of FePt-Multilayers (in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart)*, 02.08.2007

Andrea Lemke, *TEM-Charakterisierung der Struktur und Morphologie von ZnO Nanorods / TEM characterization of the microstructure and morphology of ZnO nanorods*, 09.08.2007

Shannon R. Brooks-Lehnert, *The Characterization of III-V Semiconductors (in Zusammenarbeit mit der University of Michigan, Ann Arbor, U. S. A. )*, 13.11.2007

### **Dissertationen / Habilitationen**

Dr. E. Spiecker, *Habilitation im Fach Materialwissenschaft mit der Habilitationsschrift zum Thema Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials und einem Habilitationsvortrag zum Thema Superlubricity*, 11.07.2007

erschienen im Jahre 2007

- X.Q. Gu, L.P. Zhu, Z.Z. Ye, H.P. He, Y.Z. Zhang, F. Huang, M.X. Qiu, Y.J. Zeng, F. Liu, W. Jäger, *Room-temperature photoluminescence from ZnO/ZnMgO multiple quantum wells grown on Si (111) substrates*, Applied Physics Letter, **91**, 022103 (2007)
- M. Aagesen, E. Johnson, C.B. Sørensen, S.O. Mariager, R. Feindenhans'1, E. Spiecker, J. Nygard, P.E. Lindelof, *Molecular beam epitaxy of free-standing plane-parallel InAs nanoplates*, Nature Nanotechnology, **2**, 761 - 764 (2007)
- M. Garbrecht, E. Spiecker, W. Jäger, K. Tillmann, *Aberration-corrected HRTEM of the incommensurate misfit layer compound (PbS)1.14NbS2*, in Quantitative Electron Microscopy for Materials Science, edited by E. Snoeck, R. Dunin-Borkowski, J. Verbeeck, and U. Dahmen (Mater. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 1026E, Warrendale, PA, 2007), 1026-C10-01, (2007)
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Quantitative TEM analysis of 3D grain structure in CVD-grown SiC films using double-wedge geometry*, Acta Mater., **55**, 3521 - 3530 (2007)
- D. Häussler, E. Spiecker, W. Jäger, M. Störmer, R. Bormann, C. Michaelsen, J. Wiesmann, G. Zwicker, R. Benbalagh, J.-M. Andre, P. Jonnard, *Quantitative TEM characterizations of La/B4C and Mo/B4C ultrathin multilayer gratings by the geometric phase method*, Microel. Eng., **84**, 454 - 459 (2007)
- E. Spiecker, E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, W. Jäger, *CBED crystal polarity analysis of compound semiconductor nanostructures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 120 - 121 (2007)
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Novel double-wedge sample preparation technique for quantitative TEM analysis of 3D structure in thin films and at buried interfaces*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 92 - 93 (2007)
- E. Spiecker, M. Garbrecht, C. Dieker, W. Jäger, U. Dahmen, *High-resolution TEM and diffraction study of layer stacking and long-period undulations in the incommensurate misfit layer compound (PbS)1.14NbS2*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 424 - 425 (2007)
- E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, J. Nygard, P.E. Lindelof, E. Spiecker, W. Jäger, *TEM of Free Standing InAs Nanoplates Grown by Molecular Beam Epitaxy*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 322 - 323 (2007)
- D. Häussler, F. Liu, W. Jäger, W. Rechberger, F. Hofer, X.B. Zhang, *STEM, EDXS and EFTEM Investigations of Sn-Pd and Co-Ni Nanoparticles with Core-Shell Structures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 434 - 435 (2007)
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, Y. Zeng, L. Zhu, Z. Ye, *TEM and SEM characterizations of Aligned ZnO Nanorods on Si Substrates*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 408 - 409 (2007)
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, G. Yi, J. Cheng, *Fe Oxide and Fe Carbide Nanoparticles on CNTs and their Magnetic Properties*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 270 - 271 (2007)
- J. Schöne, E. Spiecker, W. Jäger, F. Dimroth, A.W. Bett, *Dislocation blocking in diluted nitride step-graded buffer structures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 382 - 383 (2007)
- E. Spiecker, *Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Films*,

Habilitationsschrift, (2007)

- W. Jäger, *TEM von ultradünnen Multilagen auf Silizium-Substraten und Gratings, Ergebnisbericht zur Projektförderung der F + E - Kooperation Förderprogramm Hochschule - Wirtschaft - Transfer 2004 - 2006 der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein*, Innovationsstiftung Schleswig-Holstein, (2007)
- W. Depmeier, W. Schattke, L. Kipp, M. Skibowski, R. Adelung, V. Zaporozhchenko, F. Faupel, R. Berndt, W. Jäger, E. Spiecker, O. Magnussen, F. Tuzek, *Schlussbericht der Forschergruppe FOR 353 Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, DFG, (2007)
- M. Störmer, D. Häußler, W. Jäger, R. Bormann, *Large X-ray Optics: Fabrication and Characterization of Single and Multilayer Mirrors*, Optics and Precision Engineering 15, 12, 1869 - 1877 (2007)

## Präsentationen

- E. Spiecker, *Mikroskopie mit Elektronen*, Vortrag für den Leistungskurs Physik der Kieler Gelehrtenschule, Kiel, Deutschland, 23.02.2007
- E. Spiecker, *Applications of transmission electron microscopy for investigation of self-assembled nanostructures*, Nano-Science Center, Niels-Bohr-Institut, Universität Kopenhagen, eingeladener Vortrag, Kopenhagen, Dänemark, 14.03.2007
- E. Spiecker, *New developments in quantitative 3D structure analysis of thin solid films by transmission electron microscopy*, Research Center Riso, eingeladener Vortrag, Risoe, Dänemark, 15.03.2007
- E. Spiecker, *Polarity determination by CBED and characterization of defects, interfaces and nanostructures in polar crystals*, 3rd German-Japanese School on Convergent Beam Electron Diffraction, Universität Ulm, eingeladener Vortrag, Ulm, Deutschland, 22.-24.03.2007
- W. Jäger, *Nanoanalytik mit Elektronen für Material- und Oberflächenforschung*, Int. Workshop zur Vorbereitung einer EU-Antragstellung (Koordination GKSS Forschungszentrum GmbH Geesthacht) (invited lecture), Düsseldorf, Deutschland, 30.03.2007
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Quantitative TEM analysis of 3D grain structure in CVD-grown SiC films using double-wedge geometry*, Conference Microscopy of Semiconducting Materials XV (MSM 2007), Cambridge, U. K., 02.-05.04.2007
- M. Störmer, D. Häußler, W. Jäger, R. Bormann, *Large X-ray Optics: Fabrication and Characterization of Single and Multilayer Mirrors*, Sino-German High-Level Expert Symposium on X-ray Optics, Shanghai, China, 15.-20.04.2007
- W. Jäger, *Faszination Nanokosmos - Mit Elektronen zu den Grenzen des Sichtbaren*, Vortragsreihe der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft, Norderstedt, Deutschland, 24.04.2007
- W. Jäger, J. Wiesmann, *Meister der Präzision - Verfahren zur Entwicklung von Prototypen für Röntgenoptiken*, Vortrag auf Einladung beim Kieler Salon, Kiel, Deutschland, 08.05.2007
- W. Jäger, *Faszination Nanokosmos - Mit Elektronen zu den Grenzen des Sichtbaren*, Vortragsreihe der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft, Quickborn, Deutschland, 10.-10.05.2007
- W. Jäger, *Effects of Interface Incommensurability in Misfit Layer Compounds and Epitaxial Layers*, PIC2007 Workshop on Interfaces, Carnegie-Mellon University Pittsburgh, U. S. A. (invited lecture), Pittsburgh, U. S. A., 20.-24.06.2007
- E. Spiecker, *Double-Wedge Technique for Quantitative TEM Analysis of 3D Structure and Buried Interfaces in Thin Films*, Seminar of the National Center for Electron Microscopy (NCEM), eingeladener Vortrag, Berkeley, U.S.A., 23.07.2007
- E. Spiecker, E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, W. Jäger, *CBED crystal polarity analysis of compound semiconductor nanostructures*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., eingeladener Vortrag, Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Novel double-wedge sample preparation technique for quantitative TEM analysis of 3D structure in thin films and at buried interfaces*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., eingeladener Vortrag, Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007

- D. Häußler, F. Liu, W. Jäger, B. Schaffer, W. Rechberger, W. Grogger, F. Hofer, X.B. Zhang, *STEM, EDXS and EFTEM Investigations of Co-Ni and Sn-Pd Nanoparticles*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, Y. Zeng, L. Zhu, Z. Ye, *TEM and SEM characterizations of Aligned ZnO Nanorods on Si Substrates*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, G. Yi, J. Cheng, *Fe Oxide and Fe Carbide Nanoparticles on CNTs and their Magnetic Properties*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- J. Schöne, E. Spiecker, F. Dimroth, W. Jäger, A.W. Bett, *Dislocation blocking in dilute nitride step-graded buffer structures*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- D. Häußler, E. Spiecker, W. Jäger, A.E. Örs, V.B. Özdöl, A. Lemke, F. Liu, M. Störmer, C. Michaelsen, J. Wiesmann, A. Oehr, G. Zwicker, *Quantitative TEM characterizations of multilayer systems for X-ray optics*, EUROMAT 2007, European Congress on Advanced Materials and Processes, Nürnberg, Deutschland, 10.-13.09.2007
- F. Hertlein, J. Wiesmann, A. Oehr, S. Kroth, C. Michaelsen, D. Häußler, W. Jäger, *The Deposition Process of Nanoscaled Multilayer Coatings for X-ray Optics*, EUROMAT 2007, European Congress on Advanced Materials and Processes, Nürnberg, Deutschland, 10.-13.09.2007
- E. Spiecker, *New developments in quantitative 3D structure analysis of thin solid films by transmission electron microscopy*, Yucomat 2007 Conference, eingeladener Vortrag, Herceg Novi, Montenegro, 10.-14.09.2007
- W. Jäger, *Quantitative High-Resolution TEM for Advanced Materials Science*, 10th Int. Conference on Advanced Materials IUMRS-ICAM 2007, Symposium on Microscopy of Materials (invited lecture), Bangalore, Indien, 08.-15.10.2007
- W. Jäger, *Interface and Surface Phenomena of Transition Metal Dichalcogenide Crystals*, Colloquium at Beijing Institute of Technology (BIT) (invited lecture), Beijing, China, 17.10.2007
- W. Jäger, *Quantitative High-Resolution TEM for Advanced Materials Science*, 12th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis BCEIA 2007, Symposium on Electron Microscopy and Materials Science (invited keynote lecture), Beijing, China, 18.-21.10.2007
- W. Jäger, *Materialanalytik mit Elektronen für Forschung und Industrie*, 2. Lübecker Werkstoffmesse, Media Docks (eingeladener Vortrag), Lübeck, Deutschland, 06.11.2007
- E. Spiecker, *Quantitative Transmissionselektronenmikroskopie an Dünnen Schichten, Grenzflächen und Nanostrukturen*, Symposium: Mikrostrukturanalytik der Festkörper, TU Dresden, eingeladener Vortrag, Dresden, Deutschland, 08.-09.11.2007
- W. Jäger, *High-resolution TEM of Layered Crystals and Incommensurate Misfit Layer Compounds and Their Interfaces*, Dutch Society for Microscopy, Symposium on Microscopy in Life and Materials Science (invited lecture), Lunteren, Niederlande, 19.-20.11.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Herr Dr. Erdmann Spiecker hat am 11.07.2007 mit einem Vortrag zum Thema „Superlubricity“ seine Habilitation erfolgreich abgeschlossen. Der Titel der Habilitationsschrift lautete: „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“. Am 11.10.2007 wurde Herrn Spiecker vom Rektor der CAU zu Kiel die Venia Legendi für das Fach Materialwissenschaft erteilt.

Herr Dr. Erdmann Spiecker hat einen durch ein Feodor-Lynen-Forschungsstipendium der Alexander-von-Humboldt-Stiftung finanziell unterstützten Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A. ( 01.06.2007 - 31.07.2007) verbracht. Seine Arbeiten befassten sich mit Weiterentwicklungen zur TEM-Methode der so genannten statistischen Tomographie.

Prof. Dr. Wolfgang Jäger hat auf Einladung einen Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy

(NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley/ California, U. S. A. (23.7.2007 - 17.8.2007) verbracht (Finanzielle Unterstützung DOE USA).

*Prof. Dr. Wolfgang Jäger* hat im WS 2006 / 2007 sein erstes Forschungsfreisemester angetreten und dieses zur Mit Antragstellung bei Anträgen für Forschungsgelder und für die Förderung des Technologietransfers unter Nutzung der jetzt zur Verfügung stehenden TEM-Verfahren zur Materialanalytik verwendet. Beispiele sind die Beteiligungen an 2 Antragstellungen im Rahmen der EU-Förderung (EU FP7 PEOPLE-2007 Projekt „SEMWIRES“ und EU FP7-ENERGY-2007-1-RTD, Topic ENERGY.2007.1.2.4, Projekt „Novel nanostructured materials for hydrogen storage“), die Mit Antragstellung und Mitarbeit bei der CAU Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“ (DFG-Förderung, Koordinator Prof. Dr. J. Müller Institut für Ur- und Frühgeschichte der CAU) sowie die Mit Antragstellung für eine Forschungsk Kooperation mit dem Unternehmen Incoatec GmbH Geesthacht (Projekt Synchrotronoptiken, HWT-Förderung der ISH).

*Prof. Dr. Wolfgang Jäger* ist Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift Journal of Materials Science des Springer Verlages.

Entwicklung eines Angebotes für wissenschaftliche Weiterbildung zu „Materialanalytik für Forschung und Industrie - Moderne Methoden der Materialanalytik und deren Anwendungen in den Oberflächen-, Schicht- und Nanotechnologien“ (Prof. W. Jäger); Programm CAU Wissenschaftliche Weiterbildung in Kooperation mit dem Weiterbildungszentrum Tannenfelde, [www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung](http://www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung).

Kieler Labor für analytische Transmissionselektronenmikroskopie: Die AG Mikrostrukturanalytik hat weiterhin aktiv die Maßnahmen des TF-Dekanates / CMA zur Umsetzung des Projektes *Nanoanalytik mit Elektronen (TEM) für Materialforschung, Oberflächenforschung, Nanowissenschaften und Nanosystemtechnik* (Initiative und Projektkoordination bis zur Mitteleinwerbung 2005 Prof. W. Jäger) mit verschiedenen Beiträgen zur Geräteinstallation (Beginn 26.2.2007) und zur Ausrüstung des Labors unterstützt (D. Häubler, E. Spiecker, W. Jäger).

### **Veranstaltungen 2007 - Teilnahme auf Einladung Prof. Dr. Wolfgang. Jäger**

Innovationskongress der IHK Schleswig-Holstein, Kiel, 15.3.2007

Einweihungsveranstaltung INCOATEC GmbH GITZ Geesthacht, 20.04.2007

COSY „Complex Solid State Reactions for Energy Efficient Hydrogen Storage“, Workshop GKSS Research Centre, Geesthacht, Germany, 11.5.2007

Parlamentarischer Abend, Landesvertretung Schleswig-Holstein in Berlin, 11.6.2007

Zukunftsprogramm Wirtschaft, Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein, FHG ISiT Itzehoe, 15.6.2007

6. Peter-Paul-Ewald-Kolloquium MPI Metallforschung Stuttgart, 06. 07. 2007

20 Jahre Schmidt-Römhild-Technologiepreis, Media Docks Lübeck 1.11.2007

2nd International Workshop on Functional Materials for Mobile Hydrogen Storage, Presented by the Helmholtz-Initiative FunChy and FZK/HyTecGroup, Forschungszentrum Karlsruhe, 20.- 21.11. 2007

Mehr Raum für Wirtschaft, Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein, TriBühne Norderstedt, 28.11.2007

GKSS-Jahrestagung, Hamburg-Harburg, 29.11.2007

Jahresempfang der Landeshauptstadt Kiel für die Hochschulen in Kiel, 30.11.2007

Inauguration Ceremony, Center for Nanoscopy, Technical University Denmark, Copenhagen-Lyngby, Denmark, 6.-7-12.2007

### **Gastwissenschaftler 2007**

Herrn Prof. Dr. Erik Johnson, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark, wurde auf Antrag von Prof. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die Gastprofessur Øresund-Region im Wintersemester 2006/2007 verliehen.

### ***Organisation und Beiträge zu internationalen Tagungen 2007 Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Organisation und Session Chairman des Symposiums „Thin Films, Layered Structures, and Interfaces - Applications in Materials Science“ der Microscopy Conference 2007, Sept 2-7, 2007, Saarland University, Saarbrücken, Germany, der Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie / German Society for Electron Microscopy <http://www.uni-saarland.de/mc2007>

Keynote Speaker and Session Chairman 12th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis BCEIA 2007 Symposium on Electron Microscopy and Materials Science Beijing, China, October 18-21, 2007 [www.bceia.org](http://www.bceia.org)

Member of the International Advisory Committee of the International Conference on Electron Microscopy of Solids EMS2008, Krakow-Zakopane, Poland 10.-14.6.2008

### ***Gutachtertätigkeiten 2007 Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Verschiedene Gutachtertätigkeiten für Forschungsdrittmittelgeber. Gutachtertätigkeiten für mehrere internationale wissenschaftliche Fachzeitschriften. Fachliche Begutachtungen im Inland und im Ausland. Mitglied von Promotionsverfahren und Habilitationsverfahren.

### ***Universitätsgremien***

Mitglied der CAU\_TF Berufungskommission der TF Nachfolge Professor Heuberger (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

Mitglied einer CAU-Kommission zur Untersuchung wissenschaftlichen Fehlverhaltens (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

Mitglied der CAU\_TF Berufungskommission der TF Nachfolge Professor Brocks (Dr. Erdmann Spiecker)

Mitglied des Vorstandes der DFG-geförderten Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“ (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

### ***Aktivitäten für Schulen 2007***

Vorträge mit Informationsbeiträgen zu den Studiengängen der TF für Schülerinnen und Schüler und für Lehrer aus Gymnasien in S-H:

23.02.2007 Kieler Gelehrtenschule, E. Spiecker Vortrag „Mikroskopie mit Elektronen“

26.4.2007 CAU Technische Fakultät, W. Jäger Vortrag „Nanoanalytik mit Elektronen für die Material- und Oberflächenforschung“

### ***Weitere Tätigkeiten Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Mitglied des Geschäftsführungsgremiums der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (bis September 2007).

### ***Gäste im Jahr 2007 TF-Kolloquium, Forschergruppen-Seminar und Arbeitsgruppen-Seminar***

Institutseminare Prof. Erik Johnson, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark (Øresund-Gastprofessur im WS 2006/2007):

22.1.2007 „Nanowires and Nanoflakes of GaAs and InAs grown by MBE“

29.1.2007 „The microstructure of Cu-Co alloys - a system with metastable miscibility gap“

14.05.2007 TF Kolloquium, PD Dr. Peter A. van Aken, Zentrum für Transmissionselektronenmikroskopie, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart: „Detection of Magnetic Linear and Circular Dichroism in Analytical Transmission Electron Microscopy“

10.12.2007 TF Kolloquium, Prof. Dr. Wolfhard Möller, Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, Forschungszentrum Dresden-Rossendorf und Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Dresden: „Nanostructures by Ion-Driven Self-Organisation“

# almanach 07

# Funktionale Nanomaterialien

Die Arbeitsgruppe "Funktionale Nanomaterialien" war im Struktur- und Entwicklungsplan der Technischen Fakultät (STEP) ursprünglich erst für eine Besetzung zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen. Durch einen gemeinsamen Antrag auf eine Heisenberg-Prozessur der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vom jetzigen Stelleninhaber und der Universität ist es gelungen, diese W2 Professur schon seit Juni 2007 zu besetzen. Die Heisenberg-Prozessur ist ein seit 2006 bestehendes Förderinstrument. Bis zum Sommer 2007 wurden deutschlandweit in allen Universitäten nur 9 Heisenberg-Prozessuren gefördert.

Inhaltlich befasst sich die Arbeitsgruppe "Funktionale Nanomaterialien" neben dem im selbsterklärenden Namen enthaltenen Forschungsthema mit interdisziplinären Fragestellungen. So sind auch Nanostrukturen in Medizin, Biologie, Chemie und Physik Gegenstand der Forschung. Weiterhin ist der Versuch geplant, allgemeine Fragestellungen der Nanotechnologie mit den Geisteswissenschaften zu erörtern.

Der Stelleninhaber, Rainer Adelung, hat sich am Lehrstuhl für Materialverbunde habilitiert (siehe dort) und schon längere Zeit an der Technischen Fakultät geforscht. Es kann, anders als bei sonst neu eingerichteten Professuren daher sofort z.B. in Drittmittelprojekten weitergearbeitet werden, da Raum-, Labor- und Infrastrukturnutzung durch den Lehrstuhl für Materialverbunde ermöglicht werden. Einige wissenschaftliche Projekte und Entwicklungen in der Arbeitsgruppe, die seit dem 1.7.2007 den Betrieb aufgenommen hat, sind im Folgenden beispielhaft dargestellt.

## Ergebnisse

Eine exzellente Promotion gelang Michael Scharnberg, der das Projekt "Organische Feldeffekttransistoren" im Rahmen des DFG Schwerpunktes 1121 als ein wesentliches Thema seiner Promotion bearbeitet hat. Das gemeinsam mit Prof. Faupel (Lehrstuhl für Materialverbunde) durchgeführte Projekt wurde in 2007 abgeschlossen, ein Übersichtsartikel ist als Abschlussbericht in einem Sonderband in der Zeitschrift Physica Status Solidi zur Veröffentlichung angenommen worden. Wie schon im letzten Almanach angekündigt, wurden weitere Arbeiten zu funktionale Polymerelektretdeckschichten für organische Feldeffekttransistoren in Applied Physics Letters in 2007 publiziert. Neue Ergebnisse zu im Vakuum deponierten Metallkontakten zeigen, wie wichtig der Einfluss des Kontaktes auf die Funktionalität des organischen Feldeffekttransistors ist. Obwohl es sich bei den hier hergestellten Strukturen immer um Goldkontakte handelt, können doch Unterschiede im Wachstum der Schichten sehr unterschiedliche Übergangswiderstände im Transistor bewirken. Je nachdem wieviel Metall in den organischen Film hinein diffundiert, bilden sich unterschiedliche Grenzflächen. Dies ist schematisch in Figur 1a dargestellt.

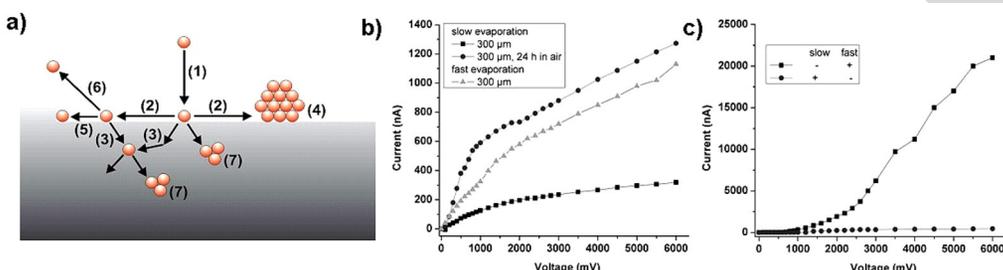


Abb. 1: Wachstum auf Oberflächen und Strom-Spannungskurven verschiedener Goldkontakte auf organischen Feldeffekttransistoren. a) Unterschiedliche Mechanismen, die nach der Deposition von Metall auf Oberflächen auftreten können. b) Leitfähigkeit von Feldeffekttransistoren mit Goldkontakten, die auf unterschiedliche Art deponiert wurden. Von unten nach oben: langsame Deposition, schnelle Deposition und nach Alterung. c) Strom-Spannungskurven von Feldeffekttransistoren mit unterschiedlichen Kontakten. Je nach Polung dieser Kontakte ergeben sich stark unterschiedliche Leitfähigkeiten.

Beim Wachstum im Vakuum treffen Metallatome auf der Oberfläche auf, diffundieren entlang der Oberfläche oder in das Volumen, formen Cluster oder desorbieren, je nach Depositionsrate, Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit. Abbildung 1b zeigt Strom-Spannungskurven eines organischen Feldeffekttransistors, dessen Kontakte bei niedriger (slow) und hoher Depositionsrate (fast) erzeugt wurden. Die schnell aufgedampften Kontakte zeigen bei gleicher Spannung einen etwa 5 mal höheren Strom. Zusätzlich ist noch ein Alterungseffekt zu sehen. Nach 24 Stunden verbessert sich die Leitfähigkeit der langsam aufgedampften Schichten deutlich, sie übersteigt sogar den Wert der schnell aufgedampften Schicht. Möglicherweise liegt dies an Raumtemperaturdiffusionsprozessen einzelner Atome. Noch drastischer werden die Unterschiede deutlich, wenn unterschiedliche Goldkontakte als "Source"- und "Drain"-Kontakte eingesetzt werden. Je nach Polarität ergeben sich hier bis zu 4 Größenordnungen höhere Ströme. Das Ladungsinjektionsverhalten und Extraktionsverhalten hängt offenbar stark von der Feldrichtung ab.

Das herausragendste Ereignis in der Arbeitsgruppe war die Verleihung des Nanowissenschaftspreises 2007 des Bundesforschungsministeriums in der Kategorie Junior an den Doktoranden Mady Elbahri. Der Nanowissenschaftspreis zeichnet "hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Nanowissenschaften und Nanotechnologie" aus. Bei der von großer Eigenständigkeit geprägten Arbeit handelt es sich um eine Publikation in der Fachzeitschrift Advanced Materials. In dem Artikel wird beschrieben, wie mittels des Leidenfrostschens Effektes Nanopartikel, Drähte und Ringe aus Tröpfchen auf einer Oberfläche abgeschieden werden (siehe auch Almanach 2006). Die Veröffentlichung selbst sorgte schon für großes Interesse, ein Bild mit derartig hergestellten Nanostrukturen wurde als "inside front cover" der Zeitschrift gewählt, siehe Abb. 2. Verschiedene wissenschaftliche "Newsticker" berichteten über den Artikel, Prof. Colin Bain schrieb einen einseitigen Kommentar in den "News and Views" von Nature Nanotechnology.

Weitere Arbeiten im Rahmen des von der DFG geförderten Schwerpunktprogramms 1165 "Nanodrähte und Nanoröhren: Von kontrollierter Synthese zur Funktion" richten sich gemäß des Titels gegen Ende der zweiten Förderperiode in Richtung Funktion aus. So wurden diverse Schaltkreise hergestellt, die Nanodrähte enthielten. Die elektrische Charakterisierung dieser Nanodrähte zeigt ungewöhnliches Verhalten, ein Beispiel ist die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit. Während die Leitfähigkeit von metallischen Drähten mit steigender Temperatur abnimmt, nimmt die von Nanodrähten zu. Neben verschiedenen metallischen Nanostrukturen wurde auch erstmals mit halbleitenden Nanostrukturen gearbeitet. In Zusammenarbeit mit Carsten Ronning von der Universität Göttingen wurden hier mit dem "Vapor-liquid-solid"-Verfahren halbleitende Nanosegel aus Zinkoxid hergestellt. Zinkoxid Nanostrukturen sind bekannt und werden in den verschiedensten Formen hergestellt. Die hier erzeugten Strukturen haben allerdings einige Vorteile.

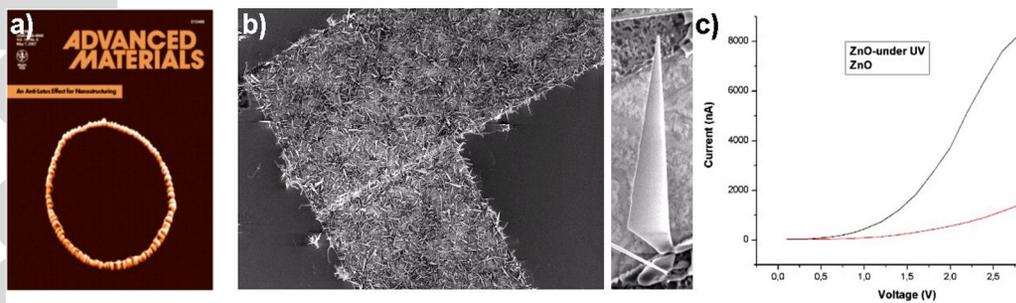


Abb. 2: Nanostrukturen und Eigenschaften. a) "Inside front Cover" von Advanced Materials. Die Abbildung zeigt eine aus einem Leidenfrostschens Tropfen abgeschiedene Struktur. b) Nanosegel auf einem Metallkontakt c) Leitfähigkeit durch eine Probe mit Nanosegeln: Rot, ohne UV-Beleuchtung, Schwarz, mit UV-Beleuchtung.

Abbildung 2b zeigt die Nanostrukturen, wie sie auf einem Goldkontaktpaar gezüchtet wurden. Die Vergrößerung zeigt, warum die Strukturen von uns "Nanosegel" genannt wurden. Ihre zweidimensionale Gestalt bietet eine große Oberfläche, was für Sensoren sehr vorteilhaft ist. Lagern sich z.B. Gase an der Oberfläche an oder spielen Oberflächensignale eine Rolle, entsteht hier eine große Verstärkung. Ein Problem solcher selbstorganisierten Strukturen ist typischerweise die Integration in eine nutzbare Umgebung. Da die hier erzeugten Strukturen aber direkt auf dem Si-Chip gezüchtet wurden, können sie

direkt durch Elektroden angesteuert werden. So kann der Aufbau als UV-Photowiderstand genutzt werden. Abbildung 2c zeigt, wie sich die Leitfähigkeit durch die Nanosegel um etwa einen Faktor 10 bei UV-Beleuchtung vergrößert.

Neben den elektronischen Eigenschaften und Funktionalitäten sind auch die mechanischen hochinteressant. Im vorherigen Almanach wurde die Wasserstrahlreflexion vorgestellt. Diese beruht auf extrem kleinen aufrecht stehenden Säulen, die mit einem Fluoropolymer umgehüllt wurden. Die so entstehende Oberfläche ist so wasserabweisend, dass Wasserstrahlen reflektiert werden können. Um die physikalischen Zusammenhänge zu verstehen, wurden detaillierte, quantitative Experimente im Rahmen der Studienarbeit von Sören Kaps durchgeführt. So konnte eine Vorhersage der Wasserstrahlverbreiterung beim Auftreffen auf die Oberfläche durch verschiedene parameterfreie Theorien getätigt werden. Ebenso ergab sich ein Zugang zum Winkel des abgestrahlten Wasserstrahles. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt.

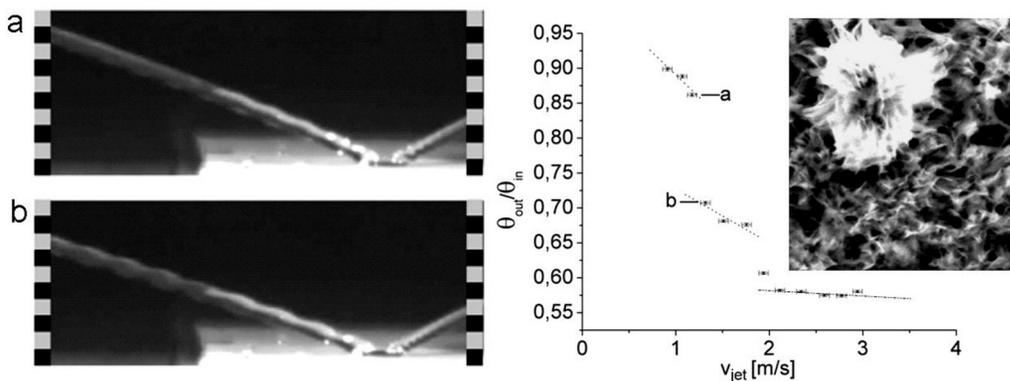


Abb. 3: Wasserstrahlreflexion und ultrahydrophobe Oberflächen. Die Stellen a und b markieren nahezu gleiche Geschwindigkeiten von reflektierten Wasserstrahlen, die jedoch unterschiedliche Reflexionswinkel aufweisen. Der in b reflektierte Wasserstrahl weist eine größere Oszillation auf. Die Rasterelektronenaufnahme zeigt die Struktur einer ultrahydrophoben Oberfläche.

Bild a und b zeigen Wasserstrahlen, die mit nahezu gleicher Geschwindigkeit auf die Oberfläche treffen und von ihr reflektiert werden. Anhand der Schwarz-Weiß-Kästchenskala ist allerdings ersichtlich, dass der Strahl b etwa einen Strahldurchmesser tiefer liegt. Der nebenstehende Graph zeigt diesen Sprung als Funktion der Geschwindigkeit in unterschiedlichen Winkelverhältnissen. Da strömungsmechanisch die Details des Strahlverlaufes neben Nichtlinearitäten auch noch von der Vorgeschichte abhängen, ist eine detaillierte Vorhersage sehr schwierig und ggf. nur über komplizierte Simulationen zu erreichen. Jedoch konnte gezeigt werden, wo der Energieverlust stattfindet: Die Schwingung im Strahl b enthält eine Energiemenge, die genau zu der Verringerung des Absprungwinkels gehört. Um noch genauere Aussagen machen zu können und die Oberflächen in Anwendungen zu nutzen, werden neue Herstellungsverfahren für solche ultrahydrophoben Oberflächen entwickelt. Die Abbildung auf der rechten Seite von Abbildung 3 zeigt Nanostrukturen einer solchen Oberfläche.

Verschiedene weitere Projekte beinhaltet die Kooperation mit der Zahnmedizin. So ist in 2007 ein DFG Projekt bewilligt worden, in dem Polymere für den dentalen Einsatz mit sowohl antibakterieller als auch antienzymatischer Wirkung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Polymerchemie der GKSS erforscht werden sollen. Erste Vorarbeiten für einen weiteren Antrag wurden mit Priv. Doz. Dr. Größner-Schreiber begonnen. Hier soll es ebenfalls um antibakterielle Oberflächen gehen.

Des Weiteren wurde auch ein maritimes Thema aufgegriffen: In Zusammenarbeit mit der Firma Nanoproofed werden so genannte Antifouling-Oberflächen entwickelt. Diese Arbeiten sind in einem Vorantrag für ein Maritimes Spitzencluster enthalten.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. R. Adelung; Sekretariat: Dipl.-Chem. S. Kastaun (50%), Dipl.-Geol. B. Minten, C. Otte-Hüls (50%)  
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. R. Kloth, Dipl.-Ing. S. Rehders

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

M. Sc. M. Elbahi Nanodrähte	01.06.-31.12.2007	CAU
M. Sc. S. Jebril Nanowires on silicon	01.06.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. S. Wille Nanokanäle	01.06.-31.12.2007	ISH, DFG, CAU

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Sommer 2007

Mathematik für Materialwissenschaftler II, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 R. Adelung (+ S. Wille)

Praktikum Labortechnik, 2 Std. Praktikum/Woche,  
 R. Adelung (+ W. Chu, J. Carstensen, K. Dolgner, K. Rätzke, V. Zaporojtchenko)

### Winter 2007/2008

Mathematik für Materialwissenschaftler I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 R. Adelung (+ S. Wille)

Nanotechnology (Nano Tech), 2 Std. Vorlesung/Woche,  
 R. Adelung

Aspects of Nanotechnology, 1 Std. Seminar/Woche,  
 R. Adelung

## Drittmittel

DFG, *Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, 01.07.2004-31.01.2007 (59.919 EUR)

DFG, *Korrelation von Metallwachstum auf molekularen organischen Halbleitern und elektronischen Eigenschaften (gemeinsam mit Prof. Faupel)*, 01.09.2005-24.11.2007 (71 771 EUR)

DFG, *Schwerpunktprogramm: Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion - Thin film fracture based fabrication of nanowires and tubes in device geometry*, 01.08.2006-30.07.2008 (130 760 EUR)

DFG, *Heisenberg-Professur: Interdisziplinäre anwendungsnahe Forschung mit nanostrukturierten Materialien*, 01.06.2007-01.06.2010 (244 800 EUR)

DFG, *Reisemittel für Workshop "Polymer-Metal Nanoparticle composites" in Kobe, Japan*, 03.-05.10.2007 (1 518 EUR)

DFG, *Einfluss der Verhinderung der Kollagen-Degradation durch MMPs auf den Dentin-Klebeverbund*, 04.10.2007-04.10.2009 (25 544 EUR)

Siemens, *Radiotraceruntersuchungen an OLED Grenzflächen*, 07.11.2007 (10 000 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Dr. D. K. Avasthi, Materials Science Group, Nuclear Science Centre New Delhi, India, Temperaturabhängige Leitfähigkeit von Nanodrähten.

PD Dr. V. Cimalla, TU-Ilmenau, Nanodrahtbrücken.

Prof. F. Faupel, Universität Kiel, Lehrstuhl für Materialverbunde, Mehrere gemeinsame Projekte zu organischen Materialien und Ultrahydrophobizität.

Dr. Größner-Schreiber, Modifikation von Titanoberflächen.

Dr. A.W. Hassel, Max-Planck Institut, Düsseldorf, Nanostrukturierte Eutektika.

Prof. U. Hilleringmann, Universität Paderborn, Elektretschichten für organische Feldeffekt-Transistoren.

Prof. Dr. M. Kern, Prof. Dr. K. Ludwig, Zahnmedizin, Universität Kiel, AFM, XPS und Kontaktwinkelmessungen an Dentalmaterialien.

Prof. Dr. L. Kipp, Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Kiel, Eigenschaften von organischen kristallinen Materialien.

Prof. Dr. A. Krüger, Otto-Diels-Institut für Organische Chemie, Nanodrähte aus Nanodiamanten.

Prof. Dr. U. Lünning, Otto-Diels-Institut für Organische Chemie, CAU Kiel, Chemische Modifikation von Nanodrähten.

Dr. S. P. Nunez und Prof. V. Abetz, GKSS Geesthacht, Brennstoffzellen.

Prof. Dr. O. Magnussen, Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Elektrodeposition auf Schichtkristallen.

Dr. J. Pflaum, Universität Stuttgart, Organische kristalline Halbleiter.

PD Dr. C. Ronning, Universität Göttingen, Nanosegel aus Zinkoxid.

Dr. B. Schmitt, FZ Rossendorf, Mikrostrukturierung zur Integration von Nanodrähten in die Halbleitertechnik.

Prof. Dr. K. Schulte, TU Hamburg, Kontaktierte CNT-Brücken.

Prof. Dr. F. Tuczek, Institut für Anorganische Chemie, CAU Kiel, Self-assembled monolayers.

Prof. Wendorf, Universität Marburg, Teflonbeschichtung von Nanofasern.

PD Dr. Maja Wiegemann, Alfred-Wegener Institut Bremen, Zweigstelle Helgoland, Untersuchungen zum Seepockenklebstoff.

Prof. Dr. C. Wöll, Institut für Physikalische Chemie, Ruhr-Universität Bochum, Leitfähigkeitsmessungen an Nanodrähten.

Industrie:

Nanoproofed, Süsel, Vorarbeiten maritimes Spitzencluster.

Siemens AG, Erlangen-Nürnberg, gemeinsam mit Prof. Faupel, Organische Schichten.

Wöhlk, Schönkirchen, Untersuchungen an Kontaktlinsen.

## Diplom- und Master-Arbeiten

K. Hirmas, *Nanostructuring by using dynamical self-assembly via an evaporating drop*, 03.05.2007

S. K. Essa, *Electrical Characteristic of Nanowires from Different Metallic and Semiconducting Materials*, 29.08.2007

M. Scharnberg, *Functional Organic Thin Films*, 07.11.2007

erschienen im Jahre 2007

- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, C. Pannemann, T. Diekmann, *Tuning the threshold voltage of organic field-effect transistors by an electret encapsulation layer*, *Appl. Phys. Lett.*, **90**, 013501 (2007)
- B. Yang, M. Scharnberg, S. Wolfart, A. C. Quaas, R. Adelung, M. Kern, *Influence of contamination on zirconia ceramic bonding*, *J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater.*, **81(2)**, 283 (2007)
- C. Pannemann, T. Diekmann, U. Hilleringmann, U. Schürmann, M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, *PTFE-Encapsulation for Pentacene based organic Thin-Film Transistors*, *Mater. Science-Pol.*, **25**, 95 (2007)
- A. W. Hassel, S. Milenkovic, U. Schürmann, H. Greve, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, *Model systems with extreme aspect ratio, tunable geometry and surface functionality for a quantitative investigation of the Lotus effect*, *Langmuir*, **23 (4)**, 2091 (2007)
- M. Elbahri, D. Paretkar, K. Hirmas, S. Jebiril, R. Adelung, *Anti-Lotus Effect for Nanostructuring at the Leidenfrost Temperature*, *Adv. Mater.*, **19**, 1262 (2007)
- B. Yang, S. Wolfart, M. Scharnberg, K. Ludwig, R. Adelung, M. Kern, *Influence of contamination on zirconia ceramic bonding*, *J. Dent. Res.*, **86**, 749 (2007)

- M. Elbahri, K. Hirmas, F. Faupel, R. Adelung, *Verfahren zur Nanostrukturierung mittels spinodaler Entnetzung*, Deutsches Patentamt, 08.11.2007, DE 10 2007 053 157.7
- M. Elbahri, R. Adelung, *Verfahren zur Erzeugung von oxidischen Nanopartikeln aus einem Oxidpartikel bildenden Material*, Deutsches Patentamt, 14.08.2007, PCT/DE 2007/001444

- R. Adelung, *Advanced nano-lithography techniques and applications (eingeladener Vortrag)*, MPI-Seminar, Halle, 17.01.2007
- R. Adelung, *Catalyst deposition by sputtering + XPS analysis (Vortrag)*, GKSS Seminar Virtuelles Institut, Geesthacht, 15.02.2007
- M. Elbahri, K. Hirmas, R. Adelung, *Nanowire devices formed by wet chemistry (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- S. Jebiril, K. Subannajui, M. Elbahri, R. Adelung, *Electrical properties and oxidation behavior of nanowires (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, F. Faupel, C. Pannemann, T. Diekmann, U. Hilleringmann, *Tuning the threshold voltage of organic field-effect transistors by an electret encapsulating layer (Poster)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- M. Scharnberg, V. Zaporojtchenko, R. Adelung, S. Milenkovic, A. W. Hassel, F. Faupel, *Reflection of water jets on biological and bio-inspired artificial surfaces (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- S. Wille, B. Yang, R. Adelung, *Micropatterning of ceramics by ion beam sputtering for dental implants (Vortrag)*, DPG-Frühjahrstagung 2007, Regensburg, 26.-30.03.2007
- R. Adelung, S. Jebiril, M. Elbahri, *Interconnected nanowires on insulating surfaces, potential for electrochemistry? (eingeladener Vortrag)*, AGEF-Kolloquium am MPIE-Düsseldorf, Düsseldorf, 18.-19.04.2007

- R. Adelung, S. Jebril, M. Elbahri, *Simple ways to form nanowire based devices (eingeladener Vortrag)*, Kolloquium Univ. Twente, Enschede, Niederlande, 25.04.2007
- R. Adelung, S. Jebril, M. Elbahri, *Possibilities and properties of nanowires integrated in microchips (Vortrag)*, DFG-Schwerpunkttreffen SPP 1165:, Fulda, 27.-28.05.2007
- R. Adelung, S. Jebril, M. Elbahri, *Nanocomposites and surface nanostructures (eingeladener Vortrag)*, Marie Curie Workshop GKSS, Geestacht, 04.-06.06.2007
- M. Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, *Einfluss von Metall/Halbleiter-Grenzflächen und Elektretfilmen auf die elektronischen Eigenschaften von organischen Feldeffekttransistoren (Vortrag)*, OFET DFG-Schwerpunktprogramm "Organische Feldeffekttransistoren", Bad Honnef, 11.-13.06.2007
- K. Rätzke, M. Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, J. Pflaum, *Diffusion in crystalline molecular materials (Vortrag)*, DSL Tagung, Alvor, Portugal, 04.-06.07.2007
- M. Scharnberg, R. Adelung, F. Faupel, *Einfluss von "Top"-Grenzflächen auf die elektronischen Eigenschaften von organischen Feldeffekttransistoren (Vortrag)*, Siemens, Erlangen - Nürnberg, 18.07.2007
- R. Adelung, *Nano - after the hype (Vortrag)*, Tagung Sehlendorf-Seminar 2007, Sehlendorf, 05.-07.09.2007
- R. Adelung, S. Jebril, M. Elbahri, *Simple strategies to setup nanowire based devices (Vortrag)*, Icon 2007 Second International Conference on One-dimensional Nanomaterials, Malmö, Schweden, 26.-29.09.2007
- R. Adelung, S. Jebril, M. Elbahri, *Properties of metal nanowires on polymers (eingeladener Vortrag)*, International Nanoworkshop 2007, Kobe, Japan, 03.-05.10.2007
- B. Yang, S. Wille, M. Kern, R. Adelung, *Microstructure on zirconia ceramic surface produced by ion beam sputtering (Vortrag)*, Attendence of EAO, Barcelona, Spanien, 25.-27.10.2007
- R. Adelung, *Nanowires in science and technology (Vortrag)*, Antrittsvorlesung, Kiel, 29.-29.10.2007
- M. Elbahri, S. Jebril, D. Paretkar, K. Hirmas, K. Subannajui, R. Adelung, *Simple approaches to nanowires (Poster)*, NiNa, 8. Schwerpunkttreffen "Angewandte Nanotechnologie in der Mikroelektronik", Heide, 02.11.2007
- R. Adelung, *Simple routes to form nanowire based device components (eingeladener Vortrag)*, SFB 48-Seminar, Bayreuth, Bayern, 12.-13.12.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Verleihung des Nanowissenschaftspreises 2007 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in der Kategorie Junior an M. Sc. Mady Elbahri.

Berufung auf eine Heisenbergprofessur der Deutschen Forschungsgemeinschaft von Priv. Doz. Dr. Rainer Adelung.

# almanach 07

# Werkstoffmechanik

Die Werkstoffmechanik ist eine gemeinsame Professur mit dem GKSS Forschungszentrum in Geesthacht. GKSS ist Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Brocks ist Leiter der Abteilung „Simulation des Werkstoff- und Bauteilverhaltens“ am Institut für Werkstoffforschung in Geesthacht.

## Ergebnisse

Moderne Verfahren der Werkstoffcharakterisierung und Konzepte der Bauteilbewertung sind ohne den Einsatz numerischer Methoden nicht mehr denkbar. Sie ermöglichen

- eine Erweiterung der Aussagefähigkeit von Experimenten

und sie sind unumgänglich,

- wenn Experimente an realen Bauteilen auf Grund ihrer Größe oder komplizierter Belastungsbedingungen nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand oder Sicherheitsrisiko möglich sind,
- wenn Parameterstudien, wie Variation von Materialkennwerten oder Lastannahmen durchzuführen sind und
- wenn erhöhte Anforderungen an die Betriebssicherheit bei gleichzeitiger optimaler Ausnutzung des Werkstoffs gestellt werden.

Numerische Simulationen sind aber immer nur so aussage- und leistungsfähig wie die dahinter stehenden Modelle. Kompetenz auf dem Gebiet der Modellierung des Werkstoff- und Bauteilverhaltens unter äußeren Einwirkungen ist deshalb unverzichtbar für moderne Werkstoffforschung und -anwendung. Dabei sind die Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und den globalen technologischen Eigenschaften von Konstruktionswerkstoffen von besonderer Bedeutung.

Für Spannungs- und Verformungsanalysen komplexer Strukturen hat sich die Methode der finiten Elemente (FEM) als flexibles und leistungsfähiges Instrument bewährt. Kommerziell verfügbare Programme, z. B. ABAQUS oder ANSYS, bieten jedoch nur den jeweils als gesichert geltenden Stand der Wissenschaft auf dem Gebiet der Stoffgleichungen an. Die Weiterentwicklung von Materialmodellen zur Beschreibung von Verformungen und Schädigung ist deshalb notwendige Aufgabe jeder Werkstoffforschung.

Ziele der Arbeiten in der Abteilung „Simulation des Werkstoff- und Bauteilverhaltens“ sind

- die quantitative Erfassung der Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur von Werkstoffen, den Verformungs- und Schädigungsphänomenen auf mikrostrukturellem Niveau und den globalen Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften,
- die Erweiterung der Fähigkeiten gegenwärtiger Finite-Elemente-Programme, das thermisch-mechanische Verhalten von Werkstoffen, also deren Verformung und ggf. Schädigung bis zum Versagen unter dem Einfluss von komplexen thermischen und mechanischen Beanspruchungen zu beschreiben,
- die Validierung von Bauteilbewertungs- und Testprozeduren durch numerische Simulationen des Bauteilverhaltens.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Brocks  
Institute for Materials Research

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

### Sommer 2007

Engineering Mechanics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 W. Brocks

### Winter 2007/2008

Modellierung Technischer Systeme, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 W. Brocks

Finite Element Modelling, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 D. Steglich

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- D. Steglich, S. Graff, W. Brocks, *Linking Meso- and Macroscale Simulations: Crystal Plasticity of hcp Metals and Plastic Potentials*, Materials Science Forum, Aedermannsdorf: Trans Tech, **539-543**, 1741 - 174 (2007)
- R. Kabir, A. Cornec, W. Brocks, *Simulation of quasi-brittle fracture of lamellar  $\gamma$  TiAl using the cohesive model and a stochastic approach*, Computational Materials Science, **39**, 75 - 84 (2007)
- D. Steglich, W. Brocks, J. Heerens, T. Pardoen, *Anisotropic ductile fracture of Al 2024 alloys*, Engineering Fracture Mechanics, (2007)
- W. Brocks, I. Scheider, *Prediction of Crack Path Bifurcation under Quasi-Static Loading by the Cohesive Model*, Structural Durability & Health Monitoring. Vol. 3 Forsyth, GA: Tech Science Press, **2**, 69 - 79 (2007)
- S. Graff, W. Brocks, D. Steglich, *Yielding of Magnesium: From Single Crystal to Polycrystalline Aggregates*, International Journal of Plasticity, **23**, 1957 - 1978 (2007)
- S. Graff, D. Steglich, W. Brocks, *Forming of Magnesium - Crystal Plasticity and Plastic Potentials*, Advanced Engineering Materials, **9**, 803 - 06 (2007)
- W. Brocks, D. Steglich, *Hybrid Methods*, In: Schwalbe, K.-H. (Ed.): Comprehensive Structural Integrity, Addendum 2007: Mechanical Characterization of Materials. Oxford UK: Elsevier, 107 - 136 (2007)

## Präsentationen

- W. Brocks, I. Scheider, *Predicting residual strength and crack paths for ductile tearing of structures by the cohesive model*, Seminarvortrag am University College Dublin, Dublin, Irland, 05.02.2007
- W. Brocks, S. Graff, D. Steglich, *Yielding of HCP Metals: From Single Crystal to Polycrystalline Metals*, Seminar der Federation Francilienne for Mechanics, Materials, Structures and Processes, Paris, Frankreich, 08.03.2007
- W. Brocks, *FEM-Analysen von Rissproblemen bei nicht-linearem Materialverhalten*, DVM-Weiterbildungsseminar Anwendung numerischer Methoden in der Bruchmechanik, Dresden, Deutschland, 12.02.2007

- D. Steglich, S. Graff, W. Brocks, *Forming of Magnesium - Crystal plasticity and plastic potentials*, 10th ESAFORM Conf. Material Forming, Zaragoza, Spanien, 18.-20.04.2007
- S. Ertürk, D. Steglich, J. Bohlen, D. Letzig, W. Brocks, *On the modeling of plastic deformation of Magnesium alloys*, Int. Conf. Numerical Methods in Industrial Forming Processes, NUMIFORM 2007, Porto, Portugal, 17.-21.06.2007
- W. Brocks, I. Scheider, *Predicting residual strength and crack paths for ductile tearing of structures by the cohesive model*, 6th Int. Conf. Fracture and Damage Mechanics, FDM 2007, Madeira, Portugal, 17.-19.07.2007
- W. Brocks, I. Scheider, *Prediction of residual strength of panels and shells*, Beretta, S.; Carboni, M. (Eds.): 19th Italian Nat. Conf. on Fracture, IGF 19, Milano, Italien, 02.-04.07.2007
- D. Steglich, S. Graff, W. Brocks, *Forming of Magnesium - Crystal plasticity and plastic potentials*, 10th ESAFORM Conference on Material Forming, AIP Conference Proceedings pp. 1277-1282, Zaragoza, Spanien, 18.-20.04.2007
- D. Steglich, *Plastic deformation and fracture of Al2198 T8 sheet Metal*, Advanced Materials, Egyptian-German Workshop, Stuttgart, Deutschland, 03.-05.09.2007
- D. Steglich, *Micromechanisms of deformation and damage - Identification and modelling*, Materials Science Workshop on Materials Behaviour, Qualification and Characterization, New Cairo, Ägypten, 03.-05.12.2007

a l m a n a c h

# almanach 07

# Polymerbasierte Multikomponentenwerkstoffe

Prof. Dr. Volker Abetz, Leiter des Institutes für Polymerforschung der GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH in Geesthacht.

## Ergebnisse

Das Institut für Polymerforschung der GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH beschäftigt in Geesthacht ca. 60 Mitarbeiter. Das Institut ist in mehrere Abteilungen gegliedert, deren Profile von der Synthese neuer Polymere und ihrer Charakterisierung bis hin zur Verarbeitung und Anwendung in Membranen oder Strukturwerkstoffen reichen.

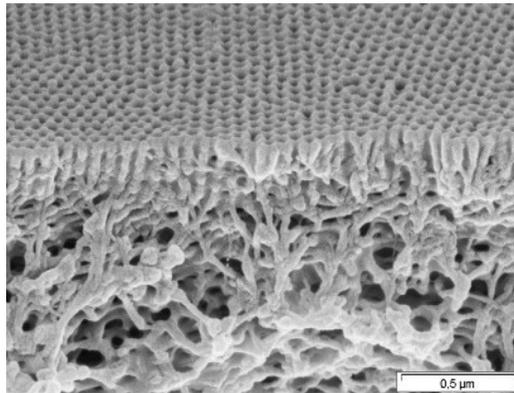


Abb. 1: Blockcopolymermembran, die in einem Prozess-Schritt durch Fällung aus Lösung hergestellt wird. Die obere Schicht zeigt eine typische, regelmäßige Porenstruktur und geht in eine schwammartige Unterstruktur aus dem gleichen Material über.

Die Membranmaterialien auf Polymerbasis werden für viele Anwendungen entwickelt, z.B. protonenleitfähige Membranen, Membrankontakoren für die chemische Synthese sowie Membranen zur Gastrennung (beispielsweise Abtrennung von CO<sub>2</sub>, Anreicherung von Sauerstoff für Verbrennungsmotoren). Je nach Anwendung werden Flach- oder Hohlfadenmembranen hergestellt. Auch die Technologie für membranbasierte Prozesse wird in verfahrenstechnischen Abteilungen entwickelt, wobei auch Computersimulationen zum Einsatz kommen. Die Produkte werden in vielen Fällen von Lizenznehmern aus der Industrie in Serie produziert und vermarktet.

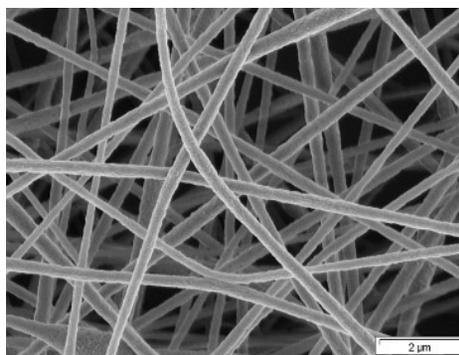


Abb. 2: Elektrogespinnene Polyamidimid-Fasern

Ein anderer Forschungsbereich des Institutes befasst sich mit der Herstellung von polymeren Nanofäden mittels Elektrospinning, welche teilweise als Gerüste für biologische Gewebe bei externen Partnern eingesetzt werden (Tissue engineering). Polymere Nanofasern finden auch Anwendungen in der Membrantechnologie bzw. Katalyse.

Im Rahmen eines neuen Forschungsschwerpunktes werden Nanocomposite auf der Basis funktionalisierter Nanopartikel unterschiedlicher Zusammensetzung und Geometrie entwickelt, wobei auch maßgeschneiderte Blockcopolymere eine wichtige Rolle spielen.

Weitere Informationen über die Arbeitsgebiete des Institutes finden Sie im Internet über <http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/abetz/>

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH  
Institut für Polymerforschung  
Max-Planck-Straße 1  
21502 Geesthacht

Institutsleitung: Professor Dr. Volker Abetz  
Tel. 04152/87-2461 (Sekretariat)  
Fax 04152/87-2444  
Email [volker.abetz@gkss.de](mailto:volker.abetz@gkss.de)

# CMA Centrum für Materialanalytik / TF-Praktika für Studierende der Ingenieurstudiengänge

Leitungsgremium: Dr. W. Brünger, Prof. Dr. F. Faupel, Prof. Dr. H. Föll, Prof. Dr. A. Heuberger, Prof. Dr. W. Jäger, Prof. Dr. P. Seegebrecht, Prof. Dr. E. Quandt

Die Lehrstühle und Arbeitsgruppen der Materialwissenschaft und der Elektrotechnik der CAU Kiel verfügen über hochmoderne Geräte und Techniken für Materialanalytik, Materialprüfung und Elektronenmikroskopie in der Materialwissenschaft. Das Centrum für Materialanalytik (CMA) stellt die vorhandenen Forschungsexpertisen und Methoden Kooperationspartnern aus Forschung und Wirtschaft für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaufgaben und als Dienstleistung zur Verfügung.

Zu den bisherigen zentralen Aufgaben des CMA gehören:

- Materialcharakterisierung
- Struktur und Eigenschaften von dünnen Schichten, Oberflächenspektroskopie, mechanische Materialprüfung
- Bereitstellung von modernsten Geräten und wissenschaftlichem Fachwissen in Materialanalytik und Materialprüfung für interne und externe Nutzer
- Organisatorische Betreuung und Koordination des neugeschaffenen TEM-Zentrums
- Förderung von Forschungsk Kooperationen, Service und Beratung für Industrie und Forschungsinstitute
- Erweiterung des Spektrums verfügbarer Methoden durch „resource sharing“ in Kooperationen
- Unterstützung bei Forschungsarbeiten der Studierenden
- Unterstützung der Ausbildung von Studierenden und Ingenieuren durch Lehr- und Kursmodule in Materialanalytik, Materialprüfung und Elektronenmikroskopie
- Unterstützung der Studierenden bei der Arbeitssuche durch Kontakte zu Industrie und Forschungsinstituten.

Das Angebot zum Technologietransfer des CMA umfasst auch die gemeinsame Bearbeitung und gegenseitige Vermittlung von Industrieaufträgen auf der Grundlage einer Zusammenarbeitsvereinbarung der CAU/CMA mit dem Werkstoffanwendungs- und Technologiezentrum (WATZ) des GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH. Das CMA bietet Zugang zu modernsten, leistungsfähigen Messgeräten, die auch den Studierenden in Fortgeschrittenenpraktika und für ihre Forschungsarbeiten zur Verfügung stehen.

Zu dem Aufgabenspektrum gehören ebenfalls die Einrichtung, Betreuung und Weiterentwicklung der materialwissenschaftlichen Studiengänge:

- Einwerbung und Vorbereitung der fachlichen Bewertung von Studienbewerbern
- Betreuung der Studierenden während des Studiums auch in Alltagsfragen
- Entwurf und Weiterentwicklung neuer Studiengänge
- Akkreditierung vorhandener Studiengänge
- Prüfungsamt Materialwissenschaft

- Entwurf und Versand von Werbe- und Informationsbroschüren

Zu den zentralen Aufgaben gehört ferner die Organisation und Durchführung aller materialwissenschaftlichen Praktika sowie der gemeinsamen Grundpraktika.

## Ergebnisse

Das CMA hat im Januar die Organisation des neu einzurichtenden TEM-Zentrums übernommen. Zudem war das CMA für die Errichtung weiterer Labore in der Halle E im Zusammenhang mit der Erstellung des Reinraumes (Thermoanalyse und Oberflächentechnik) zuständig.

Des Weiteren wurde die Gasversorgung zentralisiert und somit auch die Einkaufskonditionen entscheidend verbessert.

### Praktika und Studiengangsbetreuung

Das CMA hat im Zuge der Umstrukturierung die Organisation eines weiteren Praktikums im Bachelorstudiengang übernommen. Durch den großen Erfolg des Studienganges Wirtschaftsingenieurwesen und den Steigerungen in den anderen Studiengängen sind die Grundpraktikumsplätze mit 100% überlastet, weshalb das CMA in 2007 sein Angebot um einen weiteren Wochentag ausgedehnt hat.

Für den Masterstudiengang in Materialwissenschaften hat das CMA in 2007 ca. 120 Bewerbungen evaluiert und 14 Studierende eingeworben. Die Studierenden werden seit ihrer Ankunft vom CMA betreut.

Das CMA hat die Einführung des Bachelorstudienganges Materialwissenschaft begleitet und koordiniert.

Der Bachelorstudiengang hatte im Wintersemester 2007/08 mit 35 Erstsemestern seine relativ hohen Anfängerzahlen steigern können. Sie werden ebenfalls vom cma betreut.

Durch die Umstellung der Universität auf Bachelor und Master zum WS 2007/08 mussten innerhalb kürzester Zeit große Teile des Bachelorstudiums umgestellt werden sowie die notwendigen rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden.

## Personal

Leiter/-innen: Dipl.-Chem. K. Dolgner; Sekretariat: M. Wallisch (75 Prozent)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. K. Rath (85 Prozent)

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

Dr. K. Kelm	01.10.-31.12.2007	Drittmittel
TEM-Labor		

Dipl.-Min. M. Schwitzke (50 Prozent)	01.01.-31.12.2007	
--------------------------------------	-------------------	--

## Vorlesungen, Seminare und Praktika

*Winter 2006/2007*

Grundpraktikum für Ingenieure I, Dienstagskurs, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ J. Schwarz, J. Noss, C. Hanisch, T. Hrkac)

Grundpraktikum für Ingenieure I, Mittwochskurs, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ J. Noss, J. Schwarz, T. Hrkac, C. Hanisch)

Tutorium for Junior Students, 1 Std. Seminar/Woche,  
K. Dolgner



Einführung in die Materialwissenschaft I, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
K. Dolgner (+ K. Rätzke)

Lab Course Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ E. Foca, J. Carstensen, Y. Zhu, T. Shiferaw, V. Zaporojtchenko, H. Takele, M. Garbrecht, F. Liu, W.F. Chu)

Tutorium für Bachelorstudierende, 1 Std. Seminar/Woche,  
K. Dolgner

Grundpraktikum für Ingenieure I, Mittwochskurs, 4 Std. Praktikum/Woche,  
K. Dolgner (+ J. Noss, J. Schwarz, T. Hrkac, C. Hanisch)

 **Drittmittel**

Auftragsarbeiten, *Geräteinstandsetzung und Erweiterung*, 01.01.-31.12.2007 (2158,25 EUR)

## **Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen**

Die genannten Firmenkontakte beinhalten:

- Anfragen und Beratungen zur Schadensfallanalyse, zur Werkstoffauswahl und zur Oberflächenbehandlung
- Allgemeine Beratung
- Einzel- und Serienuntersuchungen von Schadensfällen, von Werkstoffkennwerten, von Verbindungstechniken und zum Werkstoffeinsatz
- Werkstoffanalysen im Makro- und Mikrobereich.

Firmenkontakte

1. Thales, Bad Hersfeld, Hardware-Development
2. Tijet, Kiel, Medizintechnik
3. HDW, Kiel
4. Jumo, Fulda, Messtechnik
5. Ethicon, Neumünster

Im Rahmen der Graduiertenschule 'Human Development in Landscapes' wurden in Zusammenarbeit mit dem Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf erste Funduntersuchungen durchgeführt.

# Dekanat

## Ergebnisse

1998 veranstaltete die TF erstmals den Landeswettbewerb „Jugend forscht - Schüler experimentieren“ in ihren Räumlichkeiten. Unterstützt durch die Arbeitsgruppen des Ostufers lag die Verantwortung der Organisation in den Händen des Dekanats. In der Zeit vom 21.3. bis zum 22.3.2007 konnte der 10. Landeswettbewerb in der TF gefeiert werden. Der in den Medien viel beachtete Nachwuchswettbewerb ist somit in Schleswig-Holstein eng mit der TF verbunden und bietet eine werbewirksame Plattform für die technischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengänge. Ein Blick in die alten Listen der Platzierung zeigt übrigens, dass einige der Teilnehmer von damals heute bereits ihr Studium an der TF beziehungsweise an der Universität beendet haben und mit ihren Arbeiten ihrer Dissertation befasst sind. Auch sonst haben zahlreiche Teilnehmer ein Studium naturwissenschaftlicher Fächer an anderen deutschen Hochschulen aufgenommen und erfolgreich abgeschlossen. Die erfolgreiche Ausrichtung des Landeswettbewerbs von „Jugend forscht und Schüler experimentieren“ rechtfertigt ein längerfristiges Engagement, wobei die hohen Teilnehmerzahlen die Verteilung der Last auf Unternehmen der freien Wirtschaft unumgänglich werden lassen. Einen Höhepunkt des Engagements der TF bei Jugend forscht wird die maßgebliche Beteiligung beim Bundeswettbewerb 2011 sein. Ende des Jahres 2007 hat das Forschungsforum Schleswig-Holstein e.V., in dem die TF eines der Gründungsmitglieder ist, den Zuschlag für den Bundeswettbewerb erhalten. Erstmals wird dann eine Endausscheidung von Jugend forscht in Schleswig-Holstein ausgetragen werden.



Abb. 1: Zehn Jahre Landeswettbewerb *Jugend forscht - Schüler Experimentieren* in der TF

Das Dekanat mit der zentralen Fakultätsverwaltung unterstützt neben der alltäglichen Arbeit das Institut für Materialwissenschaft und in Teilen das Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik bei der Baumaßnahme **Kieler Nanolabor**. Unbürokratisch müssen oftmals während der Bautätigkeiten neu auftretende Probleme gelöst werden. Es ist zu erwarten, dass das **Kieler Nanolabor** Ende des ersten Quartals 2008 in Betrieb gehen wird.

## Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr. M. Schimmler;

Mitarbeiter/-innen:

S. Anders

01.01.-31.12.2007 (50%) CAU

Sachbearbeitung Personal

G. Bratumyl	01.01.-31.08.2007
Sachbearbeitung Haushalt	
U. Bruse	01.01.-31.12.2007
Leitung Haustechnik	
M. Burmeister	01.01.-31.12.2007
Werkstattleitung	
R. Doose	01.01.-31.12.2007
Hausmeister	
I. Erichsen	01.01.-31.12.2007
Auszubildende Rechnerbetriebsgruppe	
P. Grimm	01.01.-31.12.2007
Betriebselektriker	
M. Hacker	01.01.-31.12.2007
Sachbearbeitung Haushalt	
C. Hinrichsen	01.01.-31.12.2007 (50%)
Sachbearbeiterin Dekanat	
S. Johnsen	01.01.-31.12.2007
Werkstattmitarbeiter	
M. Kulling	01.01.-31.12.2007
Werkstattmitarbeiter	
C. Martin	01.01.-31.12.2007
Sachbearbeiterin Dekanat	
B. Neumann	01.01.-31.12.2007
Stellvertretung Werkstattleitung	
C. Neue	01.01.-31.12.2007
Rechnerbetriebsgruppe	
S. Petersen	01.01.-31.12.2007
Auszubildender Rechnerbetriebsgruppe	
S. Schuchardt	01.01.-31.12.2007
Prüfungsamt Elektrotechnik und Informationstechnik	
H. Voigt	01.01.-31.12.2007
Werkstattmitarbeiter	
Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:	
M. Firnau	01.01.-31.12.2007
Leiter Rechnerbetriebsgruppe Ost	

Dr. F. Paul  
Geschäftsführer

01.01.-31.12.2007

**tf** 

almanach 07

# almanach 07

# Förderverein der Technischen Fakultät

## Vorstand des Fördervereins:

Dr. Philipp Murmann (Vorsitzender, Geschäftsführender Gesellschafter der Zöllner GmbH)

Dr. Jörn Biel (stellv. Vorsitzender, Hauptgeschäftsführer IHK Kiel)

Prof. Dr. Helmut Föll (stellv. Vorsitzender)

Prof. Dr. Dr. Marcus Porembski (Schatzmeister, HSH Nordbank)

Dr. Frank Paul (Schriftführer)

Prof. Dr. Manfred Schimmler (Beisitzer)

Prof. Dr. Ulrich Heute (Beisitzer)

Dr. Ulrich Stier (Beisitzer)

Herbert Jacobs (Beisitzer, ESN GmbH)

Rechnungsprüfer: Prof. Dr. Michael Hanus, Prof. Dr.-Ing. Eckard Quandt

## Ergebnisse

Die Satzung des Fördervereins umreißt sehr treffend seine Aufgabe:

*„Zweck des Vereins ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung, Studium und Lehre durch Unterstützung der Technischen Fakultät.“*

*Der Verein pflegt die Beziehungen zwischen der Technischen Fakultät einerseits, der Wirtschaft und ihren Organisationen, den Studierenden, den Absolventen sowie ehemaligen Fakultätsangehörigen andererseits.*

*Er bietet dazu ein Forum für den Gedankenaustausch zwischen den Wissenschaftsdisziplinen Technik, Naturwissenschaft, Geistes-, Sozial- und Gesellschaftswissenschaften sowie der Fakultät und der Wirtschaft.*

*Mitglieder des Vereins sind Unternehmen, Institutionen und Personen, die die Technische Fakultät in ihren Zielen und ihrem Wirken unterstützen und begleiten.“*

In diesem Sinne handelte der Verein auch im Jahre 2007. So unterstützte der Verein zahlreiche Projekte, wie z.B. die Überarbeitung einer Datenbank für das bei Ingenieuren obligatorische Industriepraktikum, Werbung für die Studiengänge der Informatik und der Ingenieurwissenschaften im Rahmen des „Girls day“, finanzielle Unterstützung zum Besuch der Hannovermesse für Schüler und Schülerinnen der gymnasialen Oberstufe und so weiter. Preise für die besten Vordiplome, Diplome und Promotionen sollen schon seit Jahren hervorragenden Leistungen der Absolventen und Absolventinnen auszeichnen und die Karriere der jungen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen fördern.

Ein wichtiges Projekt ist auch die Unterstützung des Landeswettbewerbs „Jugend forscht - Schüler experimentieren“. Durch Spenden, die jährlich aus der Wirtschaft eingeworben werden, kann dieser hoch angesehene Nachwuchswettbewerb finanziell auf absehbare Zeit auf sichere Füße gestellt werden. Erfreulich ist dabei, dass Teilnehmer der ersten an der Technischen Fakultät in Kiel stattgefundenen Wettbewerbe inzwischen hier auch studiert und zum Teil auch ihre Doktorarbeit angefertigt haben.

In Gesprächen mit hochrangigen Politikern soll auf aktuelle Probleme der Technischen Fakultät aufmerksam gemacht werden und Lobbyarbeit für die Fakultät erfolgen. So gab es im Herbst 2007 ein Treffen mit dem Staatssekretär de

Jäger zu Themen des Technologietransfers, den Neubaumaßnahmen im Rahmen des Kieler Nanolabors, des Standorts allgemein, dem gewünschten Schulfach „Informatik“ und weitere mehr. Derartige Gespräche sollen der Politik auch den Stellenwert informatischer und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung auf hohem Niveau für die schleswig-holsteinische Wirtschaftslandschaft deutlich machen.

Im Jahr 2007 gab es vereinsintern einen Wechsel in der Führung. Der langjährig engagierte Vorsitzende, Dr. Gert Lang-Lendorff (ehemals Datenzentrale Schleswig-Holstein, Altenholz) übergab das Ruder an Dr. Philipp Murmann (Zöllner GmbH, Kiel). Für den unermüdlichen Einsatz dankte die Fakultät Herrn Dr. Gert Lang-Lendorff auf dem Sommerfest 2007 mit Überreichung der Fakultätsmedaille. Den Posten des Schatzmeisters übernahm Prof. Dr. Marcus Porembski, wie sein Vorgänger leitender Mitarbeiter der HSH-Nordbank.



Abb. 1: Die Technik-Medaille für Gert Lang-Lendorff

Erfreulich zeigte sich die Entwicklung bei den Mitgliedern. Es konnten einige neue Mitglieder vor allem aus der Wirtschaft begrüßt werden. Derartige Beziehungen sind der Fakultät von großem Nutzen. Alles in allem wird der Förderverein künftig vor allem unter den Absolventen und Absolventinnen anwerben, um auch die Verbindung ehemaliger Fakultätsmitglieder zu ihrer alten Ausbildungsstätte zu erhalten. Aktuell zählt der Verein 22 Unternehmen und 73 Personen zu seinen Mitgliedern.



Technische Fakultät  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Kaiserstr. 2, D-24143 Kiel  
0431 880-6001, -6068, FAX -6003  
dekanat@tf.uni-kiel.de  
<http://www.tf.uni-kiel.de>

