



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

C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

almanach 04

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 15.5.2004

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
<i>Elektrotechnik und Informationstechnik</i>	
Automatisierungs- und Regelungstechnik	7
Halbleitertechnik	13
Halbleitertechnologie	21
Hochfrequenztechnik	23
Informations- und Codierungstheorie	33
Leistungselektronik und Elektrische Antriebe	43
Nachrichten- und Übertragungstechnik	51
Netzwerk- und Systemtheorie	59
Numerische Feldberechnung	65
Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik	71
<i>Informatik und Praktische Mathematik</i>	
Diskrete Optimierung	73
Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme	79
Kognitive Systeme	85
Kommunikationssysteme	95
Multimediale Systeme zur Informationsverarbeitung	99
Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion	105
Rechnergestützte Programmentwicklung	113
Scientific Computing	119
Softwaretechnologie	125
Technische Informatik	129
Technologie der Informationssysteme	133
Theoretische Informatik	141
Theorie der Parallelität	145
<i>Materialwissenschaft</i>	
Allgemeine Materialwissenschaft	151
Materialverbunde	161
Mikrostrukturanalytik	175
Sensorik und Festkörper-Ionik	187
Werkstoffmechanik	195
Polymerbasierte Multikomponentenwerkstoffe	199
CMA Centrum für Materialanalytik / TF-Praktika für Studierende der Ingenieurstudiengänge	201

almanach 04

Liebe Leserinnen und Leser,

der Almanach 2004 der Technischen Fakultät ist der Dritte in seiner Folge und präsentiert sich diesmal in einem neuen Layout. Mit dem vorliegenden Bericht geben wir Ihnen eine Übersicht über die Lehr- und Forschungsaktivitäten der einzelnen Arbeitseinheiten der Fakultät an die Hand. Überzeugen Sie sich selbst, dass die von den Mitarbeitern der Fakultät geleistete Arbeit, gemessen an den eingeworbenen und bearbeiteten Drittmittelprojekten, den Veröffentlichungen und Vorträgen, sehr erfolgreich war. Erfolg misst sich auch an Preisen. Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle die folgenden Preisträger des Jahres 2004:

- Prof. Dr.-Ing. L. Klinkenbusch; U.R.S.I. International Electromagnetics Prize,
- Dr. A.V. Fishkin; Fakultätspreis der TF ,
- M.Sc. Tianbin Wo; DAAD Preis der CAU,
- M.Sc. Shiyang Deng; Dr. Werner Petersen Preis.

Das Jahr 2004 war auch das Jahr, in dem die Amtszeit des Dekans Prof. Dr. Werner Weppner zu Ende ging. Für die von ihm in seiner Amtszeit geleistete Arbeit sei ihm an dieser Stelle noch einmal herzlichst gedankt.

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 der 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.-Ing. Peter Seegebrecht
Dekan der Technischen Fakultät

almanach

almanach 04

Automatisierungs- und Regelungstechnik

Der Lehrstuhl arbeitet auf folgenden Gebieten:

Messtechnik : Coriolis-Massendurchflussmessung, Dichtemessung, Druckmessung, 2-Phasen Strömungen

Biotechnologie : Modellbasierte Prozessführung zur Kultivierung des Bakteriums *Phototahdus luminescens* , Software Sensoren, Biomassebestimmung

Medizintechnik : Prädiktive Regelung des Glucosespiegels bei Diabetes Patienten

Regelungstechnik : Globale Stabilisierung unteraktuierter mechanischer Systeme

Automatisierungstechnik : Entwicklung eines Seglerassistentz-Systems

Ergebnisse

Coriolis-Massendurchflussmessung

Die Massendurchflussmessung ist in vielen Anwendungsfällen wichtiger als die Volumenmessung. So werden heutzutage alle Mineralölprodukte (Benzin, Diesel, Heizöl) aber auch Erdgas noch nach Volumen verkauft, obwohl der Energieinhalt nicht mit dem Volumen, sondern der Masse korreliert. Unberücksichtigt bleibt hierbei, dass das Volumen als Abrechnungsgröße für die Energiemenge auch noch von anderen Parametern wie Druck, Dichte und Temperatur abhängt. Coriolis-Massendurchflussmesser (CMD) zeichnen sich durch ihre hohe Genauigkeit (typische Messunsicherheit 0,1% vom Messwert) aus. Gleichzeitig ist der Messwert unabhängig von den Eigenschaften des zu messenden Mediums wie z. B. Druck, Temperatur, Dichte, elektrische und thermische Leitfähigkeit. Die neueste Gerätegeneration - Coriolis-Massendurchflussmesser mit Geradrohrgeometrie - hat aber im praktischen Einsatzfall heutzutage noch Probleme mit der Langzeitgenauigkeit, da sich die charakteristischen Kenngrößen Nullpunkt und Empfindlichkeit zeitlich verändern können. Diese Veränderung ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die schwingenden Komponenten oszillierende Kräfte bzw. Drehmomente auf die Einspannstellen übertragen, die von diesen nicht rückwirkungsfrei aufgenommen werden. Dies führt zu einer Verfälschung des Messergebnisses, da sich die herrschenden Einspann- und Umgebungsbedingungen wie z. B. die Temperatur im Messergebnis niederschlagen. Mit den Umgebungsbedingungen ändern sich somit Nullpunkt und Empfindlichkeit im laufenden Betrieb. Im Projekt wird ein modellbasierter Ansatz zur Messwertkorrektur verfolgt, der bis auf einen Temperatursensor ohne weitere teure Sensorik am CMD auskommt. Dazu wurde im Verlauf der bisherigen Forschungsarbeiten ein dynamisches Modell des CMD erstellt, das im Wesentlichen aus zwei miteinander gekoppelten, schwingungsfähigen Übertragungsfunktionen zweiter Ordnung besteht. Eine Übertragungsfunktion beschreibt die Schwingung in der ersten Eigenform des Messrohres (Antriebsmode), die zweite entsprechend die Schwingung in der zweiten Eigenform des Messrohres (Coriolismode). Während bei üblichen CMD nur der Antriebsmode angeregt wird und der durch den Massenstrom erzeugte Coriolismode den Messwert liefert, wird im modifizierten Aufbau ein zusätzlicher Treiber benötigt, um auch den Coriolismode gezielt anregen zu können. Die modellbasierte Auswertung der Systemantwort auf eine gezielte Anregung des Coriolismode liefert zusätzliche Informationen zur Bestimmung der zeitvarianten Modellparameter des CMD. Die charakteristischen Kenngrößen Nullpunkt und Empfindlichkeit lassen sich aus diesen Modellparametern leicht berechnen, so dass eine online Korrektur des Messwertes möglich wird. Neben dem Massendurchfluss kann mit einem CMD auch die Dichte des Messstoffes mit hoher Genauigkeit gemessen werden. Zu diesem Zweck wird die Resonanzfrequenz der Schwingung im Antriebsmode ausgewertet, die sich in Abhängigkeit der schwingenden Masse und somit der Dichte des Messstoffes ändert. Allerdings führen Änderungen der Prozessbedingungen wie z.B. Druck und Temperatur ebenfalls zu einer Änderung der Resonanzfrequenz, indem sie die effektive Federsteifigkeit des Messrohres beeinflussen. Daher wird in dem Projekt Coriolis-Massendurchflussmessung ebenfalls ein modellbasierter Ansatz zur Messung dieser Federsteifigkeit untersucht. Mit der gemessenen Federsteifigkeit kann eine Online-Korrektur des Dichtemesswertes, der sich aus der gemessenen Resonanzfrequenz des Antriebsmode ergibt, durchgeführt werden.

Modellbasierte Prozessführung zur Kultivierung des Bakteriums *Photobacterium luminescens*

Nematoden der Gattung *Heterorhabditis bacteriophora* werden als Antagonisten von im Boden lebenden Insektenlarven für die biologische Schädlingsbekämpfung in Landwirtschaft und Gartenbau kommerziell eingesetzt. Ein wesentlicher Verfahrensschritt bei der Produktion der Nematoden in Flüssigkultur besteht in der Etablierung einer Kultur des symbiotischen Bakteriums der Gattung *Photobacterium luminescens* in die, bei entsprechender Zelldichte, die Larven des Fadenwurmes *Heterorhabditis bacteriophora* inokuliert werden. Die zur Zeit noch stark schwankenden Ausbeuten des Produktionsprozesses sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine stark variierende Qualität der Bakterienvorkultur und ein noch nicht ausreichendes Verständnis der Symbiose zurückzuführen. Ein erster Schritt in Richtung hohe Ausbeuten und damit kostengünstige Produktion ist die Entwicklung einer modellgestützten Prozessführungsstrategie, um die Bakterienvorkultur in einen definierten Zustand zu überführen, der durch die Parameter Zelldichte und Konzentration der Einschlussproteine charakterisiert ist. Grundlage dieser Prozessführung ist ein mathematisches Modell des Wachstumsprozesses der Bakterien, das sowohl das Wachstum der Biomasse als auch die Produktion der Einschlussproteine beschreibt. Mit Hilfe des erstellten mathematischen Prozessmodells konnten bereits erste erfolgreiche Versuche zur Trajektorienfolgeregelung unternommen werden. Die theoretische Grundlage des verwendeten nichtlinearen Regelkonzeptes bilden die differentiell flachen Systeme, deren besondere Eigenschaft die Existenz sogenannter flacher Ausgänge ist. Da die flachen Ausgänge die volle Information über die Systemdynamik besitzen, ist es möglich, die nichtlineare Systemdynamik zu invertieren und für eine gewünschte Solltrajektorie eine Steuerfunktion analytisch zu bestimmen. Die bei technischen Systemen unvermeidbaren Modellierungsfehler führen aber immer zu einer Abweichung vom gewünschten Sollverlauf der Trajektorie. Aus diesem Grunde wird anstelle einer Steuerung eine Trajektorienfolgeregelung entworfen. Die Prozessführung auf der Basis einer Trajektorienfolgeregelung besteht in einer gezielten Zufuhr von Substraten, die von den Bakterien verstoffwechselt werden. Im Labormaßstab konnten mit dieser Regelstrategie bereits deutlich höhere Bakteriedichten erzielt werden, als sie zur Zeit in der industriellen Produktion möglich sind.

Modellgestützte prädiktive Regelung des Glucosespiegels bei Diabetes-Patienten

Ziel der Forschung im Rahmen dieses Projektes ist die Entwicklung eines modellbasierten Systems zur prädiktiven Regelung des Blutglucosespiegels und zur Analyse der Stoffwechselantworten nach bestimmten Mahlzeiten bei insulinpflichtigen Typ 1 und Typ 2 Diabetes-Patienten. Die Blutglucosekonzentration als Regelgröße wird mit einem subkutan (unter der Haut) angelegten Sensor kontinuierlich erfasst und zur Regelung herangezogen. Das hierarchische Regelkonzept basiert auf zwei Reglern, wobei der erste Regler für die Abdeckung der mahlzeiteninduzierten Insulinbedürfnisse und der zweite Regler für die Abdeckung der basalen Insulinbedürfnisse (Nüchternbedürfnisse) zuständig ist. Die beiden Regler liefern als Stellgrößen die notwendigen Insulingaben. Die Kohlenhydrataufnahme und die körperliche Aktivität werden als Störgrößen betrachtet. Als Prozessmodell wird ein Zeitreihenmodell gewählt, das von unterschiedlichen Insulinwirkprofilen während eines Tages ausgeht. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Zeitreihenmodell eine Prädiktion des Glucosespiegels ermöglicht und somit als Grundlage für die Berechnung des Insulinbedarfs des Patienten dienen kann.

Globale Stabilisierung unteraktuierter mechanischer Systeme

Passive Systeme gehören einer Systemklasse dynamischer Systeme an, die Energie mit ihrer Umgebung austauschen. Passivität bedeutet hierbei, dass der Anstieg der im System gespeicherten Gesamtenergie nicht größer als die von außen zugeführte Energiemenge sein darf. Der Reglerentwurf auf der Grundlage des Passivitätskonzeptes vollzieht sich gewöhnlich in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird die Gesamtenergie des Systems über eine neue Energiefunktion so verändert (Energy-Shaping), dass die resultierende Funktion im Bereich der anzusteuern instabilen Ruhelage ein Minimum aufweist. Im sich daran anschließenden zweiten Schritt wird eine Dissipationsfunktion eingeführt, die das Gesamtsystem in der instabilen Ruhelage asymptotisch stabilisiert. Leider existiert jedoch kein systematisches Verfahren, um eine geeignete Speicherfunktion zu konstruieren. Ein neues Verfahren verwendet eine Systemtransformation, bei der das transformierte System nur noch die zu stabilisierenden Ruhelagen des Ausgangssystems enthält. Der Reglerentwurf führt auf die Lösung einer Eigenwertaufgabe, die man als verallgemeinertes Polvorgabeproblem interpretieren könnte. Das Verfahren ist in der Simulation erprobt, eine technische Realisierung am Versuchsaufbau „Einfach invertiertes Pendel auf einem Wagen“

scheiterte bislang am zu geringen Verfahrensweg des Wagens. Die Realisierungsprobleme lassen sich jedoch über die Vorgabe beliebiger Eigenwerte lösen. Der symbolische Rechenaufwand ist dann jedoch beträchtlich und nur noch mit Hilfe von Computer-Algebra-Systemen zu bewältigen. Fernziel ist die Anwendung der neuen Methode auf die Stabilisierung des invertierten Doppelpendels auf einem Wagen.

Entwicklung einer Seglerassistenz

Betrachtet man den Vorgang des Segelns unter dem Blickwinkel der Systemtheorie, so führt dies unmittelbar auf eine Regelkreisstruktur mit dem Segler als Regler und dem Segelboot als Regelstrecke. Aus der fortlaufenden Betrachtung der Witterungsverhältnisse und des umgebenden Verkehrsgeschehens bildet der Segler entsprechend seinem persönlichen Fahrwunsch einen augenblicklichen Sollzustand seines Segelbootes. Er vergleicht diesen Sollzustand mit dem aktuellen Istzustand, den er über die Augen, den Gleichgewichts- und den Tastsinn erfasst. Aus dem Vergleich der Soll- und Istbewegung leitet er korrigierende Steuereingriffe über Pinne, Positionierung der Crew, Kränung und Anstellwinkel des Segels zum Wind ab. Soll-Ist-Abweichungen resultieren dabei sowohl aus der aktuellen Verkehrssituation beispielsweise ein geänderter Sollkurs bedingt durch plötzlich auftretendes Hindernis als auch aus Störeinflüssen wie Änderung des Wellenganges. Dazu zählen aber auch sich bemerkbar machende Segelbootnichtlinearitäten, die in manchen Situationen eine vom gewohnten Verhalten abweichende Segelbootreaktion nach sich ziehen. Demzufolge hat der Segler neben der eigentlichen Führungsaufgabe noch die Ausregelung dieser Störungen und auch Stabilisierungsaufgaben zu bewältigen.

Ziel dieses Projekt ist es nun, die segeldynamischen Regelsysteme (Seglerassistenz) zur Verfügung zu stellen, die dem Segler bei Bedarf Hilfestellungen beim Lernen, beim Segeln und bei der Beurteilung seiner Performance geben. Hierzu werden zunächst die möglichen Bewegungsfreiheitsgrade und die allgemeine Struktur des Segelbootes als dynamische Regelstrecke mathematisch modelliert und sein Verhalten anhand vereinfachter Ersatzmodelle für die elementaren Prozesse der Längs-, Quer- und Vertikaldynamik sowie ihrer Wechselwirkungen simuliert. Hieraus lassen sich dann die grundlegenden Anforderungen an die den Segler unterstützenden Regelsysteme zur Verhinderung des Kenterns und zur Sicherung der Kursstabilität sowie zur Komforterhöhung durch selbsttätige Unterdrückung des Segelflatterns ableiten. Die Realisierung erfolgt dann mit einem Steuergerät, dem die notwendigen Informationen über die Zustandsgrößen des Segelbootes mittels entsprechender Sensoren zugeführt werden. Die berechneten Steuersignale wirken dann über geeignete Aktoren auf das Segelboot und beeinflussen sein Verhalten im Sinne der Minimierung der Regelabweichung.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. H. Röck; Sekretariat: I. Baumann

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) M. Lieb

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. A. Buchen	01.01.-31.12.2004	CAU
Modellbasierte Prozessführung in der Biotechnologie		
PD Dr.-Ing. K. Kolahi	01.01.-31.12.2004	CAU
Coriolis-Massendurchflussmessung, Biomassebestimmung, Seglerassistenz		
Dipl.-Ing. P. Papazov	01.01.-31.12.2004	TSH
Modellgestützte prädiktive Regelung der Insulinabgabe		
Dipl.-Ing. E. Papazova	15.11.-31.12.2004	TSH
Modellgestützte prädiktive Regelung der Insulinabgabe		
Prof. Dr. E. Pawluk	01.01.-31.12.2004	
Nichtlineare Regelung		

Dipl.-Ing. T. Schröder	01.01.-31.12.2004	CAU
Coriolis-Massendurchflussmessung		
Dr. W. Zhong	01.01.-31.12.2004	Ind.
Nichtlineare Regelung unteraktuierter Systeme		



Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

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

Digitale Regelung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H. Röck (+ T. Schröder)

Regelungstechnik I, 3 Std. Praktikum/Woche,
H. Röck (+ A. Buchen, T. Schröder)

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

Messtechnik II, 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 2004

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

Digitale Regelung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H. Röck (+ T. Schröder)

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

Winter 2004/2005

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

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

Digitale Regelung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H. Röck (+ T. Schröder)

Regelungstechnik I, 3 Std. Praktikum/Woche,
H. Röck (+ A. Buchen, T. Schröder)

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

Messtechnik II, 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

Drittmittel

Krohne-Messtechnik, *Coriolis-Massendurchflussmessung*, 01.01.-31.12.2004 (65000 EUR)

Technologiestiftung Schleswig-Holstein, *Regelung der Insulinabgabe*, 01.01.-31.12.2004 (70000 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Fa. Krohne-Messtechnik, Duisburg

Fa. E-nema, Raisdorf

Institut für Phytopathologie der CAU

Segelzentrum der CAU

Institut für Physiologie der Ernährung der Bundesanstalt für Milchforschung

Diplom- und Master-Arbeiten

Stefanie Gramke, *Untersuchung von optimierungsbasierten Zustandsschätzern an einem Modell zur Kultivierung des Bakteriums P. luminescens*, 01.04.2004

Jörg Dannehl, *Untersuchung zur Online-Biomassenbestimmung mit einer photometrischen Trübungssonde bei der Kultivierung des Bakteriums Photorhabdus luminescens in Rührkesselreaktoren*, 01.11.2004

Thomas Jensen, *Untersuchung nichtlinearer Regelstrategien für das Aufschwingen des invertierten Pendels*, 01.11.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

T. Schröder, K. Kolahi, H. Röck, *Modellgestützte Regelung eines Coriolis-Massendurchflussmessers*, Sensoren und Messsysteme 2004, VDI Verlag, VDI-Berichte, **1829**, 265 - 272 (2004)

K. Kolahi, H. Röck, *Kooperative Sensorfusion in der Durchflussmesstechnik und bei der Produktion von Mikroorganismen*, tm Technisches Messen, **03/04**, 154 - 163 (2004)

T. Schröder, K. Kolahi, H. Röck, *Neuartige Regelung eines Coriolis-Massendurchflussmessers*, tm Technisches Messen, **04/04**, 259 - 268 (2004)

Präsentationen

T. Schröder, H. Röck, *Ausstellung der nichtlinearen Regelung eines invertierten Pendels auf dem Tag der offenen Tür des ISIT Itzehoe*, Jahr der Technik, Itzehoe, 01.06.2004

A. Buchen, M. Lieb, *Faszination Biotechnologie*, Ausstellung zum Tag der Wissenschaft, Zoologisches Museum, Kiel, 01.02.2004

almanach 04

Halbleitertechnik

Im Jahr 2004 wurden die folgenden Forschungsprojekte bearbeitet:

1. MOS-Tunnelstrukturen: Im Rahmen dieses Projektes untersucht Herr Dipl.-Ing. Sönke Christiansen das elektrische und optische Verhalten von MOS-Tunnelstrukturen. Projektpartner ist das Ioffe-Institut in St. Petersburg, Russland.
2. Flash-Technologie: Das Projekt behandelt den Einfluss von Prozessvariationen auf die elektrische Charakteristik von Flash-Zellen. Das Projekt wird von Herrn Dipl.-Ing. Daniel Hermyt bearbeitet, Projektpartner sind die Fa. X-FAB, Erfurt und das IHP, Frankfurt/Oder.
3. Zuverlässigkeit hochtemperaturtauglicher Elektronikkomponenten für modulare Mikrosysteme (Hochtemperaturelektronik): Gegenstand der zur Zeit aktuellen Arbeiten ist die Entwicklung eines Schaltungssimulationsmodells für den Entwurf und die Zuverlässigkeitsprognose von Flash-Zellen. Das Projekt wird von Herrn Dipl.-Ing. Yaroslav Kreevenko bearbeitet, Projektpartner sind die Firmen Siemens VDO Automotive AG, Regensburg und ZF Friedrichshafen, Friedrichshafen.
4. Entwicklung von OEICs für ein DVD-System auf Basis von blau-violetttem Laserlicht (Bluespot): Im Rahmen dieses Projektes entwickelt Herr Dipl.-Ing. Tomasz Naeve ein Schaltungssimulationsmodell für Fotodioden mit Fingerstruktur, das u.a. die Laufzeiteffekte der generierten Ladungsträger berücksichtigt. Projektpartner ist die Fa. Melexis, Erfurt.
5. CMOS Schaltungen mit sub-50-nm Transistoren (Nano-CMOS): Im Rahmen dieses Projektes untersucht Herr Dipl.-Ing. Klaus von Arnim als Doktorand bei der Fa. Infineon Technologies nanoelektronische Schaltungskonzepte in CMOS-Technik in Hinblick auf Leistung und Verzögerung. Projektpartner ist Infineon Technologies, München.

Ergebnisse

Flash-Technologie

Flash-Speicherzellen stellen in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens die Standardkomponente für nichtflüchtige Halbleiterspeicher dar. Populäre Beispiele sind Speicherkarten bei Digitalkameras oder USB-Speicherstifte, aber auch z.B. in der Fahrzeugelektronik nimmt die Bedeutung von Flash-Speichern immer mehr zu. Allen Anwendungen gemeinsam ist die Forderung nach einer hohen Zuverlässigkeit der verwendeten Speicher.

In Zusammenarbeit mit dem Halbleiterhersteller X-FAB mit Sitz in Erfurt finden Untersuchungen an verschiedenen Flash-Speicherzellen statt. Ziel dieser Arbeiten ist es, Aussagen über die Funktionsweise und Zuverlässigkeit dieser Strukturen zu treffen und damit letztlich einen Maßnahmenkatalog zur Erhöhung der Zuverlässigkeit zu erstellen. Dies beinhaltet zum einen die Verifikation der Herstellung der Flash-Zellen (Prozesssimulation), zum anderen Simulationen zum elektrischen Verhalten (Baelementsimulation) und Messungen an realen Strukturen.

Durch Prozesssimulationen wurde der Herstellungsprozeß verschiedener Flash-Zellen der X-FAB virtuell nachgebildet. Hierbei wurden sowohl die Simulationsmodelle für ausgewählte Prozessschritte als auch Prozessparameter variiert und deren Einfluss auf das elektrische Baelementverhalten untersucht. Exemplarisch zeigt Abb. 1 als Ergebnis einer solchen Prozesssimulation den Querschnitt durch zwei benachbarte Flash-Zellen. Die Farben sind in dieser Abbildung ein Maß für die Höhe der Netto-Dotierstoffkonzentration.

Mit den Ausgabedaten der Prozesssimulation als Eingabedaten der Baelementsimulation wurde dann das elektrische Verhalten der Zelle untersucht (Lesen, Schreiben, Löschen). Dieses Vorgehen gestattet es, den Zusammenhang zwischen den

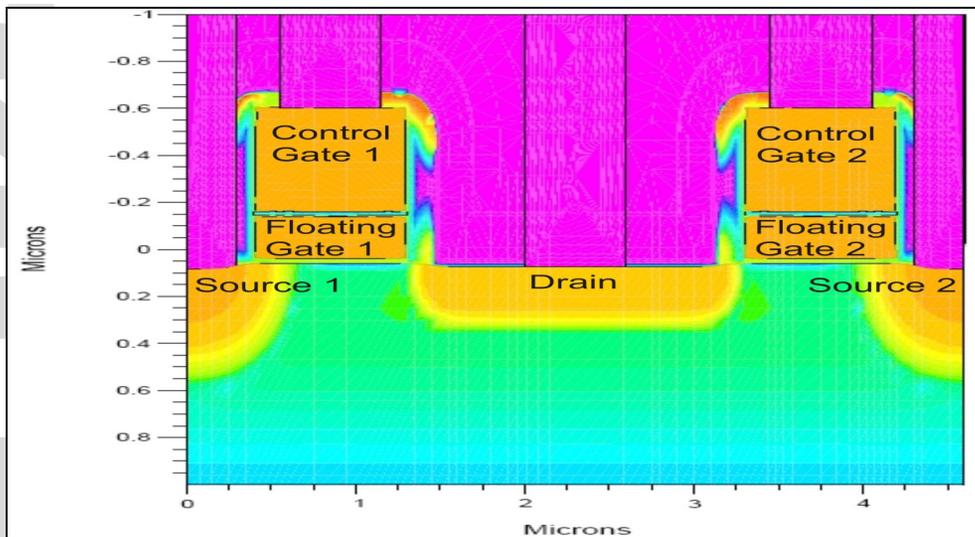


Abb. 1: Ergebnis der Prozesssimulation zweier Flash-Speicherezellen

inneren Dotierstoffverteilungen und dem Klemmenstromverhalten der Zelle (Eingangskennlinie, Ausgangskennlinienfeld) zu studieren. Es konnte insbesondere gezeigt werden, auf welche Weise der bei der Implantation der Drain-Insel u. U. auftretende Channeling-Effekt die Schwellenspannung des Transistors verschiebt.

Gegenstand weiterer Untersuchungen war die Frage nach dem Transportmechanismus für die Elektronen, die beim Schreiben der Zellen von der Drain-Elektrode auf die Speicherelektrode gelangen. Die Simulationsergebnisse belegen eindeutig, daß bei den gewählten Betriebsspannungen die Injektion heißer Elektronen dominiert und der Beitrag der Elektronen, die auf Grund des Tunneleffekts (Fowler-Nordheim-Effekt) die Speicherelektrode erreichen, vernachlässigt werden kann.

Zuverlässigkeit hochtemperaturtauglicher Elektronikkomponenten für modulare Mikrosysteme (Hochtemperaturelektronik)

Im Rahmen des vom BMBF geförderten HTM-Teilprojektes „Zuverlässigkeit hochtemperaturtauglicher Elektronikkomponenten für modulare Mikrosysteme“ untersucht der LHT Zuverlässigkeitsprobleme nichtflüchtiger Halbleiterspeicher in Mikrocontrollern (sogenannten Embedded-Flash-Zellen). Durch die Integration von Flash-Zelle und Mikrocontroller sind herkömmliche, bei Stand-Alone-Zellen eingesetzte Zuverlässigkeitsuntersuchungen zur Bestimmung der Datenwechselstabilität (Endurance) und Datensicherheit (Retention) nicht direkt anwendbar. Zum einen verhindert der Mikrocontroller mit seinen Lese-/Speicherrouitinen den direkten Zugriff auf einzelne Speicherezellen, zum anderen wirken die normalerweise temperaturbeschleunigten Testverfahren auf das gesamte System und verhindern damit die Lokalisierung der ausgefallenen Komponente.

Gegenstand des Projektes ist daher, neben der experimentellen Charakterisierung des Systems „embedded Flash“ die Entwicklung eines für die Zuverlässigkeitsprognose geeigneten Schaltungssimulationsmodells einer Flash-Zelle. Zu diesem Zweck wurden zunächst die Zustandsvariablen einer Flash-Zelle, für die Testmuster vorlagen, mit Hilfe von numerischen Prozess- und Bauelementesimulationen studiert und dann auf der Grundlage der gewonnenen Ergebnisse das in Abb. 2 dargestellte Makromodell entwickelt.

Das Makromodell unterteilt sich in die angegebenen drei Blöcke:

- I. Speichertransistor mit den Koppelkapazitäten und den Dioden zur Berücksichtigung der Diodensperströme. Die Spannungsquelle Φ_{SN} berücksichtigt das Auftreten einer Verarmungszone im Injektorgebiet beim Löschen der Zelle. Die Stromquelle I_{OX} modelliert das Aufladen des Oxides beim Ladungstransport durch das Oxid.

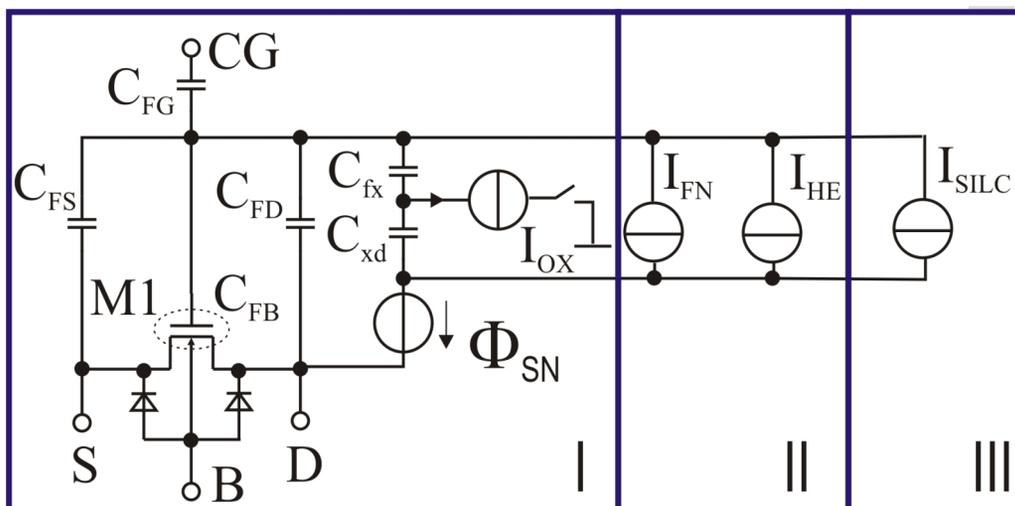


Abb. 2: Ersatzschaltbild der Flash-Zelle

- II. Die beiden Stromquellen berücksichtigen die üblichen Ladungstransportmechanismen beim Programmieren einer Zelle: Fowler-Nordheim-Tunneln (I_{FN}) bzw. Hot Electron Injection (I_{HE}).
- III. Die Alterung des Tunneloxides ist durch eine erhöhte Trappeneration innerhalb des Tunneloxides und dem damit verbundenem Leckstrom zwischen Speicherelektrode und Tunnelgebiet gekennzeichnet (Stress Induces Leakage Current). In dem Makromodell wird dieses Phänomen mit Hilfe der Stromquelle I_{SILC} modelliert.

Entwicklung von OEICs für ein DVD-System auf Basis von blauvioletterm Laserlicht (Bluespot)

Der fortschreitende Trend zu immer höheren Übertragungsraten in allen Bereichen der Elektronik hat einen rapide wachsenden Einsatz von optischen Übertragungsstrecken zur Folge. Ob Multiplex-Übertragung durch Glasfasernetze, schnelle optische Busse oder moderne optische Speichersysteme, das Bindeglied zwischen Datenübertragung und Datenverarbeitung stellt der optoelektronische Wandler dar, also die Fotodiode auf der Empfängerseite und die Laser- bzw. Leuchtdiode auf der Senderseite. Die Lasermodulation ist bis in sehr hohe Frequenzbereiche noch weitgehend unproblematisch. Auf der Detektorseite bestimmen Laufzeiteffekte der generierten Ladungsträger das Frequenzverhalten des Detektors.

Für den Systementwurf sind daher zwei Gesichtspunkte von wesentlicher Bedeutung: zum einen die optimale Fotodiodenstruktur im Hinblick auf die spezifizierte Anwendung (z.B. Wellenlänge des Lichtes, Empfindlichkeit) und zum anderen das dynamische Verhalten dieses Fotoempfängers als Folge einer optischen Stimulation. Der Entwurf von integrierten Fotodioden erfordert daher ein Schaltungssimulationsmodell, das genau diese Gesichtspunkte berücksichtigt. Im Unterschied zu dem üblicherweise eingesetzten Modell der gesteuerten, spontan reagierenden Stromquelle, werden in dem im Rahmen dieses Projektes entwickelten Modell Laufzeiteffekte aufgrund von Transportvorgängen im Halbleiter berücksichtigt. In einem ersten Schritt wurden dazu für eine eindimensionale Diode die Halbleitergleichungen gelöst und die Lösung auf ein elektrisches Netzwerk (Makromodell) für die Diode abgebildet. Abbildung 3 zeigt beispielhaft den Frequenzgang der Diode für unterschiedliche Wellenlängen des eingestrahlten Lichtes. Für größere Wellenlängen (rot, infrarot) ist deutlich der Einfluss von Drift und Diffusion der Ladungsträger zu erkennen.

Kurze Wellenlängen (blau, ultraviolett) erfordern Fotodioden mit Fingerstrukturen, die mit einem eindimensionalen Modell nicht mehr hinreichend genau beschrieben werden können. Für die Modellierung der zweidimensionalen Fotodiode wird diese in quasi-eindimensionale Strukturen aufgeteilt und die Lösungen der Halbleitergleichungen in den Einzelbereichen über geeignete Randbedingungen miteinander gekoppelt. Hierzu finden zur Zeit Voruntersuchungen statt, bei denen mit Hilfe eines numerischen Bauelementesimulators die Dichteverteilungen der Ladungsträger und die Stromdichten innerhalb der Diode untersucht werden.

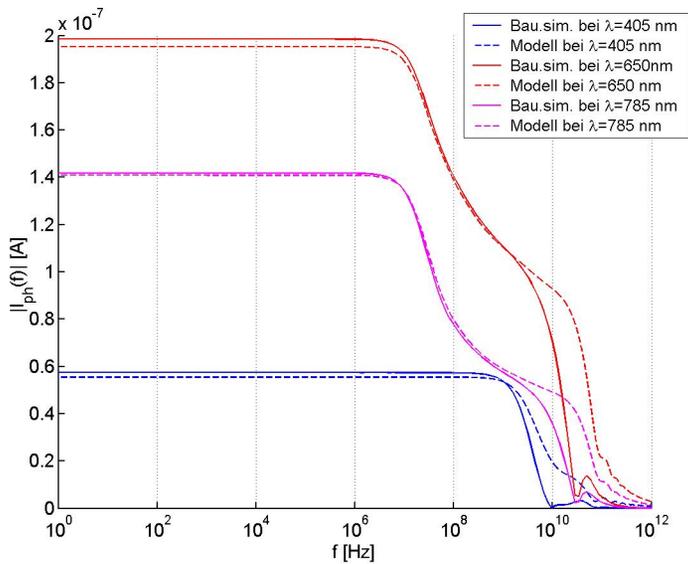


Abb. 3: Frequenzgang einer Fotodiode bei Anregung mit optischen Signalen im blauen, roten und infraroten Spektralbereich. Modell im Vergleich mit numerischen Simulationsergebnissen

CMOS Schaltungen mit sub-50-nm Transistoren (Nano-CMOS)

Bei der Entwicklung neuer CMOS-Technologien steht vor allem die Geschwindigkeit der Signalverarbeitung im Vordergrund. Immer kürzere Verzögerungszeiten können jedoch nur bei sinkender Schwellenspannung der Transistoren erreicht werden. Dies führt jedoch zu einem signifikanten Leistungsverbrauch im nicht-schaltenden Transistorzustand. Aus diesem Grunde werden bei Nano-CMOS-Technologien häufig Transistoren mit unterschiedlich hoher Schwellenspannung realisiert. Neben den erhöhten Leckströmen (Gate-Strom, Unterschwellenstrom) stellen insbesondere auch die extremen (globalen und lokalen) Parameterschwankungen neue Anforderungen an das Schaltungsdesign von CMOS-Schaltungen in Nanotechnologie. Im Rahmen dieses Projektes werden unterschiedliche Schaltungskonzepte für die Realisierung von logischen Komponenten (Gatter, Addierer) untersucht und deren Einfluss auf Verzögerungszeit und Leistungsverbrauch der logischen Komponenten bestimmt.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. P. Seegebrecht; Sekretariat: Stefanie Benecke
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. N. Röschmann

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr.-Ing. M.Sc. Phys. N. Asli MOS-Tunnelstrukturen	01.04.1999-31.05.2004	Syrien/CAU
Dipl.-Ing. S. Christiansen MOS-Tunnelstrukturen	01.06.2002-31.05.2005	CAU
Dipl.-Ing. D. Hermyt Flash-Technologie	01.07.2002-30.06.2005	CAU
Dipl.-Ing. M. Hohenbild Bluespot	01.02.1999-31.01.2005	BMBF

Dipl.-Ing. Y. Kreevenko Hochtemperaturelektronik	01.07.2002-31.12.2005	BMBF
Dipl.-Ing. T. Naeve Bluespot	01.08.2003-30.04.2005	CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Elektronische Bauelemente und Schaltungen I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht (+ D. Hermyt)

Einführung in digitale Systeme, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht

Integrierte Schaltungen in MOS-Technik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht

Seminar Mikro- und optoelektronische Bauelemente und Schaltungen, 2 Std. Seminar/Woche,
P. Seegebrecht

Grundgebiete der Elektrotechnik I, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ T. Naeve)

Grundlagenpraktikum für Ingenieure I, 6 Std. Praktikum/Woche,
K. Dolgner (+ S. Christiansen)

Sommer 2004

Elektronische Bauelemente und Schaltungen II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht (+ D. Hermyt)

Communication Devices I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht

Integrierte digitale MOS-Schaltungen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht

Operationsverstärker, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht

Praktikum Bauelemente und Schaltungen, 4 Std. Praktikum/Woche,
P. Seegebrecht (+ N. Röschmann, N. Röschmann, N. Röschmann)

Seminar Mikro- und optoelektronische Bauelemente und Schaltungen, 2 Std. Seminar/Woche,
P. Seegebrecht

Grundgebiete der Elektrotechnik II, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ T. Naeve)

Winter 2004/2005

Elektronische Bauelemente und Schaltungen I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
P. Seegebrecht (+ D. Hermyt)

Seminar Mikro- und optoelektronische Bauelemente und Schaltungen, 2 Std. Seminar/Woche,
P. Seegebrecht

Drittmittel

BMBF, *Entwicklung von OEICs für ein DVD-System auf Basis von blau-violettem Laserlicht*, 01.01.2000-31.01.2004
(324500 EUR)

BMBF, *Modulare Hochtemperaturmechatronik für Getriebeanwendungen*, 01.01.2002-31.12.2005 (217800 EUR)

Dissertationen

N. Asli, *Experimentelle Untersuchung der Elektrolumineszenz von MOS-Tunnelstrukturen*, 19.02.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

R. Khliil, A. El Hdiy, A.F. Shulekin, S.E. Tyaginov, M.I. Vexler, *Soft breakdown of MOS tunnel diodes with a spatially non-uniform oxide thickness*, *Microelectronics Reliability*, **44**, 543 - 546 (2004)

N. Asli, A.F. Shulekin, P.D. Yoder, M.I. Vexler, I.V. Grekhov, P. Seegebrecht, *Impact of oxide damage on the light emission properties of MOS tunnel structures*, *Solid State Electronics*, **48**, 731 - 737 (2004)

N. Asli, M.I. Vexler, I.V. Grekhov, P. Seegebrecht, S.E. Tyaginov, A.F. Shulekin, *Radiative Recombination in a Silicon MOS Tunnel Structure*, *Semiconductors*, **38**, 1030 - 1035 (2004)

K. v. Arnim, E. Borinski, P. Seegebrecht, H. Fiedler, R. Brederlow, R. Thewes, J. Berthold, C. Pacha, *Efficiency of Body Biasing in 90 nm CMOS for Low Power Digital Circuits*, *Proceedings of the 30th European Solid-State Circuits Conference*, Leuven, Belgium, 175 - 178 (2004)

C. Pacha, M. Bach, K. v. Arnim, R. Brederlow, D. Schmitt-Landsiedel, P. Seegebrecht, J. Berthold, R. Thewes, *Impact of STI-Induced Stress, Inverse Narrow Width Effect, and Statistical Vth Variations on Leakage Currents in 120 nm CMOS*, *Proceedings of the 34th European Solid-State Device Research Conference*, Leuven, Belgium, 397 - 400 (2004)

T. Naeve, M. Hohenbild, P. Seegebrecht, *A Quasi-2-dimensional Photodiode Model for High-speed Short-wavelength Application*, *The 12th IEEE International Symposium on Electron Devices for Microwave and Optoelectronic Application (EDMO 2004)*, Berg-en-Dal, South Africa, 66 - 70 (2004)

N. Asli, *Experimentelle Untersuchung der Elektrolumineszenz von MOS-Tunnelstrukturen*, *Kieler Beiträge zu mikroelektronischen Systemen*, Verlag Mainz, Aachen, **8**, (2004)

Präsentationen

P. Seegebrecht, Y. Kreevenko, *Zuverlässigkeit nichtflüchtiger Halbleiterspeicher bei erhöhten Betriebstemperaturen*, 4. Statusseminar über modulare Hochtemperaturmechatronik, Berlin, Deutschland, 23.-24.03.2004

P. Seegebrecht, Y. Kreevenko, *Zuverlässigkeit hochtemperaturtauglicher Elektronikkomponenten für modulare Mikrosysteme*, 5. Statusseminar über modulare Hochtemperaturmechatronik, Regensburg, Deutschland, 12.-13.10.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

P. Seegebrecht

- Mitglied des Vorstandes des German Chapter IEEE-ED
- Mitglied des IQHS Fachausschusses Elektrotechnik

- Gutachter für die Deutsche Forschungsgemeinschaft
- Gutachter für die Fachzeitschrift Solid State Electronics
- Dekan der Technischen Fakultät (2004-2006)

almanach 04

Halbleitertechnologie

Prof. Dr. Anton Heuberger ist Leiter des Fraunhofer-Instituts für Siliziumtechnologie (ISIT) in Itzehoe. Das Fraunhofer ISIT entwickelt und fertigt Bauelemente der Mikroelektronik und der Mikrosystemtechnik, vom Entwurf einschließlich der Systemsimulation angefangen, über Prototyping, Bemusterung bis hin zur Serienherstellung. Die Bauelemente, Ventile oder Ablenspiegel beispielsweise, wie sie im Fraunhofer ISIT entstehen, sind oft nur Bruchteile von Millimetern groß und ihre Einsatzgebiete sind vielfältig: In der Medizin werden sie gebraucht, in der Umwelt- und Verkehrstechnik, in der Kommunikationstechnik, im Automobil- und im Maschinenbau. Das ISIT entwickelt solche Bauelemente im Kundenauftrag und realisiert auch die anwendungsspezifischen Schaltkreise (ASIC), die zum Betrieb von Sensoren und Aktuatoren erforderlich sind. In dieser Dienstleistung eingeschlossen ist die Integration zum Gesamt-Mikrosystem mittels miniaturisierter Aufbau- und Verbindungstechniken.

Das Institut betreibt zusammen mit der Firma Vishay Semiconductor Itzehoe GmbH eine professionelle Halbleiterproduktionslinie mit allen erforderlichen Qualitäts-Zertifizierungen. Diese Linie wird sowohl für die Produktion von mikroelektronischen Bauelementen (PowerMOS) und Mikrosystemen als auch für FuE-Projekte für neue Bauelemente und technologische Prozesse genutzt. Ein Qualitäts-Management-System, zertifiziert nach ISO 9001, ist die Grundlage für die Entwicklung, Qualifizierung und Herstellung mikrotechnischer Komponenten.

Weitere Arbeitsgruppen am ISIT befassen sich mit der Gehäuse- und Aufbautechnik für Mikrosysteme und Sensoren, analysieren die Qualität und Zuverlässigkeit von elektronischen Baugruppen und arbeiten an der Entwicklung fortschrittlicher Energieversorgungskomponenten für elektronische Systeme.

Das Institut beschäftigt insgesamt etwa 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Weitere Informationen über die Arbeitsgebiete des Fraunhofer ISIT finden Sie im Internet unter www.isit.fraunhofer.de. Darüber hinaus gibt das Institut einen eigenen Jahresbericht heraus, der beim ISIT angefordert werden kann.

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie,
 Institutsleitung: Professor Dr. Anton Heuberger
 Fraunhoferstr. 1
 25524 Itzehoe
 Tel. 04821/17-4211 (Sekretariat)
 Fax 04821/17-4250
 Email info@isit.fhg.de

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Halbleitertechnologie I, 2 Std. Vorlesung/Woche,
 A. Heuberger

Sommer 2004

Halbleitertechnologie II, 2 Std. Vorlesung/Woche,
 A. Heuberger

Winter 2004/2005

Halbleitertechnologie I, 2 Std. Vorlesung/Woche,
 A. Heuberger

almanach 04

Hochfrequenztechnik

Die Arbeiten des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik der CAU konzentrieren sich auf die Themengebiete „Hochfrequenzelektronik“ und „Mikrowellensensorik“. Daneben wird auch „Molekülspektroskopie“ betrieben.

Der Arbeitsschwerpunkt „Hochfrequenzelektronik“ hat Komponenten und Subsysteme für moderne Nachrichtentechnische Anwendungen zum Gegenstand. Moderne Sender- und Empfängerkonzepte stehen dabei derzeit im Vordergrund. Hier tritt in der Praxis das Problem auf, dass moderne Digitalsignale, beispielsweise für UMTS-Systeme, durch gleichzeitige Amplituden- und Phasenmodulation eines Hochfrequenzträgers übertragen werden. Hierfür sind hochlineare Verstärker erforderlich, die aber gleichzeitig mit hohem Wirkungsgrad arbeiten müssen. Solche Anforderungen führen bei der Realisierung auf Widersprüche und sind Gegenstand der aktuellen Forschung.

Die „Mikrowellensensorik“ stellt ein Arbeitsgebiet dar, auf dem der Lehrstuhl über langjährige Erfahrung verfügt. Es entstanden bereits unter anderem Mikrowellen-Sensoren zur Bestimmung von Stoff-Eigenschaften oder -Zuständen und solche basierend auf Radarprinzipien, beispielsweise zur Füllstandsmessung in Containern und Lagertanks. Aktuelle Projekte befassen sich mit Sensoren zur Bestimmung der Zusammensetzung von Lebensmitteln und zur schnellen Qualitätsbestimmung, Messsystemen zur präzisen Feuchte- und Dichtemessung in Echtzeit und zur Charakterisierung dielektrischer Schichten. Sie basieren großenteils auf der sogenannten „Ultraschalltechnik“. Diese Technik erregt in der Fachwelt derzeit erhebliches Aufsehen. Sie stellt unter anderem eine Basistechnologie zur Realisierung einer nächsten Generation von drahtlosen Netzwerktechnologien mit GBit-Datenraten dar. Am Lehrstuhl wird diese Technologie für Anwendungen in der Sensorik und für Sensornetze erforscht.

Das dritte Arbeitsfeld am Lehrstuhl ist die Molekülspektroskopie im Mikro- und Submillimeterwellenbereich. Es wird von Prof. Dr. A. Guarnieri betreut und hat sowohl den Bau von Spektrometern als auch spektroskopische Untersuchungen von Molekülen zum Gegenstand.

Ergebnisse

Mikrowellenspektroskopie im Zeitbereich

Im Rahmen des EU-Projektes SEQUID wurde in den vergangenen Jahren eine Methode zur Bestimmung der Qualität von Lebensmitteln anhand der dielektrischen Eigenschaften mit Hilfe der elektrischen Zeitbereichsreflektometrie entwickelt. Es werden dabei Impulse mit einer Zeitdauer von etwa 400ps eingesetzt, deren Verformung bei Kontakt mit dem Messobjekt bestimmt wird. Die gemessenen Zeitsignale unterliegen dabei vielerlei Störungen und Verzerrungen. Im Rahmen des Projektes wurde an der Entzerrung und Standardisierung der Signale gearbeitet, um die speziellen Kalibrationen der unterschiedlichen Messgeräte miteinander zu kombinieren, zu vergleichen und ggf. eine global verwendbare Kalibration zu erstellen. Zu diesem Zwecke werden digitale Filtertechniken auf die mit Hochfrequenzmesstechnik gemessenen Zeitsignale angewandt. Die vorbearbeiteten Daten werden mit Hilfe von speziellen künstlichen neuronalen Netzen weiterverarbeitet, um die Messobjekte (Fische) in sogenannte Cluster einzuteilen, das heißt die gemessenen Lebensmittel in Gruppen zu unterteilen. Jedem Cluster kann schließlich ein Qualitätsparameter oder eine Eigenschaft zugeordnet werden.

Bis zum Sommer 2004 haben die Projektpartner mit verschiedenen Fischarten Messungen mit vier im Rahmen des Projektes erstellten Prototypen des Messsystems durchgeführt. Die Auswertung der umfangreichen Testreihen mit multivariaten Kalibrationsmethoden demonstrierten die Funktionsfähigkeit des Verfahrens. Außerdem wurden die Prototypen auf der Hannover-Messe und der Messe „Seafood Processing Europe“ in Brüssel dem Fachpublikum vorgestellt. Es erfolgte eine Aufnahme von Verhandlungen mit potenziellen Projektpartnern über ein Nachfolgeprojekt zur Industrialisierung der Prototypen, die noch andauert. Sämtliche Erkenntnisse und Ergebnisse des SEQUID-Projektes wurden in einer Monografie dokumentiert.

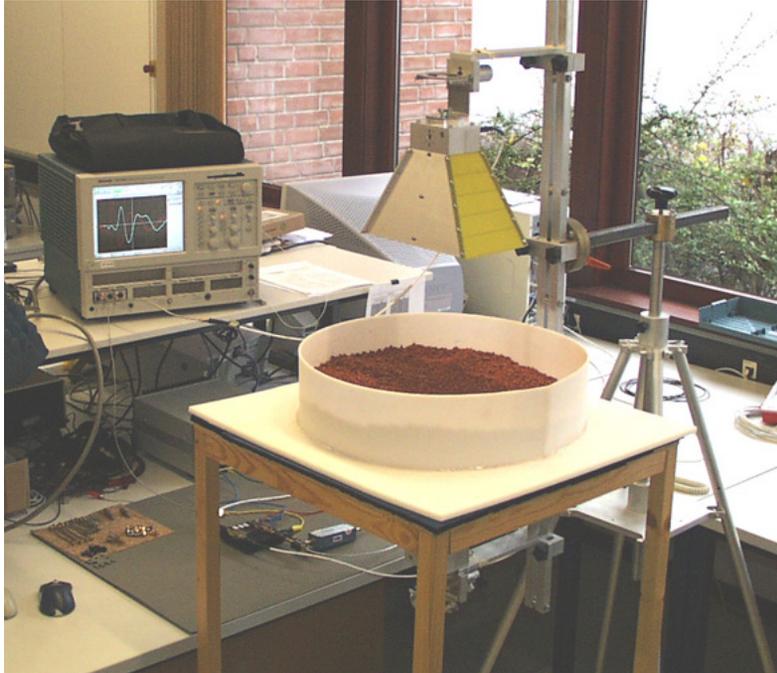


Abb. 1: Berührungslose Feuchtemessung für Schüttgüter mit breitbandigen Impulsen

Ein berührungsloses Feuchtemesssystem für Schüttgüter, welches kurze Impulse in einem Transmissionssystem über Antennen abstrahlt und empfängt, benutzt eine Datenauswertung basierend auf multivariater Statistik. Dieses System wurde weiterentwickelt, um auch Reflexionsmessungen durchführen zu können. Eine solche Vorgehensweise wird speziell dann erforderlich, wenn das zu messende Material von nur einer Seite zugänglich ist, wie es beispielsweise auf Förderbändern der Fall sein kann. Das System wurde erfolgreich implementiert und auf seine Genauigkeit untersucht.

Messung der Feldverteilung von photonischen Kristallen

Der Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaft der Technischen Fakultät beschäftigt sich mit der theoretischen Berechnung der Feldverteilung von photonischen Kristallen. Für spätere Anwendungen sollen diese im optischen Frequenzbereich eingesetzt werden und durch Ätzung direkt auf Halbleitersubstraten hergestellt werden. Es ist jedoch schwierig, im optischen Wellenlängenbereich die theoretisch berechnete Feldverteilung messtechnisch zu verifizieren. Aus diesem Grunde werden am Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaft große photonische Kristalle aus Aluminium-Oxid-Stäben gefertigt, deren Feldverteilung am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik bei Mikrowellenfrequenzen vermessen wird.

Die Messungen erfolgen im Absorberraum, um den Einfluss störender Felder, sowie von Reflexionen an den Wänden zu minimieren. Im Absorberraum befindet sich eine rechnergesteuerte Anordnung, die eine Platzierung einer Feldsonde in allen drei Raumrichtungen ermöglicht. Mit Hilfe einer modulierten Signalquelle und eines Lock-In-Verstärkers lässt sich die Feldverteilung mit einem hohen Dynamikbereich erfassen. Die Messungen wurden im Frequenzbereich von 6 GHz bis 12 GHz durchgeführt. Pro Frequenz und Polarisation wurden mehr als 22 Tausend Punkte in einer Ebene gemessen, um fokussierende Punkte des photonischen Kristalls zu detektieren. Die Messreihen sind sehr zeitaufwendig und dauern noch an. Zur Zeit wird ein Kristall untersucht, bei dem Aluminiumoxid-Stäbe mit einem normal verteilten Fehler außerhalb der idealen Position angeordnet sind, um den Einfluss von Fertigungsfehlern auf die Wirksamkeit der Anordnung zu untersuchen.

Linearisierte Leistungsverstärker mit hohem Wirkungsgrad

In diesem Projekt werden prinzipielle Untersuchungen zu Methoden der Wirkungsgraderhöhung sowie der Linearisierung von Leistungsverstärkern für zukünftige Anwendung in digitalen Kommunikationssystemen untersucht. Der Schwerpunkt liegt

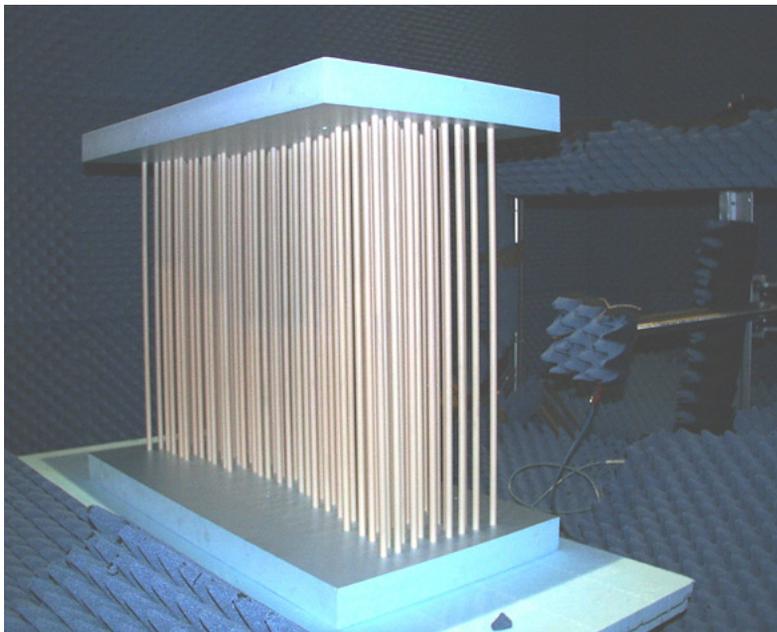


Abb. 2: Messung der Feldverteilung eines photonischen Kristalls im Absorberraum des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik

hierbei bei dem Mobilfunkstandard WCDMA (UMTS). Die gleichzeitige Erfüllung von Wirkungsgrad und Linearität ist mit den heutigen üblichen verwendeten Verstärkerverfahren nicht zu erreichen. Einen völlig anderen Ansatz zur Lösung des Problems stellt das LINC (Linear Amplification using Nonlinear Components) Verfahren dar. Hierbei wird ein generelles Signal, welches in heutigen Systemen durch Amplituden- und Phasenmodulation codiert wird in zwei ausschließlich phasenmodulierte (PM) Signale mit einer konstanten Einhüllenden separiert. Die zwei PM-Signale können nun mit zwei bei konstanter Amplitude betriebenen Verstärkern, die nichtlinear sein können und in Kompression und damit mit maximalem Wirkungsgrad arbeiten, verstärkt werden, ohne dass Intermodulationsverzerrungen auftreten. Abschließend werden die beiden Signale mittels Vektoraddition wieder zu dem ursprünglichen Signal zusammengesetzt. Ein LINC-System kann in verschiedene Komponenten mit unterschiedlichen Problemstellungen separiert werden:

- DCS - breitbandiger Digital-Component-Separator in Echtzeit,
- Transmitter-Architektur,
- hocheffiziente Leistungsverstärker in Sättigung,
- effiziente lastmodulierende Leistungsaddition der Verstärker-Endstufen,
- digitale System-Kalibrierung und Signal-Korrektur (Signal-Vorverzerrung).

Der Digital-Component-Separator (DCS) berechnet in Echtzeit die Amplituden- und Phaseninformation des Signals und leitet daraus die zwei notwendigen phasenmodulierten Signale ab. Dieser wurde unter Verwendung einer effizienten DSP-Architektur in einer sehr schnellen digitalen Hardware (FPGA) mit hoher Bandbreite (ca. 120 MHz) für die Anwendung in einem LINC-System entworfen und implementiert. Zudem wurde gezeigt, dass das LINC-Verfahren ebenfalls geeignet ist, Mehrfachträger-Signale (Basisstation) effizient zu übertragen. Hierfür ist eine komplexe Modulation mit einer ersten digitalen Zwischenfrequenz notwendig. Diese wird ebenfalls flexibel auf dem FPGA realisiert. Zugleich ist eine effiziente und flexible Konfiguration bzw. Anpassung an verschiedene HF-Transmitter-Topologien möglich. Der Einfluss auf die Signalverzerrung in Abhängigkeit der Bandbreite sowie der Bandbreitenbedarf der PM als Funktion der Amplitudenmodulationsstatistik wurde untersucht und für die Anwendung als Einzelträger (Uplink) als auch für Mehrfachträger (Downlink) Übertragung spezifiziert. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, ist eine spezielle lastmodulierende Leistungsaddition der Verstärker-Endstufen (Klasse B, C, F -Betrieb) notwendig, die jedoch in der Praxis zu nichtlinearen Signalverzerrungen führt. Aktueller Forschungsgegenstand ist die Untersuchung der Möglichkeiten einer breitbandigen digitalen Linearisierung der Kennlinie

sowie der Übertragungskanäle unter Beibehaltung eines hohen Gesamtwirkungsgrades. Hierfür werden verschiedene Verfahren im Zeit- als auch im Frequenzbereich betrachtet. Als Voraussetzung wurde ein spezielles vektorielles Meßsystem entwickelt, welches über eine Echtzeit-Messbandbreite von bis zu 60 MHz verfügt.

Ortsaufgelöste Fremdkörperdetektion mit Mikrowellen

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Fremdkörpererkennung wurden weitergeführt. Dabei sollen Hochfrequenzuntersuchungen Rückschlüsse auf die Beschaffenheit von dielektrischen Materialien ermöglichen. Dadurch lassen sich Verunreinigungen, beispielsweise in homogenen Ausgangsmaterialien und Endprodukten der Nahrungsmittelindustrie, berührungslos und kontinuierlich in Echtzeit detektieren. Durch kurze abgestrahlte Pulse von wenigen hundert Pikosekunden Länge wird eine Probe beleuchtet und deren Interaktion mit den Pulsen untersucht. Die hier angewendeten Ultrabreitband-Verfahren können Nachteile monofrequenter Systeme wie beispielsweise Signalauslöschungen durch Interferenzen vermeiden. Eine geeignete Signalverarbeitung ermöglicht es, neben des reinen Nachweises eines Fremdkörpers auch den Ort der Inhomogenität bis auf den Bruchteil ihrer Größe, d.h. auf wenige mm genau, zu bestimmen. Die Ortsauflösung ist dabei unabhängig vom dielektrischen Kontrast und der geometrischen Form des Probekörpers. Die eingesetzte Technik lässt sich nicht nur auf Rohstoffuntersuchungen anwenden, sondern entspricht vielen Anforderungen beispielsweise der zerstörungsfreien Materialprüfung oder des Nahbereichs-Untergrundradars.

Molekülspektroskopie

Die Molekülspektroskopie im Bereich der Millimeter- und Submillimeterwellenlängen (von Herrn Prof. Guarneri durchgeführt) beschäftigt sich mit der rotationsspektroskopischen 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.

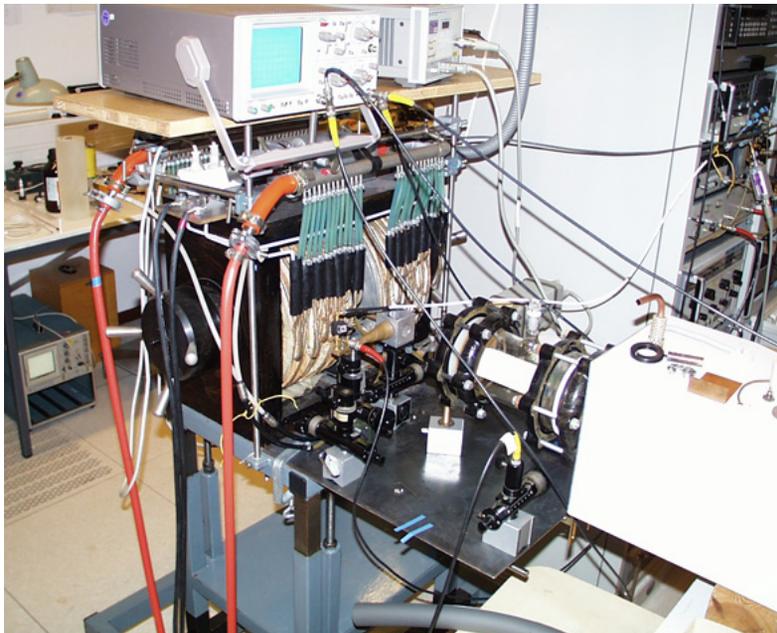


Abb. 3: Molekülspektrometer im Bereich der Millimeter- und Submillimeterwellen

Im Rahmen der Molekülspektroskopie ist die Bestimmung der Rotationsparameter seltener Keten-isotopomere ($D_2^{13}CCO$, $D_2C^{13}CO$, $D_2CC^{18}O$ und $DHCCO$) abgeschlossen. Eine Publikation wird gerade geschrieben.

Die Aktivität hat sich weiter auf die Steigerung des Auflösungsvermögens des Millimeter- und Submillimeterwellenspektrometers konzentriert um sehr genaue Messungen der Übergangsabsorptionsfrequenzen zu gestalten. Zu diesem Zweck

wurde auch ein von der DFG finanziertes Kooperationsprojekt mit dem Institut für angewandte Physik der Russischen Akademie der Wissenschaften in Nizhnii Novgorod geschlossen.

Beobachtungen im Millimeter- und Submillimeterwellenbereich haben zur Entdeckung von hunderten verschiedenen Molekülen in den interstellaren Wolken geführt. In allen Fällen erlauben sehr genaue, im Labor gemessene Linienfrequenzen eine unzweideutige Zuordnung der mit Radioteleskopen aufgenommenen Spektren. Solche Moleküle sind wichtige Indikatoren der physikalischen Bedingungen und der möglichen chemischen Reaktionen, die in der interstellaren Wolke stattfinden.

Sehr genaue Labormessungen sind nur mit einem dopplerfreien Verfahren zu bekommen, das uns erlaubt Linien mit Halbwertsbreite von einigen kHz zu erreichen.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel; Sekretariat: M. Bork
Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) W. Taute

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr.-Ing. F. Daschner	01.01.-31.12.2004	CAU
Mikrowellensensoren mit multivariaten statistischen Auswerteverfahren		
Dipl.-Ing. W. Gerhard	01.01.-31.12.2004	CAU
Verstärker mit hohem Wirkungsgrad		
Dipl.-Ing. A. Gülck	01.01.-31.08.2004	EU
A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)		
Dipl.-Ing. A. Gülck	01.09.-31.12.2004	CAU
Identifikation von Objekten durch Mikrowellenstreuung		
Dr. M. Kent	01.01.-31.10.2004	EU
A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)		
Dipl.-Ing. A. Schaab	01.01.-29.02.2004	CAU
Rauschen in aktiven Antennenarrays		
Dipl.-Ing. O. Schimmer	01.01.-31.12.2004	CAU
Ultrabreitband-Sensorik		

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

Rauschen in Kommunikations- und Meßsystemen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ A. Schaab)

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

Hochfrequenzmeßtechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ A. Schaab)

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

Sommer 2004

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

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

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ A. Gülck)

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

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer, W. Gerhard, F. Daschner)

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

Winter 2004/2005

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

Rauschen in Kommunikations- und Meßsystemen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer)

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

Hochfrequenzmeßtechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer)

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ A. Gülck)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer, W. Gerhard, F. Daschner, A. Gülck)

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



Drittmittel

Europäische Kommission, *A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)*,
01.09.2001-31.08.2004 (466891 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Aufbau und Optimierung von Spektrometern für den Submillimeterwellen-Bereich
sowie rotationspektroskopische Messungen an interstellaren Spezies*, 01.11.2003-31.10.2005 (6000 EUR)



Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers 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 der **Kharkov National University (KNU)**, Kharkov, Ukraine, assoziiert mit den Forschungsinstituten der ukrainischen Akademie der Wissenschaften „Institute of Radiophysics (IRE)“, Prof. Shchegoleva, und „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).

Ebenfalls im Rahmen des Leonard Euler Programmes des DAAD und in Verbindung mit der KNU wird auch mit der **Technischen Universität Braunschweig**, Prof. Dr. A. Jacob, und mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg**, Prof. Dr. K. Schünemann zusammengearbeitet.

Mit der **Technischen Universität Braunschweig**, Prof. Dr. A. Jacob, wird ebenfalls im Themengebiet „Feuchtemessung an Baustoffen und Bauelementen“ kooperiert.

Mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg**, Prof. Dr. K. Schünemann, besteht Zusammenarbeit im Bereich „Mikrowellenkomponenten“, „Mikrowellen-Messtechnik“ und „Radartechnik“.

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

Kooperation über „Mikrowellensensorik“ für Anwendungen im Bereich Lebensmitteltechnik im Rahmen des Projektes SEQUID 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 Cientificas, 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 **AMS - Advanced Microwave Systems**, Elmshorn besteht eine Kooperation über „Feuchte- und Dichtemesstechnik mit Mikrowellen“.

Mit der Firma **Trützschler**, Mönchengladbach wird zusammengearbeitet hinsichtlich hochgenauer Dichtemessung an Fasern im Bereich des Textilmaschinenbaus.

In Zusammenarbeit mit der Firma **Reemtsma** werden Möglichkeiten der elektromagnetischen Massedurchflussmessung untersucht.

Diplom- und Master-Arbeiten

Max Görler, *Entwicklung eines Netzwerkanalysators mit Folgegenerator*, 21.04.2004

Martin Gottschalk, *Aufbau eines Sendeverstärkers nach dem LINC-Verfahren*, 01.09.2004

Leif Petersen, *Entwicklung eines miniaturisierten Impulsreflektometers*, 29.10.2004

Thomas Lehmann, *Entwicklung eines Pulsradars zur Untersuchung dielektrischer Materialien*, 02.12.2004

Thorsten Möller, *Aufbau von Leistungsverstärkern für WCDMA*, 22.12.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

O. Schimmer, F. Daschner, M. Kent, R. Knöchel, *Determination of quality and storage-time of dielectric mixtures using time domain spectroscopy*, *Advances in Radio Science*, vol. 2, 1 - 5 (2004)

- M. Kent, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, M. Manthey-Karl, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, *A new multivariate approach to the problem of fish quality estimation*, Food Chemistry, **87**, 531 - 535 (2004)
- O. Schimmer, A. Gülc, F. Daschner, J. Piotrowski, R. Knöchel, *Non-contacting determination of moisture content in bulk materials using sub-nanosecond UWB-pulses*, Proc. 34th European Microwave Conference, vol. II, 677 - 680 (2004)
- M. Kent, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, *Estimation of the quality of frozen cod using a new instrumental method*, European Food Research Technology, **Band 219**, 5, 540 - 544 (2004)
- M. Kent, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, U.-K. Barr, P. Floberg, M. Tejada, A. Huidobro, L. Nunes, I. Batista, A. Martins, *Time domain reflectometry as a tool for the estimation of quality in foods*, Int. Agrophysics, **18**, 3 (2004)
- W. Gerhard, R. Knöchel, *LINC digital component separator for multicarrier W-CDMA-signals*, IEEE International Microwave Symposium Digest, 907 - 910 (2004)
- R. Knöchel, *Radarverfahren*, RADCOMM2004, Radar & Communication, 1 - 36 (2004)
- R. Knöchel, *Richtkoppler*, EEECOMM2004, Hochfrequenz- und High-Speed Digital-Elektronik, Schaltungen und Systeme, 86 - 107 (2004)
- M. Kent, F. Daschner, R. Knöchel, *Microwave Dielectric Spectra and the Composition of Foods: Multivariate Analysis versus Artificial Neural Networks*, 3rd International Workshop on Water in Food, 18 (2004)
- W. Gerhard, *Eine FPGA basierende Implementierung des Signal Komponenten Separators eines LINC-Systems für zukünftige WCDMA-Transmitter*, Kleinheubacher Berichte, 44 (2004)

Präsentationen

- F. Daschner, O. Schimmer, M. Kent, R. Knöchel, *Messestand*, Hannovermesse, Hannover, Deutschland, 19.-24.04.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Toni-Jensen-Gesamtschule, Kiel-Dietrichsdorf, Deutschland, 28.04.2004
- F. Daschner, O. Schimmer, M. Kent, R. Knöchel, *Messestand*, Seafood Processing Europe, Brüssel, Belgien, 04.-06.05.2004
- W. Gerhard, *LINC digital component separator for multicarrier W-CDMA-signals*, Vortrag: IEEE MTT-S Int. Microwave Symposium, Fort Worth, USA, 04.-12.06.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Realschule Kronshagen, Kiel-Kronshagen, Deutschland, 08.06.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Isarnhoschule Gettorf, Gettorf, Deutschland, 31.08.2004
- W. Gerhard, *Eine FPGA basierende Implementierung des Signal Komponenten Separators eines LINC-Systems für zukünftige WCDMA-Transmitter*, Vortrag: Kleinheubacher Tagung, Miltenberg, Deutschland, 27.09.-01.10.2004
- O. Schimmer, A. Gülc, F. Daschner, J. Piotrowski, R. Knöchel, *Non-contacting determination of moisture content in bulk materials using sub-nanosecond UWB-pulses*, Vortrag: 34th European Microwave Conference, Amsterdam, Niederlande, 12.-14.10.2004
- F. Daschner, M. Kent, O. Schimmer, R. Knöchel, *SEQUID: A new method for the objective measurement of the quality of seafood*, Poster: Integrating Safety and Nutrition Research along the Food Chain: The New Challenge, Lille, Frankreich, 27.-29.10.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Organisation 6. Projekttreffen EU-Vorhaben QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID), Mai 2004, Brüssel.

Organisation Abschluß-Projekttreffen EU-Vorhaben QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID), Juli 2004, Hamburg.

R. Knöchel ist: Co-ordinator des EU-Vorhabens QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID). Mitglied im Programmkomitee des „IEEE International Microwave Symposium“. Mitglied im Fachausschuss MTT-16 „Microwave Systems“ des IEEE. Chairman des „UWB-Systems Subcommittee“ im Komitee MTT-16 des IEEE. Mitglied des „Technical Coordination Committee (TCC)“ des IEEE-MTT, zuständig für „European Liaison“.

Mitglied des „Executive Committee“ der „International Conference on Ultrawideband“ (ICU). Mitglied im „editorial board“ der Fachzeitschrift „Frequenz“. Mitglied im Fachausschuss 7.3 „Mikrowellentechnik“ des VDE. Mitglied in der „URSI“, Kommission A. Assoziiertes Mitglied der „European Microwave Association (EuMA)“. Gutachter in der Auswahlkommission des Deutschen Akademischen Auslandsdienstes (DAAD) für Ausländer aus der Region Nordafrika/Nahost. Gutachter im Preiskomitee des „Schmidt Röhild Technologiepreises“. Reviewer für diverse Fachzeitschriften und Konferenzen.

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

almanach 04

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, OFDM, DS-CDMA, IDMA) 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.

In der **Lehre** werden die Fächer *Kanalcodierung*, *Informationstheorie* und *Mobilfunkkommunikation I+II* angeboten, seit dem Wintersemester 2001/02 auch in englischer Sprache im Rahmen des internationalen Studiengangs *Digital Communications*. Desweiteren werden Vorlesungen zu *System Identification* und *Digital Satellite Communications* in Form von Lehraufträgen angeboten.

Die **Highlights** des sehr erfolgreichen Jahres 2004 können wie folgt zusammengefaßt werden: Zwei (von sechs) Mitarbeiter erhielten einen Ruf auf eine Professur, elf (der vierzehn erfolgreichen) Masterstudenten des zweiten Jahrgangs fertigten in der Arbeitsgruppe ICT ihre Masterarbeit an, die Studienleistungen von zwei Masterstudenten wurden mit Preisen ausgezeichnet, drei neue DFG-Projekte wurden akquiriert, siebzehn Veröffentlichungen (davon eine im IEEE Communications Magazine) wurden 2004 publiziert, drei Patentanmeldungen wurden eingereicht, eine Promotion wurde abgeschlossen, ein weiteres Promotionsverfahren wurde eröffnet.

Ergebnisse

Turbo-Codes und Decodierung mit Zuverlässigkeitsinformation

Die parallele Verkettung von systematischen rekursiven Faltungscodierern in Verbindung mit einem iterativen Decodierschema gehört derzeit zu den leistungsfähigsten Codier/Decodierverfahren für stark verrauschte Übertragungskanäle. Aufgrund des iterativen Decodierschemas werden die Codes auch Turbo-Codes und die Decodierer Turbo-Decodierer genannt. Diese Klasse von Codes wird beispielsweise im UMTS-Mobilfunksystem eingesetzt.

Während die Codestruktur bereits sehr gut verstanden ist, stellt die Analyse des iterativen Decodierschemas ein hochaktuelles Forschungsgebiet dar. Zur Untersuchung des Konvergenzverhaltens werden üblicherweise approximative Verfahren angewendet, sogenannte "extrinsic information transfer charts", die den iterativen Prozess mithilfe des informationstheoretischen Maßes der wechselseitigen Information beschreiben.

In der AG wurden Methoden entwickelt, die eine theoretische Fundierung dieser approximativen Verfahren erlauben. Die Grundidee besteht darin, unabhängige Informationen über das gleiche Ereignis, nämlich ein gesendetes Informationssymbol, zu kombinieren; für die Gesamtinformation werden dann obere und untere Schranken angegeben, die nur auf den Teilinformationen aufbauen – "Information" ist hierbei im Sinne der wechselseitigen Information zu sehen. Für einige einfache Codes (Wiederholungscodes und Parity-Check-Codes) können auf diese Weise analytische Ausdrücke bestimmt werden. Dies erlaubt die Analyse des Decodierverhaltens von Low-Density-Parity-Check Codes, einer bestimmten Klasse von iterativ decodierbaren Codes. Die Arbeiten wurden 2004 im Rahmen einer Dissertation abgeschlossen.

Trellis-basierte blinde 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.

Konventionell geschieht eine blinde Entzerrung unter Verwendung Statistiken höherer Ordnung. Dies bedeutet jedoch eine Einschränkung hinsichtlich der Datensymbole (z.B. sind Gauß-verteilte Datensymbole nicht erlaubt). Ferner ist ein relativ langes Beobachtungsintervall notwendig, um eine zufrieden stellende Schätzung der Statistik zu erreichen. Dies wiederum verbietet kurze Datenpakete und/oder zeitlich schnell veränderliche Kanäle.

In der Arbeitsgruppe ICT wurden trellis-basierte blinde Entzerrer mit differentieller Vordcodierung entwickelt und untersucht, wobei die blinde Kanalschätzung und Datendetektion gemeinsam in einem Trellisdiagramm durchgeführt werden. Die resultierenden Entzerrer weisen eine hervorragende Akquisitionsgeschwindigkeit und eine gute Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Bitfehlerrate auf. Darüber hinaus lassen sich trellis-basierte blinde Entzerrer leicht modifizieren, um Zuverlässigkeitsinformation zu akzeptieren und an die nächste Verarbeitungsstufe weiterzureichen. Dies ermöglicht die Anwendung des sogenannten Turbo-Prinzips in einem codierten System. Die Arbeiten zur blinden Kanalschätzung und Entzerrung wurden 2004 im Rahmen einer Dissertation abgeschlossen. Sie werden zur Zeit auf semi-blinde Verfahren für Mehrantennensysteme erweitert.

Space-Time-Codes und Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

Mobilfunksysteme sind dafür bekannt, dass ihre Übertragungsqualität erheblich unter Signalschwund-Effekten durch Mehrwegeausbreitung leidet. Die Leistungsfähigkeit von Mobilfunksystemen kann jedoch deutlich gesteigert werden, indem man mehrere Antennen auf der Sendeseite und/oder der Empfangsseite verwendet.

Eine neuartige Idee ist es, Techniken für Mehrantennen-Systeme auch in sogenannten kooperativen Netzen zu verwenden: In derartigen Netzen gibt es mehrere, räumlich getrennte Sender mit jeweils nur einer Sendeantenne, die kooperieren und auf diese Weise ein künstliches Mehrantennen-System erzeugen. Aufgrund der räumlichen Trennung der Sender ergeben sich zahlreiche Herausforderungen, die in konventionellen Mehrantennen-Systemen nicht auftreten. Die Arbeiten sollen 2005 durch eine Dissertation abgeschlossen werden.

Gleichkanal-Interferenzunterdrückung

In zellularen GSM/EDGE-Mobilfunknetzen besteht eine große Herausforderung in der Bewältigung ständig wachsender Nutzerzahlen. Um die Netzkapazität zu vergrößern, können Netzbetreiber die Zellengröße zwar verkleinern und die Wiederholfrequenz ("re-use factor") vergrößern, jedoch wächst dadurch die Interferenz aus Nachbarzellen gleicher Trägerfrequenz (üblicherweise Gleichkanalinterferenz genannt). Mit konventionellen Empfängern kann keine zufriedenstellende Qualität erreicht werden. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, daß in Mobilfunkgeräten zur Zeit nur eine Empfangsantenne zur Verfügung steht. Deshalb kann die Interferenz nur schwierig vom Nutzsignal getrennt werden.

In der Arbeitsgruppe ICT wurden zahlreiche nichtlineare Detektionsverfahren entwickelt, mit denen eine Übertragung selbst dann noch möglich ist, wenn die mittlere Nutzleistung am Empfängereingang genauso groß wie die mittlere Störleistung durch Gleichkanalinterferenz ist. Im Rahmen einer erfolgreichen Industriekooperation wurden Referenzkurven standardisiert. Ein Detektionsverfahren wurde in Hardware implementiert. Die entwickelten Detektionsverfahren könnten die nächste GSM/EDGE Handy-Generation revolutionieren.

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 ein adaptives Codemultiplex-basiertes Übertragungssystem entworfen ("adaptive interleaved-division multiple access"). Die Vorteile bestehen in einer Unabhängigkeit von bisher üblichen starren Modulations- und Codierungsschemata und der Ausnutzung empfängerseitiger Zuverlässigkeitsinformation. Mögliche Anwendungen finden sich 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 vor kurzen einen Systementwurf für einen 4G-Uplink erarbeitet. Aktuelle Arbeiten befassen sich mit der Codeoptimierung und einer schichtenübergreifenden Systemoptimierung ("cross-layer design").

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.

Die Schwierigkeiten begründen sich in einer Mehrwegeausbreitung mit extrem großem Produkt aus Delay-Spread und Doppler-Spread sowie einer extrem großen Grundlaufzeit. Im Rahmen eines BMBF-Projekts oblag der Arbeitsgruppe die Software-Entwicklung eines vollständigen Modems, einschließlich dem Entwurf von geeigneten Algorithmen zur Modulation/Demodulation, Kanalcodierung/Kanaldecodierung, Entzerrung, Kanalschätzung und Synchronisation. Diese Arbeiten wurden 2004 abgeschlossen. Weitere aktuelle Arbeiten zum Thema Unterwasserkommunikation befassen sich mit der Kanalmodellierung und mit adaptiven Algorithmen zur Maximierung der Datenrate bzw. zur Minimierung der Sendeleistung.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. P. A. Höher; Sekretariat: A. Kruse (50%)

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. J. Araabab OFDM	01.08.-31.12.2004	DFG
Dr.-Ing. S. Badri-Höher Interferenzunterdrückung	01.01.2003-31.12.2004	Industrie
M.Sc. X. Chen Blinde Entzerrung und Kanalschätzung	01.11.2000-31.10.2004	DFG
Dipl.-Ing. J. Ch. Fricke Cross-Layer-Optimierung, IDMA	15.09.-31.12.2004	CAU
Dipl.-Ing. I. Land Turbo-Codes	15.04.1999-31.07.2004	CAU
Dipl.-Ing. J. Mietzner Space-Time-Codes	01.08.2001-31.12.2004	CAU
Dipl.-Ing. H. Schöneich Adaptive digitale Funkübertragung, IDMA	01.09.2001-31.12.2004	DFG
Dr. Y. Wang Unterwasserkommunikation	01.10.2002-30.09.2004	BMBF
M.Sc. T. Wo Semi-blinde Entzerrung und Kanalschätzung	01.11.-31.12.2004	DFG

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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 2004

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)

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

Digital Satellite Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
S. Badri-Höher

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 2004/2005

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

BMBF, *Unterwasserkommunikation*, 01.10.2002-30.09.2004 (130284 EUR)

DFG, *Intelligentes Modem (HO 2226/2-1)*, 01.09.2002-31.08.2004 (ca. 111000 EUR)

DFG, *Interleave-Division Multiple Access mit Anwendung in mobilen Ad-Hoc-Netzwerken (HO 2226/2-2)*,
01.09.2004-31.08.2006 (ca. 123645 EUR)

DFG, *OFDM-Basisbandtechnologien (HO 2226/4)*, 01.08.2004-31.07.2006 (ca. 123645 EUR)

DFG, *Semi-blinde Kanalschätzung für MIMO-Systeme (HO 2226/5)*, 01.11.2004-31.10.2006 (ca. 123645 EUR)

Industrie, *Interferenzunterdrückung*, 01.10.2003-30.09.2004 (83520 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Kooperationspartner in Industrie und Forschungseinrichtungen:

- DoCoMo Euro Labs, München
- ELAC Nautik GmbH, Kiel
- FWG, Kiel
- Lucent Technologies, Nürnberg, Sydney
- Marconi Communications, Backnang
- Marum, Bremen
- Siemens AG, München
- Toshiba Telecommunications Research Laboratory, Bristol.

Diplom- und Master-Arbeiten

W. Chen, *Emulation and Equalization for Time- and Frequency-Selective Mobile Radio Channels*, 01.06.2004

Y. Mei, *Receiver Concepts for Differential Space-Time Modulation*, 01.06.2004

J. Ch. Fricke, *Probabilistic Data Association in Space-Time Decoding*, 01.08.2004

A. Mengi, *Non-Unitary Differential Space-Time Modulation*, 01.10.2004

T. Wo, *Semi-Blind Channel Estimation for MIMO Systems*, 01.10.2004

H. D. Han, *Predistortion and Nonlinear Equalization for OFDM Systems in the Presence of a Nonlinear High Power Amplifier*, 01.10.2004

Z. Lin, *Trellis-Based Source Separation for MIMO Systems*, 01.11.2004

K. V. Kakarlapudi, *Channel Estimation for Asynchronous Co-Channel Interference*, 01.11.2004

M. Aiyswaryan, *A Java Library for Differential Cryptanalysis*, 01.11.2004

- J. Solomon, *A Java Library for Linear Cryptanalysis*, 01.11.2004
 A. A. Samejo, *Two-Dimensional Trellis-Based Equalization*, 01.11.2004
 G. K. Kamath, *OFDM/DPSK Demodulation in Time and Frequency Domain*, 01.11.2004



Dissertationen

- I. Land, *Reliability Information in Channel Decoding – Practical Aspects and Information Theoretical Bounds*,
 13.12.2004



Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- J. Mietzner, J. Eick, P.A. Höher, *Frequency-offset sensitivity of resilient microwave links applying the Alamouti scheme*, in Proc. 5th Int. ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), 165 - 172 (2004)
- I. Land, P.A. Höher, S. Gligorevic, *Computation of the symbol-wise mutual information in transmission systems with LogAPP decoders and application to EXIT charts*, in Proc. 5th Int. ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), 195 - 202 (2004)
- H. Schöneich, P.A. Höher, *A hybrid multiple access scheme delivering reliability information*, in Proc. 5th Int. ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), 437 - 443 (2004)
- I. Land, P.A. Höher, *Bounds on information combining for parity-check equations*, in Proc. Int. Zurich Seminar on Communications (IZS), 68 - 71 (2004)
- J. Mietzner, J. Eick, P.A. Höher, *On distributed space-time coding techniques for cooperative wireless networks and their sensitivity to frequency offsets*, in Proc. ITG Workshop on Smart Antennas, (2004)
- X.-M. Chen, P.A. Höher, *Reduced-complexity SISO equalization for Rayleigh fading channels with known statistics*, in Proc. 59th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC'04 Spring), (2004)
- H. Schöneich, P.A. Höher, *Adaptive interleave-division multiple access - A potential air interface for 4G bearer services and wireless LANs*, in Proc. 1st IEEE and IFIP Int. Conf. on Wireless and Optical Communications and Networks (WOCN '2004), 179 - 182 (2004)
- X.-M. Chen, P.A. Höher, *Receiver concepts for differential space-time modulation schemes over flat time-varying channels*, in Proc. Nordic Signal Processing Symposium (NORSIG '2004), (2004)
- P.A. Höher, S. Badri-Höher, S. Deng, C. Krakowski, W. Xu, S. Badri-Höher, *Joint delayed-decision feedback sequence estimation with adaptive state allocation*, in Proc. IEEE Int. Symp. on Inform. Theory (ISIT '04), 132 (2004)
- I. Land, P.A. Höher, J. Sayir, *Bounds on information combining for the accumulator of repeat-accumulate codes without Gaussian assumption*, in Proc. IEEE Int. Symp. on Inform. Theory, 443 (2004)
- J. Mietzner, P.A. Höher, *Distributed space-time codes for cooperative wireless networks in the presence of different propagation delays and path losses*, in Proc. 3rd IEEE Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop (SAM '2004), (2004)
- I. Land, P.A. Höher, J. Huber, *Analytical derivation of EXIT charts for simple block codes and for LDPC codes using information combining*, in Proc. EUSIPCO '2004, (2004)
- Y. Wang, *Parameter optimization for a symmetric multicarrier transmission scheme*, in Proc. 7th Int. Conference on Signal Processing (ICSP '2004), 1645 - 1648 (2004)
- J. Mietzner, P.A. Höher, *Boosting the performance of wireless communication systems - Theory and practice of multiple antenna techniques*, IEEE Communications Magazine, vol. 42, 40 - 47 (2004)
- H. Schöneich, P.A. Höher, *Iterative semi-blind single-antenna cochannel interference cancellation and tight lower bound for joint maximum-likelihood sequence estimation*, EURASIP Journal on Advanced Signal Processing, vol. 84, 1991 - 2004 (2004)
- S. Badri-Höher, P.A. Höher, *Fast computation of a discrete-time whitened matched filter based on Kalman filtering*, IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 3, 1417 - 1424 (2004)

J. Mietzner, R. Thobaben, J. Mietzner, *Analysis of the expected error performance of cooperative wireless networks employing distributed space-time codes*, in Proc. IEEE GLOBECOM '2004, (2004)

Patent-Anmeldungen

- S. Badri-Höher, P.A. Höher und weitere Erfinder, *Interferenzunterdrückung (Arbeitstitel)*, Europäisches Patentamt, 25.03.2004, 04007211.8
- S. Badri-Höher, P.A. Höher und weitere Erfinder, *Interferenzunterdrückung (Arbeitstitel)*, Deutsches Patentamt, 04.06.2004, 10 2004 027 283.2
- S. Badri-Höher, P.A. Höher und weitere Erfinder, *Interferenzunterdrückung (Arbeitstitel)*, Deutsches Patentamt, 04.06.2004, 10 2004 027 288.3

Präsentationen

- I. Land, *Computation of symbol-wise mutual information in transmission systems with LogAPP decoders and application to EXIT charts*, ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), Erlangen, 14.-16.01.2004
- J. Mietzner, *Frequency-offset sensitivity of resilient microwave links applying the Alamouti scheme*, ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), Erlangen, 14.-16.01.2004
- H. Schöneich, *A hybrid multiple access scheme delivering reliability information*, ITG Conf. on Source and Channel Coding (SCC), Erlangen, 14.-16.01.2004
- P.A. Höher, *Single-antenna co-channel interference cancellation for TDMA cellular radio systems*, Forschungszentrum Telekommunikation Wien (ftw), Wien, Österreich, 30.01.2004
- H. Schöneich, *Adaptive Übertragung basierend auf Zuverlässigkeitsinformation*, DFG Kolloquium, Schloss Reinsburg, 16.02.2004
- I. Land, *Bounds on information combining for parity-check equations*, Int. Zurich Seminar on Communications (IZS), Zürich, Schweiz, 18.-20.02.2004
- J. Mietzner, *On distributed space-time coding techniques for cooperative wireless networks and their sensitivity to frequency offsets*, ITG Workshop on Smart Antennas, München, 18.03.2004
- H. Schöneich, *Adaptive Übertragung basierend auf Zuverlässigkeitsinformation*, ITG Fachgruppensitzung Angewandte Informationstheorie, Ulm, 16.04.2004
- P.A. Höher, P.A. Höher, *Akustische Unterwasserkommunikation: Wie wir von den Meeressäugern lernen können*, Night of the Profs, CAU, Kiel, 14.05.2004
- X.-M. Chen, *Reduced-complexity SISO equalization for Rayleigh fading channels with known statistics*, IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Mailand, Italien, 17.-19.05.2004
- P.A. Höher, *Adaptive interleave-division multiple access - A potential air interface for 4G bearer services and wireless LANs*, IEEE and IFIP Int. Conference on Wireless and Optical Communications and Networking (WOCN), Muscat, Oman, 07.-11.06.2004
- P.A. Höher, *Broadband air interfaces for the next wireless generation (keynote speech)*, IEEE and IFIP Int. Conference on Wireless and Optical Communications and Networking (WOCN), Muscat, Oman, 07.-11.06.2004
- X.-M. Chen, *Receiver concepts for differentially space-time modulation schemes over flat time-varying channels*, Nordic Signal Processing Symposium (NORSIC), Meripuisto, Finnland, 09.-11.06.2004
- P.A. Höher, *Joint delayed-decision feedback sequence estimation with adaptive state allocation*, IEEE Int. Symposium on Information Theory (ISIT), Chicago, USA, 27.06.-02.07.2004
- I. Land, *Bounds on information combining for the accumulator of the repeat-accumulate codes without Gaussian assumption*, IEEE Int. Symposium on Information Theory (ISIT), Chicago, USA, 27.06.-02.07.2004
- P.A. Höher, *Interleave-Division Multiple Access - Die Luftschnittstelle für Mobilfunksysteme der nächsten Generation?*, Universität Kassel, Kassel, 08.07.2004
- J. Mietzner, *Distributed space-time codes for cooperative wireless networks in the presence of different propagation*

delays and path losses, IEEE Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop (SAM), Barcelona, Spanien, 19.07.2004

S. Badri-Höher, *Joint delayed-decision feedback sequence estimation with adaptive state allocation*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

P.A. Höher, *Adaptive IDMA: A potential air interface for 4G bearer services and wireless LANs*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

X.-M. Chen, *Receiver concepts for differential space-time modulation*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

J. Mietzner, *Distributed space-time codes for cooperative wireless networks*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

I. Land, *Analytical bounds on EXIT charts for simple codes and applications to LDPC codes*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

Y. Wang, *Frequency diversity for non-orthogonal multi-carrier systems*, Workshop Kommunikation im Kleinwalsertal, Hirschegg, Österreich, 11.-17.07.2004

P.A. Höher, *Akustische Unterwasserkommunikation: Wie wir von den Meeressäugern lernen können*, Fraunhofer Institut (FHG IIS-A), Erlangen, 19.07.2004

P.A. Höher, *Interleave-division multiple access: A potential air interface for 4G bearer services and wireless LANs*, DoCoMo Eurolabs, München, 20.07.2004

P.A. Höher, *Interleave-division multiple access: A potential air interface for 4G bearer services and wireless LANs*, TU München, München, 21.07.2004

I. Land, *Analytical derivation of EXIT charts for simple block codes and for LDPC codes using information combining*, EUSIPCO'2004, Wien, Österreich, 07.-10.09.2004

X.M. Chen, *Trellis-based blind sequence estimation with differential precoding*, ITG-Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Kiel, 08.10.2004

H. Schöneich, *Adaptive interleave-division multiple access: Ein potientiellles Zugriffsverfahren für die nächste Mobilfunkgeneration*, ITG Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Kiel, 08.10.2004

I. Land, *Bounds on EXIT functions for simple block codes and applications to LDPC codes*, ITG Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Kiel, 08.10.2004

S. Badri-Höher, *Joint delayed-decision feedback sequence estimation with adaptive state allocation*, ITG Fachgruppe Angewandte Informationstheorie, Kiel, 08.10.2004

J. Mietzner, *Analysis of the expected error performance of cooperative wireless networks employing distributed space-time codes*, IEEE GLOBECOM '2004, Dallas, USA, 29.11.-03.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

- Dr.-Ing. Sabah Badri-Höher hat 2004 einen Ruf an die Hochschule Bremen erhalten und angenommen.
- Dr.-Ing. Ingmar Land hat 2004 einen Ruf an die Universität Aalborg, Dänemark, erhalten und angenommen.
- Xiao-Ming Chen, M.Sc. hat seine Dissertation zum Thema "Trellis-Based Joint Data/Channel Estimation for Differentially Encoded SISO and MIMO Systems" 2004 eingereicht. Seit Dezember 2004 ist er in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei der Deutschen Thomson-Brandt GmbH in Hannover tätig.
- Tianbin Wo, M.Sc. hat den DAAD-Preis 2004 der CAU für seine Studienleistungen erhalten.
- Shiyang Deng, M.Sc. hat den Professor Dr. Werner Petersen-Preis der Technik 2004 (1. Preis) für seine Masterarbeit erhalten.
- Prof. Dr. Peter Adam Höher wurde in den Fachausschuss 5.1 "Informations- und Systemtheorie" der Informations-technischen Gesellschaft (ITG) des VDE berufen.

- Prof. Peter Adam Höher wurde zum Stellvertretenden Vorsitzenden des German Chapters der IEEE Communications Society (ComSoc) gewählt.
- Prof. Dr. Peter Adam Höher war als Gutachter u.a. für den Bundesgerichtshof in Karlsruhe, das Landgericht Mannheim, die Deutsche Forschungsgemeinschaft in Bonn, die Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik e.V. (ASIIN) in Düsseldorf, die German-Israeli Foundation for Scientific Research & Development (GIF) in Jerusalem, das Swedish Research Council in Stockholm, und das Italian Ministry for Education, University and Research (MIUR) in Rom tätig.
- Die Akkreditierung des Int. Masterstudiengangs “Digital Communications” wurde um weitere fünf Jahre verlängert.
- Die Arbeitsgruppe ICT hat auch 2004 wieder den traditionellen Workshop “Kommunikation im Kleinwalsertal (KiK)” in Hirschegg, Österreich, organisiert. Am Workshop nahmen Kollegen von Universitäten und Forschungseinrichtungen aus Bremen, Erlangen-Nürnberg, Hongkong, Kiel, Kaiserslautern, Oberpfaffenhofen (DLR), und Wien (ftw) teil.
- Die Arbeitsgruppe ICT organisierte die 4. Diskussionsitzung der VDE/ITG-Fachgruppe “Angewandte Informationstheorie” in Kiel.

almanach 04

Leistungselektronik und Elektrische Antriebe

Einführung

Das Jahr 2004 war gekennzeichnet durch eine Konsolidierung des Lehrstuhlteams, durch Fortführung der Lehre und durch Forschungsarbeit auf hohem Niveau. Es arbeiteten jetzt vier wissenschaftliche Mitarbeiter voll am Lehrstuhl, ein fünfter ist in der Startphase. Weitere werden im Jahr 2005 dazukommen. Nach der Ausdehnung der Arbeitsgebiete im Jahr 2003 auf neuartige Stromrichter (Matrixumrichter) und solche für regenerative Energien wurde im Jahr 2004 die Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Diagnose elektrischer Antriebe aufgenommen.

Industrieprojekte wurden wieder in kleinerem Umfang durchgeführt.

Es wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um neue Forschungsgebiete zu identifizieren und zu starten und damit auch das Forschungsteam zu vergrößern. Hervorzuheben ist dabei ein Professorennetzwerk zur Forschung auf dem Gebiet der Leistungselektronik und elektrischen Antriebe, in dem lehrstuhlübergreifende Forschungsmöglichkeiten und ihre Umsetzung diskutiert werden, und das „Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein“, das die Kompetenzen der Fachhochschulen und Universitäten auf diesem Sektor bündelt und Herstellern, Betreibern und Behörden anbietet. Aus diesem Zentrum wird im Jahr 2005 ein EU-gefördertes Verbundforschungsprojekt mit Teilnahme des Lehrstuhls starten.

Veranstaltungen zur Aussendarstellung der Technischen Fakultät wurden wieder aktiv mitgestaltet, mit z.T. beträchtlichem Aufwand.

Ergebnisse

Schaltungen der Leistungselektronik: vergleichende Untersuchung aktiver Netzstromrichter bei Drehstromantrieben (IGBT-U- und IGBT-I-Umrichter). Netzpulsstromrichter mit Spannungseinprägung, die industriell weit verbreitete Variante, oder mit Stromeinprägung sind für viele Anwendungen gleich geeignet. Ziel der Arbeiten ist es, die Vor- und Nachteile in Hinsicht auf Netzurückwirkungen, Verluste und Dimensionierung zu erarbeiten. Die Berechnungen der Verluste aus dem Vorjahr wurden veröffentlicht und im Jahr 2004 vorwiegend die Oberschwingungen der Ströme bei unterschiedlichen Pulsmustern für die Netz- wie auch die Gleichspannungsseite bei dreiphasigen Stromrichtern mit Spannungs- und Stromzwischenkreis (jeweils analytisch und simulativ) intensiv untersucht. Dabei konnte aufgrund von gefundenen Analogien zwischen diesen beiden Schaltungstopologien auf gleiche bzw. ähnliche Berechnungsmethoden zurückgegriffen werden. Messungen haben diese Berechnungen bereits teilweise bestätigt. Mit einer aufzubauenden Ansteuerung für beide Stromrichtertypen mit sämtlichen gängigen Modulationsverfahren sollen die Berechnungen messtechnisch überprüft werden. Die weiteren Arbeiten zielen auf eine Ermittlung und den Vergleich der Bauleistung.

Stromrichter zur Wandlung regenerativer Energie: I-Umrichter für Brennstoffzellen. Für Brennstoffzellen im mittleren Leistungsbereich und damit im Bereich höherer Systemspannungen stellen Umrichter mit eingepprägtem Strom die Alternative zu denen mit eingepprägter Spannung dar, welche die Spannungsanpassung „in situ“ ermöglicht. Im Vorjahr wurde ein entsprechender Umrichter im Labor in Betrieb genommen, die Ergebnisse wurden in diesem Jahr veröffentlicht. Beide Systeme wurden im Jahr 2004 bezüglich ihres Betriebsverhaltens und ihrer optimalen Auslegung sowohl in technischer Hinsicht als auch in Hinsicht auf den Bauaufwand miteinander verglichen. Dabei ergaben sich allerdings Nachteile für den Umrichter mit eingepprägtem Strom. Das Bild zeigt die Schaltung und die erforderliche Auslegung des Stromrichters für die mit höherer Leistungsabgabe niedrigere Zellenspannung. Wird die Spannung $V_{d,max}$ als maximale Gleichspannung am Stromrichter zugelassen, so ist, bei gegebener maximaler Leistung, für einen kleinen Leistungsbereich nur ein kleiner Stack-Strom zu führen (durchgezogene Linie), bei einem mittleren Bereich ein höherer und beim vollen Leistungsbereich ein sehr viel höherer Strom. Dafür ist der Leistungsteil des Stromrichters auszulegen. Dabei wurde die Stackleerlaufspannung für die drei verschiedenen Kurven jeweils geeignet angepasst. Diese Systemeigenschaft wird dem Einsatz des stromeinprägenden Stromrichters an der Brennstoffzelle vermutlich entgegenstehen, da im allgemeinen ein großer Stellbereich gefordert wird. Die Forschungsrichtung wird dieser Erkenntnis angepasst.

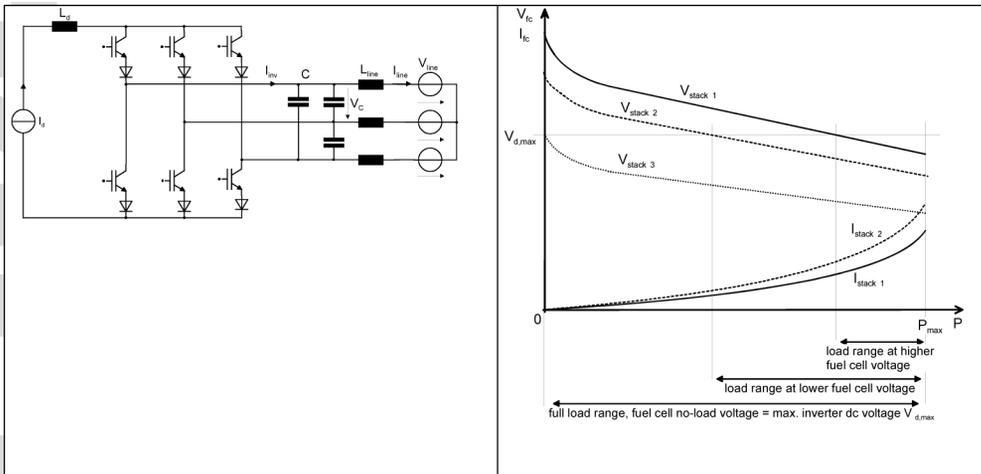


Abb. 1: Netzeinspeisung aus einer Brennstoffzelle; Stromrichterschaltung (CSI), Strom-/Spannungsauslegung

Schaltungen der Leistungselektronik: Matrixumrichter. Als Umrichter ohne wesentliche Energie-Speicherelemente sind Matrixumrichter von Interesse, vorerst aber nur in der Forschung oder für Sonderanwendungen. Nach Untersuchungen mit Hilfe der Simulation seit dem Jahr 2002 wurde die Arbeit am Matrixumrichter auf Schutz- und Regelungskonzepte ausgerichtet. Dazu wurden in 2004 die Simulationen fortgeführt und Untersuchungen zu Schutz- und Regelungskonzepten aufgenommen. Diese wurden anhand der Literatur aufgearbeitet. Gleichzeitig wurde im Rahmen einer Studienarbeit ein erster Laboraufbau eines einphasigen Matrixumrichters erstellt und in Betrieb genommen, der im Rahmen der weiteren Arbeit zu einem kompletten dreiphasigen Aufbau zur Untersuchung der Konzepte erweitert werden soll.

Diagnose von Stromrichtern: Condition Monitoring und Diagnose von Drehstromantrieben. Unter dem Gesichtspunkt der Forderung nach hoher Zuverlässigkeit, dem Bestreben, Folgeschäden durch Fehler zu vermeiden und Fehler und deren Ursachen schnell zu erkennen, hat die Diagnose steigende Bedeutung. Auf diesem neuen Arbeitsgebiet wurden Arbeiten aus dem Vorjahr fortgeführt. Der bisher wenig behandelte, am Lehrstuhl aber intensiv untersuchte Fall des offenen Leistungshalbleiters in einem IGBT-Netzpulsleichrichter wurde weiter aufbereitet und veröffentlicht. Das Bild

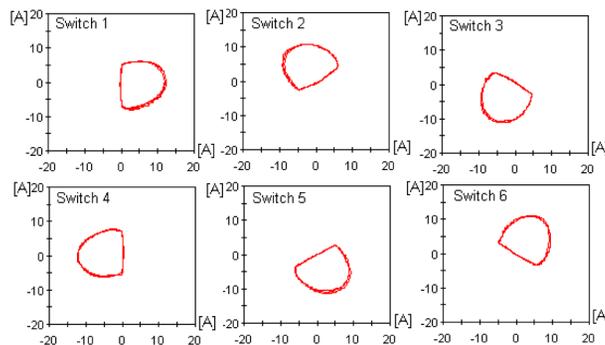


Abb. 2: Charakteristische Trajektorien des Stromes in Raumzeigerdarstellung beim Fehler „offener Transistor“ am spannungseinprägenden Umrichter

zeigt charakteristische Trajektorien des Stromes in Raumzeigerdarstellung, die sich bei diesen Fehlern ergeben und damit schon Hinweise auf die mögliche Detektion geben. Die Arbeiten sollen auf dem Gebiet der Diagnose spezieller Fehlerfälle und dem fehlertoleranten Betrieb am Umrichter-Generator-System mit Asynchronmaschine mit Schleifringläufer, z.B. für Windkraftanlagen, fortgeführt werden.

Drehstromantriebe: Drehzahlgeberlose Feldorientierte Regelung von Asynchronmaschinen. Die Vermeidung

von Drehzahlgebern aus Gründen der Kosten und der Fehlerhäufigkeit ist ein wichtiges Ziel für Industrieantriebe. Als Alternative wird die Drehzahl über Schätzer oder Beobachter ermittelt. In einem Industrieprojekt wurden Eigenschaften der feldorientierten Regelung mit einem derartigen Schätzer ohne Drehzahl- oder Lagegeber untersucht. Die Untersuchung erfolgte über analytischen Zugang und mit Hilfe der numerischen Simulation.

Drehstromantriebe einschließlich Regelung: Systeme mit stromeinprägendem IGBT-Umrichter. Drehstromantriebe mit stromeinprägendem IGBT-Umrichter sind eine Alternative zu industriell weit verbreiteten Stromrichtern mit Spannungseinprägung. In früheren Arbeiten wurden die Regelung (Klönne), die Modulation (Haberberger, Klönne) und der Schutz (Haberberger) untersucht. Die Mechanismen im Fall eines Fehlers im Leistungshalbleiter oder seiner Ansteuerung wurden gegenüber dem Vorjahr noch detaillierter analysiert und ein generelles Schutzkonzept entwickelt. Es kann ein vollständiger Schutz wie beim spannungseinprägenden Umrichter erreicht werden. Neben Veröffentlichungen erfolgte hierzu eine Patentanmeldung. Die Arbeiten sind nahezu abgeschlossen.

Anwendung von Leistungshalbleitern: aktive Gateregelung, Weiterbildung zu Leistungshalbleitern. Durch eine aktive Gatestromregelung kann das Ein- und Ausschalten von IGBT-Leistungstransistoren verbessert werden, indem z.B. geringere Überspannungen auftreten oder kleinere Verlustenergie entsteht. Derartige Schaltungen wurden in der Dissertation Helsper am Lehrstuhl detailliert analysiert. Eine spezielle Ausführung, zweistufige Ansteuerung mit Stromanstiegsregelung, wurde aktuell für den industriellen Einsatz untersucht. Im Haus der Technik in Essen wurde auf diesem Gebiet ein zweitägiges Weiterbildungsseminar „Moderne Leistungshalbleiter“ organisiert und teilweise auch mit durchgeführt.

Drehstromantriebe: Regelung von Umrichter-Generatorsystemen in Windkraftanlagen. Die Arbeiten konnten aufgrund von Krankheit nicht intensiv weitergeführt werden.

Präsentation von Technik: Fahrradkraftwerk Das Fahrradkraftwerk des Lehrstuhls wurde im Jahr 2004 im Rahmen von Schulveranstaltungen und anderer Präsentationstage zum Jahr der Technik häufig eingesetzt. Das Fahrrad funktioniert in der

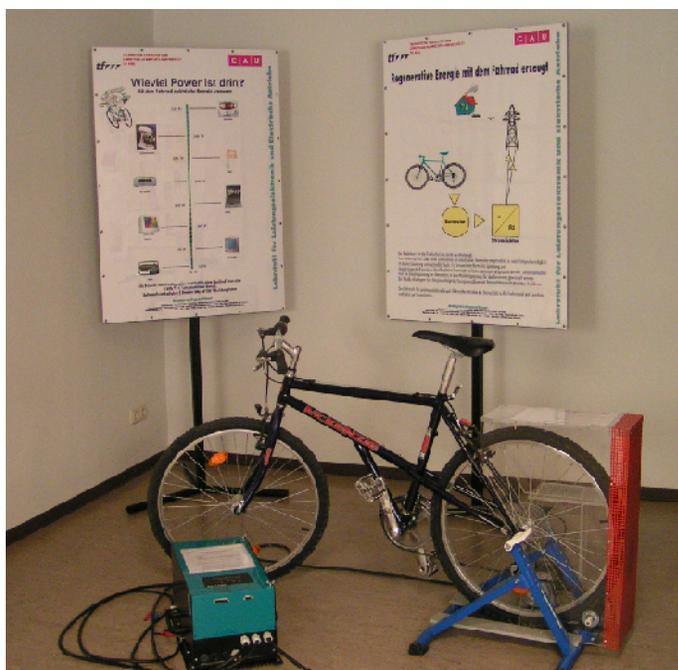


Abb. 3: Fahrradkraftwerk

Weise, dass beim Treten des aufgebockten Fahrrades ein Elektromotor angetrieben wird. Dessen Leistung wird über einen Umrichter auf Netzspannungsniveau gebracht und in das Elektrizitätsnetz eingespeist. Das Fahrrad ist ein Spass machendes und zu Diskussionen anregendes Beispiel für Technik.

Leiter: Prof. Dr.-Ing. F.W. Fuchs; Sekretariat: Petra Bekendorf
 Technisches Personal: B. Doneit

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) M. Bierhoff	01.01.-31.12.2004	CAU
Vergleich Netzstromrichter mit Spannungs- und Stromeinprägung		
Dipl.-Ing. J. Boll	01.04.-31.12.2004	CAU
Matrix-Umrichter		
Dipl.-Ing. M. Mohr	01.04.-31.12.2004	CAU
Umrichter für die Regenerative Energie		
Dipl.-Ing. K. Rothenhagen	01.02.-31.12.2004	CAU/Industrie
Diagnose/Sensorlose Regelung		


Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

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

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

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

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

Sommer 2004

Einführung in die Elektrische Energietechnik, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
 F.W. Fuchs (+ J. Boll, M. Mohr, K. Rothenhagen)

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

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

Praktikum Leistungselektronik, 4 Std. Praktikum/Woche,
 F.W. Fuchs (+ M. Mohr, M. Bierhoff, J. Boll, K. Rothenhagen)

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

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

Winter 2004/2005

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

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

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

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

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

Drittmittel

Jungheinrich AG, Entwicklung, *Regelungstechnische Untersuchungen*, 01.09.2004-31.01.2005 (25000 EUR)
Alstom Power Conversion GmbH, Entwicklung, *Patentarbeit*, 01.01.-31.12.2004 (4000 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

- Mitarbeit im „Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein“ von 20 Professoren von Fachhochschulen und Universitäten. Ziel ist die Bündelung der Kompetenz der Hochschulen als Angebot an Windenergieanlagenhersteller, -betreiber, -zertifizierungseinrichtungen, Energieversorger, öffentliche Einrichtungen und Verwaltung und andere.
- Beantragung eines Verbundforschungsprojekts „Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein“ zusammen mit 10 Professoren von Fachhochschulen und Universitäten. Ziel ist der Aufbau von Verbindungen zwischen Hochschulen und der Windenergiebranche zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, zur Entwicklung von Ausbildungs- und Qualifizierungsangeboten, zur Entwicklung von Beratungsdienstleistungen, zur Initiierung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten und zur Entwicklung von Produkten.
- Mitarbeit in einem Netzwerk Leistungselektronik, Forschung der Universitäten Aachen, Bremen, Chemnitz, Darmstadt, Siegen, Wuppertal zur Diskussion und Umsetzung neuer Forschungsarbeiten.
- Regelmäßige gemeinsame wissenschaftliche Kolloquien der Leistungselektronik-Lehrstühle der Universitäten Bremen, Magdeburg, Hannover und Kiel.

Diplom- und Master-Arbeiten

- S. Pischke, *Untersuchung der Netzrückwirkungen von dreiphasigen Netzpulsstromrichtern mit Strom- und Spannungszwischenkreis*, 17.06.2004
- A. Knop, *Aufbau und Inbetriebnahme eines einphasigen Matrixumrichters*, 23.08.2004
- M. Wiersbinski, *Untersuchung und Simulation von optimierten Pulsweiten-Modulationsverfahren zur Verlustleistungsreduktion bei dreiphasigen Strom- und Spannungszwischenkreis-Umrichtern*, 25.08.2004
- M. Wiersbinski, *Aufbau und Programmierung einer allgemeinen Ansteuerinheit zur Realisierung unterschiedlicher PWM-Verfahren für Strom- und Spannungszwischenkreisumrichter*, 22.05.2005

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- F.W. Fuchs, *DC Link and Dynamic Performance Features of PWM IGBT Current Source Converter Induction Machine Drives with Respect to Industrial Requirements.*, IPEMC 2004, 4. International Power Electronics and Motion Control Conference, Xi'an, China; Proceedings on CD, (2004)
- M. Bierhoff, F.W. Fuchs, *Semiconductor Losses in Voltage Source and Current Source IGBT Converters Based on Analytical Derivation*, PESC 2004, 35th Power Electronics Specialists Conference, Aachen, Germany; Proceedings on CD, (2004)
- K. Rothenhagen, F.W. Fuchs, *Performance of Diagnosis Methods for IGBT Open Circuit Faults in Voltage Source Rectifiers*, PESC 2004, 35th Power Electronics Specialists Conference, Aachen, Germany; Proceedings on CD, (2004)
- M. Haberberger, F.W. Fuchs, *Novel Protection Strategy for Current Interruption in IGBT Current Source Inverters*, PESC 2004, 35th Power Electronics Specialists Conference, Aachen, Germany; Proceedings on CD, (2004)
- M. Mohr, F. W. Fuchs, *Dimensioning of a Current Source Inverter for the Feed-in of Electrical Energy from Fuel Cells to the Mains*, NORPIE 2004, Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics, Trondheim, Norway; Proceedings on CD, (2004)
- M. Mohr, F. W. Fuchs, *Wechselrichter mit eingepprägtem Strom zur Netzeinspeisung elektrischer Energie aus Brennstoffzellen*, 11. Symposium Maritime Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik, Ilmenau, Germany; Proceedings on CD, (2004)
- M. Haberberger, F. W. Fuchs, *Protection Strategies for IGBT Current Source Inverters*, 11. International Power Electronics and Motion Control Conference, Riga, Latvia; Proceedings on CD, (2004)
- F. W. Fuchs, *Einsatz von modernen Leistungshalbleitern*, Seminar, Haus der Technik, Essen, Deutschland; Seminarordner, (2004)

Patent-Anmeldungen

Markus Haberberger, Friedrich Fuchs, *Umrichter*, Deutsches Patentamt München, 18.06.2004, 102004029901.3

Präsentationen

F. W. Fuchs, *Teilvorträge zu Einsatz von modernen Leistungshalbleitern*, Seminar Haus der Technik, Essen, 03.11.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Gremienarbeit (Prof. Fuchs)

- Leiter Prüfungsausschuss Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik und Informationstechnik
- Prodekan der Technischen Fakultät (bis 07/04)
- Obmann und deutscher Sprecher in internationalen Gremien des Normungskomitees Leistungselektronik (K331) der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE)
- Gutachter, Session Chair, z.T. Topic Chair (PESC-, EPE-, IECON-Konferenzen, IEEE Transactions on Power Electronics)

Infrastruktur

- Umstellung der eigenentwickelten Umrichter auf Ansteuerung mit Informationsübertragung über Lichtleiter
- GPIB-Bussystem für Messgeräte-Verbindung zum Server
- Einrichtung eines weiteren Antriebsprüfstandes.

Beiträge zur Aussendarstellung der Technischen Fakultät

- girls day (CAU, Informatik; Energiefahrrad, Vortrag zum Studium)
- Tage der Technik (Gymnasium Wellingdorf, Gymnasium Gettorf; Energiefahrrad)

- Tag der offenen Tür ISIT Itzehoe (Energiefahrrad)
- Berufsinformationsbörsen (IHK (3 Gymnasien), Hans-Geiger Gymnasium (4 Gymnasien); Vorträge bzw. Informationsgespräche)
- go for hightech (Industriemesse Hannover; geführte Schülerfahrt)
- Schüler AG Technik (Schülerversuche im Labor des Lehrstuhls)
- Solartage im Sophienhof (Vortrag; Stand der TF)

almanach 04

Nachrichten- und Übertragungstechnik

Forschungsschwerpunkte:

- Optische Nachrichtenübertragung (Messtechnik, Prototypen-Evaluierung, Simulation von hochbitratigen Übertragungssystemen, optische Verstärker für WDM, 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

Kanalentzerrung

In diesem Themenbereich werden Ansätze zur Entzerrung des optischen Übertragungskanals sowohl im optischen Bereich als auch im elektrischen Bereich nach der optisch/elektrischen Wandlung im Empfänger behandelt.

Für die Kanalentzerrung in der Weitverkehrsübertragung wurden optische Filter, vor allem in Transversalstruktur, behandelt. Dabei können die Filterkoeffizienten über Beeinflussung von Koppelverhältnissen durch Thermoelemente eingestellt und die Entzerrung adaptiv an veränderliche Kanaleigenschaften angepasst werden. Es wurden verschiedene Adaptionskriterien untersucht. Als besonders leistungsfähig erweisen sich hier Adaptionsverfahren, die den Intersymbolinterferenzfehler minimieren. Damit sind dann auch Kanalverzerrungen unabhängig von der physikalischen Ursache des Degradationseffektes möglich, wie zum Beispiel die Entzerrung von chromatische Dispersion, von Polarisationsmodendispersion und von Selbstphasenmodulation. Die Untersuchungen werden in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner durchgeführt.

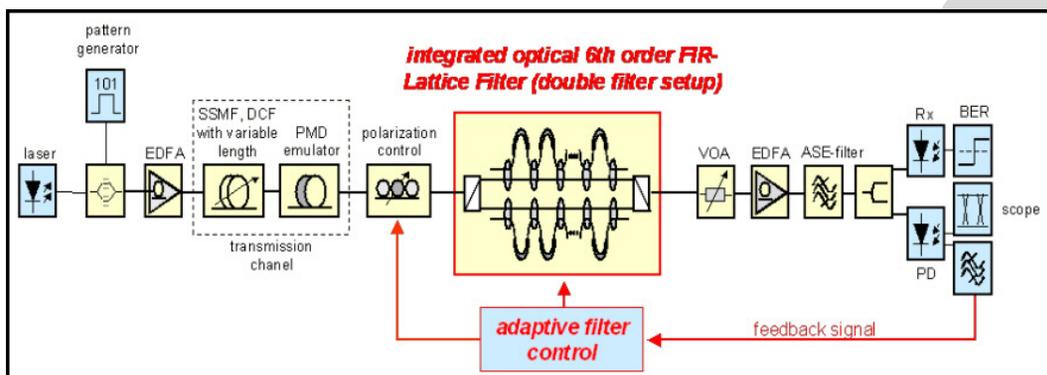


Abb. 1: FIR-Lattice Filter

Ein anderer Anwendungsbereich für Entzerrer ist die optische Kurzstreckenübertragung über Multimode-Glasfasern, z.B. bei der Rechnernetzung mit dem Ethernet-Standard. Auch hier werden heute Datenraten von 10 Gb/s und mehr angestrebt. Die Eigenschaften der Multimodefaser erlauben dabei Übertragungreichweiten von wenigen 10-Metern. Zur Reichweitensteigerung werden am Lehrstuhl elektrische Entzerrerstrukturen entwickelt und untersucht. Dabei erweist sich die Nichtlinearität des Modulations- und Detektionsprozesse als Herausforderung an den Entzerrerentwurf. Entsprechend wurden nichtlineare Entzerrerstrukturen mit hoher Leistungsfähigkeit entwickelt und im Simulationsmodell getestet.

Recirculating Loop

Als Ergänzung der Messmöglichkeiten im Labor „Optische Nachrichtentechnik“ wurde ein sogenannter „recirculating loop“ aufgebaut. Dabei handelt es sich um eine ringförmige Anordnung einer Glasfaserstrecke mit optischen Verstärkern und ggf.

Komponenten zur Dispersionskompensation. Der Ring wird mit einem optischen Signal bestückt, welches dann den Ring mehrfach durchläuft, so dass damit auch sehr lange Übertragungsstrecken (z.B. 5000 km) emuliert werden können, ohne dass entsprechende Glasfaserkabel vorgehalten werden müssen.

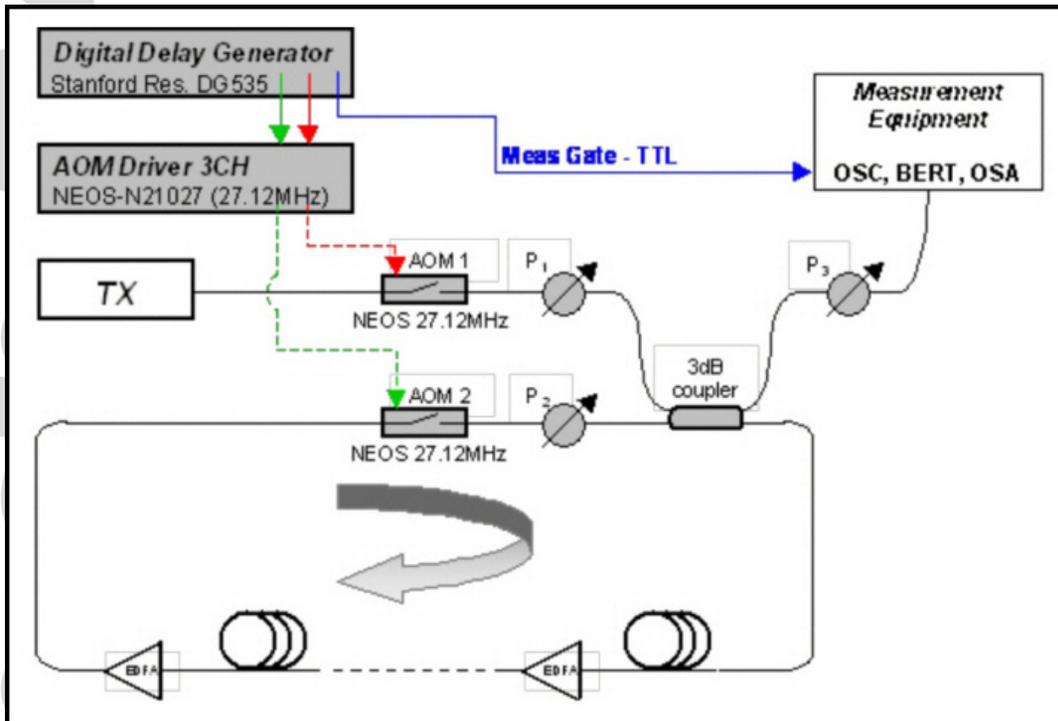


Abb. 2: Recirculating Loop

Simulationswerkzeug

Das am Lehrstuhl entwickelte modulare Simulationswerkzeug zur Systemsimulation von (optischen) Übertragungssystemen wurde weiterentwickelt. Insbesondere sind jetzt durch effiziente Algorithmen Simulationen von sehr seltenen Fehlerereignissen (Zum Beispiel Bitfehlerwahrscheinlichkeiten von 10^{-9}) möglich.

Weiterhin wurde der nichtlineare Einfluß der stimulierten Raman Streuung (SRS) in die Simulation aufgenommen. Die Relevanz der Stimulierten Raman Streuung (SRS) als nichtlinearer elastischer Streuprozess auf der optischen Faser basiert auf der Tatsache, dass die SRS, im Gegensatz zur Kreuzphasenmodulation (XPM) und Vierwellenmischung (FWM), bei sehr großen Gesamtbandbreiten signifikanten Einfluss auf die Signaldegradation besitzt. Es konnte anhand von Simulationen gezeigt werden, dass die Aufweitung des '1'-Levels - basierend auf dem SRS-Energietransfer im WDM System von Kanälen mit hohen Trägerfrequenzen zu Kanälen mit niedrigen Trägerfrequenzen - bei Verwendung des RZ-DPSK Modulationsformates nahezu komplett unterdrückt werden kann.

40Gb/s-Übertragungsexperimente

Die messtechnische Ausstattung des Labors „Optische Nachrichtentechnik“ des Lehrstuhls wurde ergänzt, so dass jetzt auch Untersuchungen bei der extrem hohen Datenrate von 40Gb/s möglich sind. Hierzu wurden elektronische Multiplexer und Demultiplexer, sowie weitere optische und elektronische Komponenten für diese Datenrate angeschafft. Die Investition im 6-stelligen EUR-Bereich wurde aus Drittmitteln finanziert. Damit behält der Lehrstuhl seine im universitären Bereich in Deutschland führende Position bei den messtechnischen Untersuchungsmöglichkeiten und eine äußerst wichtige Basis für weitere Industriekooperationen und Veröffentlichungen bleibt gegeben.

Kohärente optische Empfänger

Kohärente optische Empfänger haben im Vergleich zu Direktempfängern eine verbesserte Empfängerempfindlichkeit. Auch können Fasereffekte im Elektrischen durch konventionelle Elektronik entzerrt und Kanäle in WDM-Systemen durch elektrische Filter selektiert werden. Allerdings ist der Aufbau solcher Empfänger sehr komplex. Ebenso sind die Anforderungen an die notwendigen Laser sehr hoch. Die Untersuchungen richten sich im Besonderen darauf, in wie weit der Gewinn durch kohärenten Empfang den hohen Aufwand und die dadurch entstehenden Kosten rechtfertigt.

Modulationsverfahren

Der Trend in Weitverkehrsnetzen geht hin zu einer hohen optisch-transparenten Länge sowie zur Steigerung der Kapazität bei einer möglichst kosteneffizienten Umsetzung des Systems.

Eine Möglichkeit dieses Ziel zu erreichen, besteht in der Verwendung von alternativen Modulationsformaten. Diese müssen eine hohe Rauschfestigkeit, eine gute Interferenzfestigkeit gegenüber linearen und nichtlinearen Signalverzerrungen aufweisen sowie eine hohe Spektraleffizienz in WDM-Systemen ermöglichen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden zwei- und vierstufig differentiell phasenetastete Signale (engl. DPSK und DQPSK), die aus der klassischen Nachrichtenübertragung bekannt sind, auf ihren Einsatz in faseroptischen Weitverkehrssystemen hin untersucht. Dabei werden Konzepte vorgeschlagen und messtechnisch verifiziert, die eine weitestgehende Kompatibilität zur herkömmlichen Intensitätsmodulation erlauben.

Außerdem wird gezeigt, dass die DPSK und DQPSK Modulationsformate in fast allen Fällen eine höhere Robustheit gegenüber den vielfältigen Verzerrungen, die bei der faseroptischen Übertragung auftreten können, aufweisen. Vergleiche werden nicht nur zur herkömmlichen Intensitätsmodulation sondern auch zu anderen vielversprechenden alternativen Modulationsformen wie z.B. Duobinärmodulation, Einseitenbandmodulation und verschiedenen Mehrstufenformaten durchgeführt.

Für die Implementierung in konkreten Systemen ist bei der differentiellen Phasenmodulation eine Vorcodierung nötig, die insbesondere bei DQPSK und den geforderten hohen Datenraten aufwendig ist. Diese Schlüsselkomponente wurde am Lehrstuhl entwickelt und erstmals bei 10Gb/s Datenrate aufgebaut und erfolgreich eingesetzt.

Weiterhin wird die Kombination von DQPSK mit Polarizationsmultiplex und eine bandbegrenzte DQPSK-Übertragung vorgeschlagen, um die Kapazität weiter zu steigern.

Die Arbeiten sind stark experimentell betont und werden von einem Industriepartner unterstützt.

Personal

Leiter: Prof. Dr. W. Rosenkranz; Sekretariat: P. Usinger

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. M. Ajgaonkar	19.05.2003-28.04.2004	Industrie
Dipl.-Ing. M. Bohn	01.05.2000-30.04.2004	Industrie
M.Sc. P. Faraj	01.07.2002-31.12.2004	BMBF
Dipl.-Ing. C. Hebebrand	01.11.2003-31.12.2004	Industrie
Dipl.-Ing. J. Leibrich	01.11.1998-31.10.2004	CAU
Dipl.-Ing. S. Schöllmann	01.12.2003-31.12.2004	CAU
Dipl.-Ing. M. Serbay	01.08.2003-31.12.2004	CAU

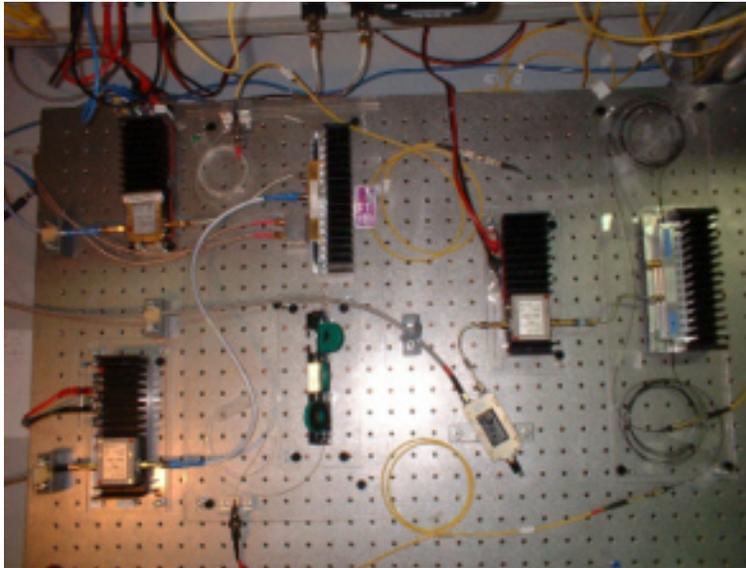


Abb. 3: Meßaufbau

M.Sc. A. Szkotnicki	01.05.2002-31.07.2004	(50%)	DFG
Dipl.-Ing. C. Wree	01.03.2000-31.03.2004		CAU
M.Sc. C. Xia	01.09.2002-31.12.2004	(50%)	DFG

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

W. Rosenkranz

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

W. Rosenkranz (+ J. Leibrich, S. Schöllmann)

Nachrichtenübertragung II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

W. Rosenkranz (+ M. Serbay)

Optische Kommunikationstechnik, 72 Std. Exkursion/Woche,

W. Rosenkranz

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

W. Rosenkranz (+ C. Wree)

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,

W. Rosenkranz (+ P. Faraj)

Praktikum Nachrichten- und Informationstechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,

W. Rosenkranz

Seminar über ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik, 3 Std. Seminar/Woche,

W. Rosenkranz

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

Sommer 2004

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 (+ M. Serbay)

Optical Communicatons, 2 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ P. Faraj)

Optische Kommunikationstechnik I (Grundlagen und Komponenten), 2 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ P. Faraj)

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

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

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

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

Signale und Systeme, 2 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ C. Hebebrand)

Winter 2004/2005

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

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

Optische Kommunikationstechnik II (Hochgeschwindigkeitssysteme und Netze), 2 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ P. Faraj,)

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

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

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

Communications Lab, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Rosenkranz (+ P. Faraj)

Digital Communications, 3 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ S. Schöllmann)

High-Speed Systems and Networks, 2 Std. Vorlesung/Woche,
W. Rosenkranz (+ P. Faraj)

Drittmittel

Industrie, Implementierung einer optischen DPSK-Übertragung bei 10 - 43 Gb/s, *Forschung*, 18.03.-31.12.2004 (20880 EUR)

Diplom- und Master-Arbeiten

Ziqin Huang, *Minimum-Shift Keying als alternatives Modulationsformat in der faser-optischen Übertragung*, 07.07.2004
Thierry Noudui, *Untersuchungen neuartiger Entzerrungsmethoden für optische Kommunikationsnetze*, 23.06.2004

Dissertationen

Florian David, *Neue Verfahren zur Phasensynchronisation in kohärent-optischen PSK-Homodynsystemen*, 25.06.2004
Maïke Wichers, *Leitungskodierung in hochbitratigen optischen Übertragungssystemen*, 16.02.2004
Christoph Wree, *Differential Phase-Shift Keying for Long-Haul Fiber Optic Transmission Based on Direct Detection*, 06.07.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- C. Wree, M. Serbay, J. Leibrich, W. Rosenkranz, *Offset-DQPSK Modulation Format for 40Gb/s and Comparison to RZ-DQPSK in WDM environment*, (2004)
- S. Schöllmann, J. Leibrich, C. Wree, W. Rosenkranz, *Impact of SRS-induced crosstalk for different modulation formats in WDM systems*, (2004)
- M. Ajgaonkar, T. Wuth, C. Wree, C. Xia, W. Rosenkranz, *Experimental and numerical investigation of the effect of second order PMD on the differential PSK*, (2004)
- M. Bohn, W. Rosenkranz, F. Horst, B.J. Offrein, G.L. Bona, P. Krummrich, *Experimental verification of combined adaptive PMD and GVD compensation in a 40Gb/s transmission using integrated optical FIR-filters and spectrum monitoring*, (2004)
- W. Rosenkranz, *Optical and Electrical Equalizers for Various Optical Channels*, (2004)
- M. Bohn, W. Rosenkranz, P. Krummrich, *Adaptive integrated optical FIR-filters for automatic compensation of fiber channel impairments*, (2004)
- W. Rosenkranz, *Innovative Modulation Techniques for Future Optical Networks*, (2004)
- M. Bohn, W. Rosenkranz, P. Krummrich, *Adaptive distortion compensation with integrated optical finite impulse response filters in high bitrate optical communication systems*, (2004)
- M. Serbay, C. Wree, W. Rosenkranz, *Kostengünstige Realisierung einer robusten Übertragung mit dem DQPSK-Modulationsformat einschließlich Vordcodierung*, (2004)
- M. Serbay, C. Wree, J. Leibrich, *Ein kostengünstiger DQPSK Senderaufbau und erste Vergleiche mit etablierten Senderaufbauten bezüglich ihrer Toleranz gegenüber Fasereffekten*, (2004)
- M. Bohn, W. Rosenkranz, P. Krummrich, *Tutorial - Entzerrung des optischen Übertragungskanal mit adaptiven optischen FIR-Filtern*, (2004)
- M. Serbay, C. Wree, W. Rosenkranz, *Comparison of six different RZ-DQPSK transmitter set-ups regarding their tolerance towards fibre impairments in 8x40Gb/s WDM-systems*, (2004)

- C. Xia, M. Ajgaonkar, W. Rosenkranz, *Nonlinear Electrical Equalization in MMF Links for 10-Gigabit Ethernet*, (2004)
- C. Xia, M. Ajgaonkar, *Optical Compensation of Differential Mode Delay in MMF Links for 10-Gigabit Ethernet*, (2004)
- M. Serbay, C. Wree, W. Rosenkranz, *Implementation of differential precoder for high-speed optical DQPSK transmission*, (2004)
- M. Bohn, W. Rosenkranz, F. Horst, B.J. Offrein, G.L. Bona, P. Krummrich, *Integrated optical FIR-Filters for adaptive equalization of fiber channel impairments at 40Gb/s*, (2004)
- C. Xia, M. Ajgaonkar, W. Rosenkranz, *Combination of Optical and Electrical Compensation of Differential Mode Delay in MMF Links for 10-Gigabit Ethernet*, (2004)
- W. Rosenkranz, *Robust Multi-Level Phase Shift Modulation in High-speed WDM Transmission*, (2004)

Patent-Anmeldungen

- M. Serbay, C. Wree, *Elektrische Vorcodierung für das Optische DQPSK-Modulationsformat*, Siemens, 13.02.2004, 2003E15871 DE
- M. Ajgaonkar, *A Novel Receiver for the DPSK NRZ*, Siemens, 30.04.2004, GR 2004E14358 DE

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Chunmin Xia: APOC 2004, Best Student Paper Award for his paper „Combination of Optical and Electrical Compensation of Differential Mode Delay in MMF Links for 10-Gigabit Ethernet“, presented at APOC 2004, Nov. 2004 Beijing, China, by Chunmin Xia

Mitgliedschaften: W. Rosenkranz: Mitglied im Fachausschuss 5.1 der ITG im VDE: „Informations und Systemtheorie“ W. Rosenkranz: Mitarbeiter im Normungsausschuss 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE W. Rosenkranz: Mitglied im Programmkomitee: „4th International ITG Conference on Source and Channel Coding (SCC)“ W. Rosenkranz: Mitglied im Programmkomitee: „International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)“ W. Rosenkranz: Mitglied im Programmkomitee: „Asia-Pacific Conference on Optical and Wireless Communications (APOC)“

almanach 04

Netzwerk- und Systemtheorie

Der Lehrstuhl besteht seit Oktober 1993. Zu Beginn des Jahres 2004 waren neben dem Leiter und einer Sekretärin sowie einem für die gesamte Technik verantwortlichen Ingenieur (auch zuständig für die Arbeitsgruppe „Informations- und Codierungstheorie“ (AG-ICT) von Prof. Höher) fünf wissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt, davon drei auf Landesstellen. Hinzu kamen zwei Gastwissenschaftler, die jeweils ca. eine Woche mit uns arbeiteten. Tatkräftige Hilfe kam wiederum von wissenschaftlichen Hilfskräften - insbesondere bei der Erstellung von Skripten.

Von abgeschlossenen Dissertationen kann im Jahre 2004 nicht berichtet werden: Nachdem 2003 drei Arbeiten fertig wurden, ist erst 2005 wieder mit (mehreren) Abschlüssen zu rechnen.

Besonders zu erwähnen ist,

- daß der Leiter des LNS (dieses Mal ohne Forschungs-Semester) im Herbst 2004 zu einem erneuten Arbeitsaufenthalt nach Vaasa in Finnland reisen und ein weiteres Buchkapitel zusammen mit Dr. Norbert Görtz, einem früheren wissenschaftlichen Mitarbeiter, schreiben konnte;
- daß Dr. Görtz nach je drei Jahren Arbeit in Kiel und an der TU München seine Habilitation zum Thema „Gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung“ (Gutachter Prof. J. Hagenauer, Prof. U. Heute) erfolgreich abschließen konnte und im Herbst 2004 als „Lecturer“ an die Universität Edinburgh berufen wurde;
- daß ein weiterer langjähriger Mitarbeiter, Dr. Jörg Kliewer, auf der Grundlage eines Forschungspreises der Universität Southampton im Sommer für 10 Monate nach England ging;
- dass Prof. Heute anlässlich der EUSIPCO'04 in Wien den „Group Technical Achievement Award“ der European Association for Signal, Speech, and Image Processing (EURASIP) entgegennahm für die langjährige erfolgreiche Arbeit des Lehrstuhls, insbesondere auf dem Gebiet der digitalen Sprachsignal-Verarbeitung.

Ergebnisse

Erneut konnten zahlreiche Erkenntnisse der LNS-Arbeit für Publikationen aufbereitet werden. Das geschah auf den Gebieten

* **Gemeinsame Aspekte der Quellen- und Kanalcodierung** : Der Stand der Technik bei der Kompression von Telefonsprache mit mittleren bis niedrigen Raten (16...4...kbit/sec) zusammen mit dem daran angepassten Fehlerschutz für die Übertragung in stark gestörten Kanälen (wie etwa beim Mobilfunk) wurde von Prof. Heute zusammen mit Dr. Görtz im Rahmen eines Kapitels für das „*Handbook of Signal Processing in Acoustics*“ dargestellt; es soll im Jahre 2005 von der „Acoustical Society of America“ (ASA) herausgegeben werden und im Springer-Verlag erscheinen. Die Herren Kliewer und Thobaben setzten ihre erfolgreiche Arbeit zu diesem Themenkreis mit dem Schwerpunkt „Codes variabler Länge“ fort und publizierten zwei Beiträge in IEEE-Zeitschriften und sieben in internationalen Tagungsbänden (darunter mehrere in schöner Kooperation mit der AG-ICT / Prof. Höher und mit Prof. Mertins / Univ. Oldenburg).

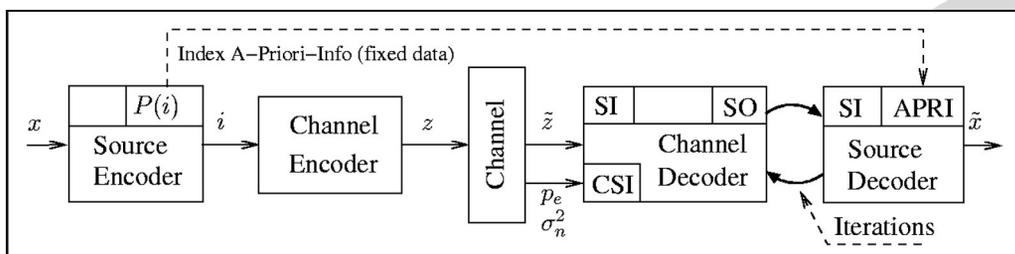


Abb. 1: Sprachübertragung mit Quellen- und Kanalcodierung sowie iterativem Informationsaustausch bei der Decodierung

* **Sprachsignal-Verarbeitung** : Ein Teil der Resultate einer Ende 2003 abgeschlossenen Dissertation zum Thema

„Sprechercharakterisierung“ wurde durch Prof. Heute auf einer internationalen Tagung präsentiert. Erste Ergebnisse der Fortführung einer anderen Dissertation zum Thema „Qualitätsüberwachung von Telefonnetzen“ konnte Dipl.-Ing. Kirstin Scholz auf einer Tagung in Kalifornien vorstellen; sie wurde anschließend an die University of California in Santa Barbara eingeladen, um dort über unsere Gesamthematik „Sprachqualitätsmessung“ vorzutragen.

* **Sprachverbesserung** : Prof. Heute berichtete über den Stand des Wissens bei Geräuschreduktionstechniken für Sprachsignale zum einen anlässlich der „Night of the Profs“ in Kiel, zum anderen im Rahmen eines umfangreicheren Seminars an der Universität Vaasa. Hieran knüpft seit März 2004 ein neues Forschungsprojekt zur Verbesserung von Breitbandsprache an.

* **Teilband-Signalverarbeitung** : Weitere Resultate der bereits langjährigen Zusammenarbeit zwischen Prof. Heute und Prof. Hossen (SQU Oman) wurden in einem Zeitschriftenartikel und einem Beitrag zu einer internationalen Tagung veröffentlicht.

* **Filterbanksysteme** : Auf dem „klassischen“ LNS-Gebiet „Frequenzanalyse und Frequenzsynthese“ mit digitalen Transformationen und darauf aufbauenden (Polyphasen-) Filterbänken wurden Fragen der Koeffizienten-Quantisierung untersucht. Hieran arbeitete Herr Rusc mit einem DFG-Stipendium im Rahmen des Graduiertenkollegs „Effiziente Algorithmen und Mehrskalensysteme“ (GEAM; dazu Industriemittel und seit November 2004 Landesmittel); er konnte darüber in zwei Beiträgen auf einer internationalen Tagung berichten.



Abb. 2: Techniktage im Sophienhof: Beim Aufbau des TF-Standes

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. U. Heute; Sekretariat: A. Kruse (50%)
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. T. Rabsch (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

M.Sc. D. Janardhanan Sprachverbesserung	15.03.2004-14.03.2006	(50%)	Grad.-F.
Dipl.-Ing. Malte Kautza Jahr der Technik	01.01.-31.07.2004	(50%)	ISH
Dr.-Ing. J. Kliewer DSV f. Kommunikationstechnik	06.12.1993-05.12.2005		CAU
Dipl.-Ing. T. Rusc Effiz. Algorithmen	01.11.2004-31.03.2005	(50%)	DFG
Dipl.-Ing. K. Scholz Sprachqualitäts-Messung	01.06.2002-31.05.2007		CAU
Dipl.-Ing. R. Thobaben Quellen- u. Kanalcodierung	01.10.2001-30.09.2006		CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Systemtheorie, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
U. Heute (+ R. Thobaben)

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 (+ U. Heute)

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

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

Communications Lab I, 4 Std. Praktikum/Woche,
U. Heute (+ T. Rusc)

Advanced Topics Lab', 4 Std. Praktikum/Woche,
U. Heute (+ K. Scholz, R. Thobaben)

Sommer 2004

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

Wavelets, Filterbänke & ihre Anwendungen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
J. Kliewer (+ J. Kliewer)

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

Systemtheorie, 4 Std. Praktikum/Woche,
U. Heute (+ T. Rusc)

Winter 2004/2005

Systemtheorie, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
U. Heute (+ R. Thobaben)

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 (+ U. Heute)

Advanced Digital Signal Processing, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
S. Badri-Höher (+ D. Janardhanan)

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

Communications Lab I, 4 Std. Praktikum/Woche,
U. Heute (+ T. Rusc)

Advanced Topics Lab', 4 Std. Praktikum/Woche,
U. Heute (+ K. Scholz, R. Thobaben)

Drittmittel

ISH, *Jahr der Technik*, 15.04.2004-31.01.2005 (14015 EUR)

Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, *Neue Konzepte für die Passiv-Sonar-Signalverarbeitung*,
01.01.-31.12.2004 (87472 EUR)

Ulrich Heute, *Spende*, 23.11.2004 (3700 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Weiterhin wissenschaftlich intensiv zusammengearbeitet wurde mit der Forschungsanstalt für Wasserschall und Geophysik (FWG) im Rahmen eines Forschungsprojektes, aus dem ein Mitarbeiter finanziert wird. Darüber hinaus bereitet ein FWG-Mitarbeiter eine Dissertation zur Frage vor, welche Datenmengen theoretisch über akustische Unterwasser-Kanäle zu übermitteln sind. Hier bestehen engste Kontakte zur AG-ICT / Prof. Höher.

Erneut vertieft wurde die Kooperation mit dem Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der CAU: Die LNS-Projekte „Schule und Wissenschaft“ und „Jahr der Technik“ (mit jeweils Drittmitteln u.a. für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter) waren eng verbunden mit dem IPN-Projekt „PRONAT“, das sich mit „außerschulischen Lernorten“ befaßt. Eine Abschlusskonferenz zu PRONAT wurde im Oktober in den Räumen der TF durchgeführt.

Zum „Jahr der Technik 2004“ wurden - organisiert durch den Lehrstuhl und finanziert durch die Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH) - zahlreiche Veranstaltungen, vor allem in Schulen, durchgeführt. Ein größeres Ereignis war der Auftritt am Rande eines Tanker-Stapellaufs bei der Lindenau-Werft. Den Schlusspunkt bildete eine große Präsentation „Tage der Technik“ im Kieler Einkaufszentrum Sophienhof: Mit sechs „arbeitenden“ Exponaten und ca. 25 Postern präsentierte sich die TF. Sie sorgte zusammen mit der Echolot-Ausstellung des Leibniz-Instituts IfM-Geomar, der FWG, der FH Kiel und dem Maritimen Verbund Kiel (mit vier sehr attraktiven Schiffsmodellen aus der HDW und der Lindenau-Werft!) drei Tage lang auf ca. 400 qm Fläche für grossen Publikumszuspruch; er wurde weiter angeregt wurde durch „Phänomenta“-Exponate aus Flensburg, die weitgehend durch den Sophienhof finanziert wurden.

Diplom- und Master-Arbeiten

Ramasamy Kannan, *Bit-Interleaved Source-Channel Coded Modulation*, 05.11.2004

Halil Özer, *Prädiktion von Schlaf-EKGs*, 14.12.2004

Taras Pasechnics, *Speaker Separation for Speaker Recognition*, 16.12.2004

Orhan Tugrul, *Realization and Investigation of the ETSI-Standard AMR- and AMR-Wideband Speech-Coding System*, 20.12.2004

Nicolas Bretzke, *Multiple-Description Coding mit trelliscodierter Quantisierung*, 23.12.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

L. Leutelt, U. Heute, *Analysis of Inter- and Intraspeaker-Variations for Voice Conversion.*, BIOSIGNAL, 30 - 32 (2004)

A. Hossen, U. Heute, *Parametric Modelling of Decomposed Subbands: Resolution Improvement and Applications for Narrow-Band Signals.*, Signal Processing, 84, 2195 - 2206 (2004)

J. Kliewer, A. Mertins, *Soft-input reconstruction of binary transmitted quantized overcomplete expansions*, IEEE Signal Processing Letters, 11, 899 - 903 (2004)

J. Kliewer, A. Mertins, *Error-resilient transmission of waveform signals using overcomplete expansions and soft-input source decoding.*, Proceed. EUSIPCO 04/Vienna, Austria, 1745 - 1748 (2004)

R. Thobaben, J. Kliewer, *Robust Transmission of Variable-Length Encoded Markov Sources Using Rate-1 Channel Coding and Efficient Iterative Source-Channel Decoding*, Proceed. EUSIPCO 04/Vienna, Austria, 881 - 884 (2004)

J. Kliewer, *On the Performance of parallel concatenated joint source-channel coding with variable-length codes*, Proceed. ISIT 04/Chicago, USA, 395 (2004)

R Thobaben, I. Land, *Blind quality estimation for corrupted source signals based on a-posteriori probabilities.*, Proceed. ISIT 04/Chicago, USA, 304 (2004)

J. Kliewer, N. Görtz, *On iterative source-channel image decoding with Markov random field source models.*, Proceed. ICASSP 04/Montreal, Canada, 661 - 664 (2004)

J. Kliewer, N. Görtz, *Iterative source-channel decoding for error-resilient image transmission using a Markov random field.*, Proceed. SCC 04/Erlangen, Germany, 305 - 310 (2004)

T. Rusc, U. Heute, *Nearly-Perfect-Reconstruction Filter Banks with Critical Sampling: Achievable Quality with Quantized Coefficients.*, Proceed. UkrObraz 04/Kiew, Ukraine, 237 - 240 (2004)

T. Rusc, U. Heute, *Comparison of Design Methods for Near-Perfect-Reconstruction Filter Banks with Critical Sampling.*, Proceed. UkrObraz 04/Kiew, Ukraine, 233 - 236 (2004)

K. Scholz, L. Leutelt, *Speech-Codec Detection by Spectral Harmonic-Plus-Noise Decomposition*, Proceed. Asilomar Conf. On Signals, Systems, and Computers 04/Asilomar, USA, 2295 - 2299 (2004)

Präsentationen

U. Heute, *Noise Reduction for Speech Signals: An Overview*, Seminar (ERASMUS), Vaasa, Finnland, 20.09.2004

U. Heute, *Beim Telefonieren ist der Motor lästig*, Night of the Prof's, CAU, Kiel, D, 14.05.2004

U. Heute, *Quantisierung - ein altes Problem der digitalen Signalverarbeitung.*, Kolloquium, Universität Bremen, Bremen, D, 29.10.2004

K. Scholz, *Instrumental Assessment of Telephone-Speech Quality*, Kolloquium Universität Santa Barbara, Santa Barbara, USA, 12.11.2004

U. Heute, *Streitgespräch mit dem Kühlschrank - Maschinen sprechen und hören*, Schleswig-Holsteinische Universitäts-Gesellschaft, Schwarzenbek, D/SH, 10.12.2004

J. Kliewer, *Joint Source-Channel Decoding for Reliable Transmission of Multimedia Signals*, FTW, Wien, Österreich, 06.02.2004

J. Kliewer, *Joint Source-Channel Coding Approaches for Robust Source Transmission*, University of Notre Dame, Indiana, USA, 06.07.2004

J. Kliewer, *Joint Source-Channel Coding Approaches for Robust Transmission*, University of Southampton, Southampton, U.K., 20.07.2004

U. Heute, *Unser täglich Telefon - was bringt UMTS außer Eichels 100 Milliarden?*, Lust auf Technik - Isarnho-Schule Gettorf, Gettorf, D/SH, 31.08.2004

U. Heute, *Unser täglich Telefon - was bringt UMTS außer Eichels 100 Milliarden?*, Tag der Technik und Naturwissenschaften, IGS Toni Jensen, Dietrichsdorf, D/SH, 28.04.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Mitgliedschaft U. Heute in folgenden Gremien:

- * Wiss. Beirat der Technologiestiftung Schleswig-Holstein
- * Redaktion der Universitätszeitschrift „Christiana Albertina“ der CAU
- * Ausschuß für gute wissenschaftliche Praxis der CAU
- * Advisory Committee der European Association for Signal, Speech, and Image Processing (EURASIP), Leitung
- * Editorial Board „SIGNAL PROCESSING“
- * Editorial Board „Journal of Applied Signal Processing“
- * Programmausschuss der „European Signal-Processing Conference“ (EUSIPCO'04), Wien
- * Programmausschuss der „Int. Conference on Spoken-Language Processing“ (ICSLP'04), Korea
- * Programmausschuss der „Int. Conference for Biological Signal Processing“ (BIOSIGNAL'04), Brno
- * Fachausschuss „Sprachakustik“ der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE
- * Fachgruppe „Algorithmen der Signalverarbeitung“ der ITG im VDE

Numerische Feldberechnung

Die Arbeiten in der Arbeitsgruppe umfassen die analytische und numerische Berechnung elektromagnetischer Felder und ihre Anwendung auf technisch relevante Problemstellungen. Im Bereich der Forschung geht es dabei um die Entwicklung und Verbesserung von numerischen Verfahren zur Feldberechnung (Finite Differenzen, Finite Elemente, Integralgleichungsverfahren). Schwerpunktmäßig werden Hybridverfahren betrachtet, die aus geeigneten Kombinationen verschiedener numerischer sowie ggf. analytischer Verfahren (mit zueinander komplementären Eigenschaften) entstehen. Daneben wird der Einsatz numerischer Verfahren sowie der Multipolanalyse bei der Lösung sogenannter kanonischer Probleme untersucht. In der Lehre werden die Grundlagen der wichtigsten numerischen Methoden zur Feldberechnung vermittelt. In direktem inhaltlichen Zusammenhang damit werden zusätzlich Lehrveranstaltungen über Mathematische Methoden in der Feldtheorie 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 lineare 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 Kugel (Mie'sche Lösung) unter anderem die Streuung am ideal leitenden Kegel zu nennen.

Die ausgezeichneten mathematischen Eigenschaften der Multipolanalyse werden im DFG-geförderten Forschungsprojekt für Zwecke der Darstellung und Weiterverarbeitung von numerisch bestimmten Feldern gewinnbringend eingesetzt. Bei einer Nahfeld-Fernfeld Transformation im Zeitbereich im Rahmen der FDTD- (Finite-Difference Time-Domain) Methode werden üblicherweise zunächst unter Anwendung des Äquivalenzprinzips die Quellen durch Ersatzströme, welche auf einer geschlossenen, die tatsächlichen Quellen vollständig umschließenden Oberfläche lokalisiert sind, ersetzt (vgl. Bild 1). 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 wurde. Daneben ermöglicht die Multipolentwicklung des Fernfeldes eine nachträgliche Verbesserung der numerisch erzielten Resultate durch Anwendung einer Raumfrequenz-Tiefpassfilterung. Diese vielversprechende Multipolschnittstelle für numerische Feldberechnungsverfahren soll weiter untersucht und ausgebaut werden.

b) Mehrgitterverfahren bei Wellenausbreitungsproblemen

Seit Dezember 2001 wird innerhalb des DFG-Graduiertenkollegs 357 „Effiziente Algorithmen und Mehrskalmethoden“ ein Forschungsvorhaben durchgeführt, bei dem das strukturierte, teils dicht, teils dünn besetzte Gleichungssystem, welches bei einer hybriden Finite-Elemente und Randelementeformulierung entsteht, unter Verwendung eines dafür geeigneten Mehrgitterverfahrens effizient gelöst werden soll. Zur Anwendung kommen soll der Algorithmus bei der Untersuchung der niederfrequenten elektromagnetischen Beeinflussung von biologischem Gewebe. Aufgrund der bei niedrigen Frequenzen relativ kleinen Wellenzahl ($k < 1$) lassen sich die bei der numerischen Lösung der Helmholtzgleichung mit Mehrgitterverfahren bekannten Konvergenzschwierigkeiten hier überwinden. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des Graduiertenkollegs in Abstimmung zwischen den Ingenieurwissenschaften und der Mathematik durchgeführt.

c) Numerische und analytische Untersuchungen zu Schirmung und Schirmdämpfung

Abschirmungen bilden eine die wichtigsten Maßnahmen zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten und Anlagen. Form und Anordnung der Schirme richten sich nach den mechanischen Erfordernissen und nach

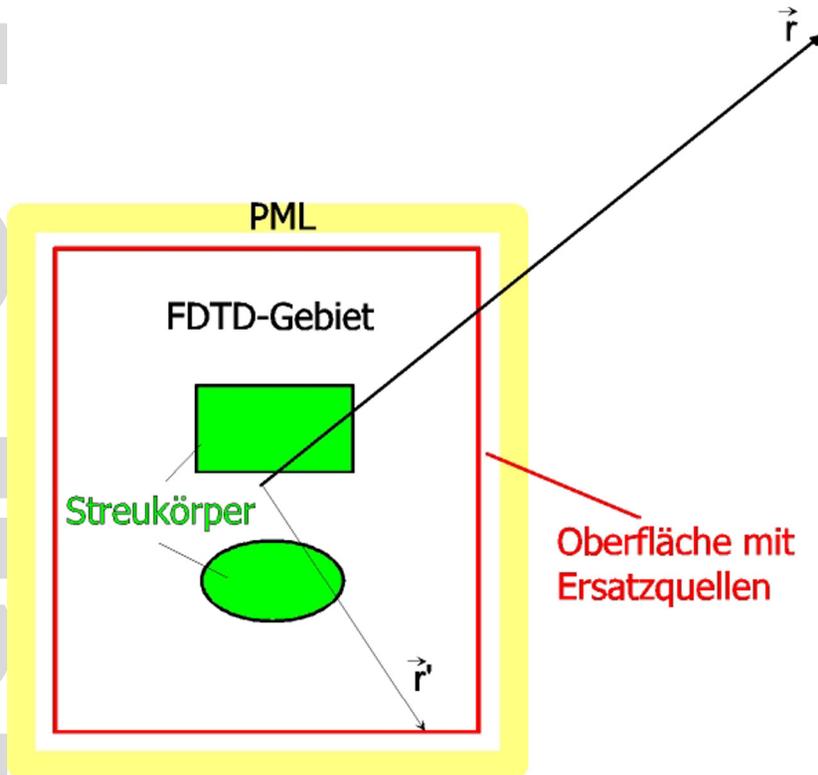


Abb. 1: Geometrie für die Nahfeld-Fernfeld-Transformation bei der FDTD-Methode

dem betroffenen Frequenzbereich der mutmaßlichen Störgrößen. Zur quantitativen Kennzeichnung der Wirksamkeit eines Schirmes bei niederfrequenten Störungen wurde die elektrische bzw. die magnetische Schirmdämpfung definiert. Im Hochfrequenzfall und bei gepulsten (transienten) Störungen ist dieses Maß jedoch nicht bzw. nur bedingt geeignet. In dem Forschungsvorhaben werden neue in der Arbeitsgruppe entwickelte für die letztgenannten Problemstellungen geeignete Definitionen anhand von konkreten Schirmstrukturen durch Simulation und Experiment auf ihre Anwendbarkeit untersucht.

d) Mehrgitterverfahren für die Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Methode

Vor allem aufgrund ihrer Flexibilität und leichten Handhabbarkeit hat sich in den letzten Jahren die Methode der finiten Differenzen zur expliziten Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im Zeitschrittverfahren durchgesetzt. Diese Methode kann auch als iteratives Lösungsverfahren interpretiert werden, wobei allerdings jeder einzelne Iterationsschritt (= Zeitschritt) eine physikalisch sinnvolle Lösung liefert. In dem von der chinesischen Regierung geförderten Forschungsvorhaben ist der effiziente Einsatz dieser FDTD-Methode zur Lösung von zeitharmonischen Randwertproblemen untersucht worden: Ähnlich zu gewöhnlichen Mehrgitterverfahren wird dabei das FDTD-Gitter immer weiter verfeinert, wobei der auf jeder Stufe eingeschwungene Zustand nach einer Prolongation auf dem nächstfeineren Gitter einen optimalen Startwert liefert. Anwendung finden kann das Verfahren u.a. bei der effizienten genauen Berechnung hochresonanter Strukturen.

e) Multipolanalyse von Diffraktionskoeffizienten

Die Geometrische Optik findet Anwendung bei der Behandlung von Streuproblemen mit elektrisch großen Objekten, d.h. bei Objekten, deren Abmessungen ein Vielfaches der Wellenlänge beträgt. Weisen diese Objekte geometrische Singularitäten wie Kanten oder Spitzen auf, sind also die Krümmungsradien lokal sehr klein, gilt dort die geometrische Optik nicht, sie muss dort 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. Die Diffraktionskoeffizienten werden dabei aus sogenannten 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 gelungen, Diffraktionskoeffizienten aus einer Lösung für den Sektor zu gewinnen. Dazu wurde eine Reihendarstellung des Feldes in elliptischen Kegelkoordinaten mit Hilfe von Reihentransformationen numerisch ausgewertet. Anwendung finden können die Untersuchungen z.B. zur genaueren Berechnung des an Flughafeneinrichtungen gestreuten Feldes der Antennen, die das Instrumentenlandesystem ermöglichen.

Personal

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

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Math. J. Adam Nahfeld-Fernfeld-Transformation	01.01.-31.12.2004	DFG
M. Sc. S. Gheorghe Mehrgitterverfahren für den Helmholtzoperator	01.01.-31.12.2004	DFG
Dipl.-Ing. C. Möller Schirmungsanalyse	01.01.-31.12.2004	CAU
B. Sc. X. Wu Mehrgitterverfahren für FDTD	01.01.-01.09.2004	Chin. Regierung

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

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

Sommer 2004

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 (+ S. Gheorghe)

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

Winter 2004/2005

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

Seminar Feldtheorie, 1 Std. Seminar/Woche,

L. Klinkenbusch

Numerische Feldberechnung, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

L. Klinkenbusch (+ C. Möller)

▶ Drittmittel

DFG (KL 815/7-1), Projekt 'Multipolschnittstelle', J. Adam, 01.04.-31.12.2004 (0 EUR)

DFG Graduiertenkolleg, Projekt 'Mehrgitterverfahren für den Helmholtzoperator', S. Gheorghie, 01.01.-30.11.2004 (0 EUR)

Chinesische Regierung, Projekt 'Mehrgitterverfahren für FDTD', X. Wu, 01.01.-30.08.2004 (0 EUR)

▶ Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

1. Prof. Dr. H. Chaloupka, Bergische Universität Wuppertal, Thema: 'Multipolantennen'

2. Prof. Dr. R. Sikora, Technische Universität Szczecin (Stettin), Thema: 'Zerstörungsfreie Methoden der Werkstoffprüfung',
+ ERASMUS - Partnerschaft

3. Prof. Dr. E. Cardelli, Universität Perugia, ERASMUS-Partnerschaft

▶ Diplom- und Master-Arbeiten

Annika Dochhan, *Entwicklung eines Finite-Differenzen Programms zur Simulation des elektrischen Strömungsfeldes in einer Leitfähigkeitsmesszelle*, 04.10.2004

Stefan Schenke, *Numerische Untersuchung zur Prospektion von archäologischen Fundstücken in Sandschichten*, 30.10.2004

▶ Dissertationen

Michael Zellerhoff, *Numerische Analyse der elektromagnetischen Kopplung zwischen einer GTEM-Zelle und einem Prüfobjekt*, 08.04.2004

▶ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

L. Klinkenbusch, *Recent Applications of Multipole Expansions in Computational Electromagnetics*, Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2002, Berlin: Springer-Verlag, 309 - 313 (2004)

C.-C. Oetting, L. Klinkenbusch, *Improved Spherical-Multipole Based Time-Domain Near-to-Far-Field Transformation.*, Proc. of the 2004 URSI International Symposium on Electromagnetic Theory, 1248 - 1250 (2004)

S. Gheorghie, L. Klinkenbusch, *Multigrid Formulation for the Helmholtz Operator with Open Boundaries.*, Proc. of the 2004 URSI International Symposium on Electromagnetic Theory, 933 - 935 (2004)

L. Klinkenbusch, *Scattering by a Half Plane: A New Modal Approach*, Proc. of the 2004 URSI International Symposium on Electromagnetic Theory, 123 - 125 (2004)

L. Klinkenbusch, *A New Multipole Approach for Scattering Problems*, Proc. of the 2004 IEEE Antennas and Propagation International Symposium and URSI North American Radio Science Meeting,, 4180 - 4183 (2004)

▶ Präsentationen

L. Klinkenbusch, *Schirmung und Schirmdämpfung bei transienten Feldern (Eingeladener Übersichtsvortrag)*,

Kleinheubacher Tagung, Miltenberg, 01.10.2004

L. Klinkenbusch, *Multipolentwicklungen in der Elektrodynamik*, Eingeladener Vortrag an der TH Darmstadt, Darmstadt, 07.06.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Preise und Auszeichnungen

'2004 U.R.S.I. International Electromagnetics Prize' (dotiert mit 10.000 US\$) für die Arbeit 'Electromagnetic Scattering by a Plane Angular Sector' an L. Klinkenbusch,

'Young Scientist Award' im Rahmen des 2004 U.R.S.I. International Symposium on Electromagnetic Theory, Pisa, an C.-C. Oetting.

almanach 04

Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik

Personal

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

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. G. Beck	01.04.-31.12.2004	CAU
Datenstrukturen und Algorithmen für die Schaltungssimulation		
Dipl.-Ing. E. Hamidovic	01.01.-31.12.2004	CAU
Numerische Simulation eingeschwungener Zustände		
Dipl.-Ing. M. Nordhausen	01.03.-31.12.2004	CAU
Numerische Simulation eingeschwungener Zustände		

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Grundgebiete der Elektrotechnik I, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ H.K. Dirks, T. Naeve, J. Dannehl)

Grundgebiete der Elektrotechnik III, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ E. Hamidovic)

Einführung in die numerische Simulation elektronischer Schaltungen, 3 Std. Vorlesung/Woche,
H.K. Dirks

Sommer 2004

Grundgebiete der Elektrotechnik II, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ H.K. Dirks, T. Naeve, G. Beck, O. Brandt)

Schaltungssimulation, 4 Std. Praktikum/Woche,
H.K. Dirks (+ E. Hamidovic)

Winter 2004/2005

Grundgebiete der Elektrotechnik I, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ H.K. Dirks, T. Naeve, G. Beck, O. Brandt)

Grundgebiete der Elektrotechnik III, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.K. Dirks (+ H.K. Dirks, E. Hamidovic)

Einführung in die numerische Simulation elektrischer Schaltungen, 3 Std. Vorlesung/Woche,
H.K. Dirks

Schaltungssimulation, 4 Std. Praktikum/Woche,
H.K. Dirks (+ E. Hamidovic, G. Beck)

erschienen im Jahre 2004

Martin Fischer, Heinz. K. Dirks, *Multigranular Parallel Algorithms for Solving Linear Equations in VLSI Circuit Simulation*,
IEEE TRANS. ON CAD, VOL. 23, 5, 728 - 736 (2004)

almanach

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 fuer Multicast-Netzwerke, die kombinatorische und analytische Diskrepanztheorie und Aspekte der kombinatorischen Spieltheorie.

Ergebnisse

Die Forschungsarbeiten konzentrierten sich auf den Entwurf von Algorithmen in der Kombinatorischen Optimierung und ihre Anwendung u.a. in der Medizin. Die Themen sind:

- a) Färbung von Hypergraphen und kombinatorische Diskrepanztheorie
- b) Geometrische Diskrepanztheorie
- c) Routingalgorithmen für Multicastnetzwerke und Netzwerkdesign
- d) Schedulingalgorithmen und mehrdimensionale Packungsprobleme
- e) Multikriterielle Optimierung

In 2004 wurden vier Diplomarbeiten, vier Dissertationen, fünf Postdoc-Projekte bearbeitet.

Personal

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. N. Ahuja	01.09.1999-31.03.2004		DFG/CAU
Efficient Derandomization and Parallelization			
Dr. A. Baltz	01.01.2001-31.08.2005		DFG
Entwurf effizienter Architekturen und Algorithmen für Multicast-ATM-Netzwerke			
Dr. B. Doerr	01.04.2001-31.12.2005		CAU
Kombinatorische Diskrepanztheorie			
Dr. M. Gnewuch	01.10.2002-31.03.2005		CAU/DFG
Diskrepanztheorie und Fourier-Analysis			
Dipl.-Math. R. Hakenjos	01.10.2003-31.03.2005	(50%)	DFG
Geometrische Diskrepanztheorie und hochdimensionale Integration			
Dipl.-Math. N. Hebbinghaus	01.05.2002-31.03.2005	(50%)	DFG
Diskrepanzen und lineare Codes			

Dr. G. Jäger	01.10.2002-31.03.2004	DFG
Partitionsprobleme in Netzwerken		
Dipl.-Math. L. Kliemann	01.05.2003-31.12.2005	Stipendium
Routing in Netzwerken		
Dipl.-Math S. Werth	01.05.2002-31.03.2005 (50%)	DFG
Multikriterielle Optimierung		

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Kombinatorische Optimierung I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Doerr (+ L. Kliemann)

Oberseminar Diskrete Mathematik, 3 Std. Seminar/Woche,
B. Doerr

Sommer 2004

Kombinatorische Optimierung - Approximation und Randomisierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
A. Srivastav (+ L. Kliemann)

Proseminar Diskrete Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
A. Srivastav

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

Winter 2004/2005

Kombinatorische Optimierung - Optimalität und Polynomialität, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Doerr (+ L. Kliemann)

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

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

Drittmittel

DFG, *Graduiertenkolleg 'Effiziente Algorithmen und Mehrskalmethoden'*, 01.01.-31.12.2004 (53000 EUR)

DFG, *Postdoc-Projekt 'Entwurf effizienter Architekturen und Algorithmen für Multicast-ATM-Netzwerke'*,
01.09.2001-31.08.2005 (262854 EUR)

DFG, *Postdoc-Projekt 'Struktur und Algorithmik kombinatorischer Diskrepanzen'*, 01.04.2003-31.03.2005 (134460 EUR)

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

N. Ahuja, A. Baltz, B. Doerr, A. Srivastav, *Coloring Graphs to Minimize Load*, Electronic Notes in Discrete Mathematics,
17C, 9 - 13 (2004)

- A. Baltz, A. Srivastav, *Fast Approximation of Minimum Multicast Congestion - Implementation versus Theory*, *RAIRO Operations Research*, **38**, 319 - 344 (2004)
- B. Doerr, *Linear discrepancy of totally unimodular matrices*, *Combinatorica*, **24**, 117 - 125 (2004)
- B. Doerr, *The hereditary discrepancy is nearly independent of the numbers of colors*, *Proceedings of the AMS*, **132**, 1905 - 1912 (2004)
- B. Doerr, *European tenure games*, *Theoretical Computer Science*, **313**, 339 - 351 (2004)
- B. Doerr, *Nonindependent randomized rounding and application to digital halftoning*, *SIAM Journal on Computing*, **34**, 299 - 317 (2004)
- B. Doerr, *Typical rounding problems*, *Theoretical Computer Science*, **312**, 463 - 477 (2004)
- B. Doerr, *Matrix rounding and approximation*, *Proceedings of the 15th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA)*, 575 - 576 (2004)
- B. Doerr, *Global roundings of sequences*, *Information Processing Letters*, **92**, 113 - 116 (2004)
- B. Doerr, N. Hebbinghaus, S. Werth, *An improved discrepancy approach to declustering*, L. Liberti, F. Maffioli (Eds.), *Proceedings of CTW*, **17C**, 114 - 118 (2004)
- B. Doerr, N. Hebbinghaus, S. Werth, *Improved bounds and schemes for the declustering problem*, *Lecture Notes in Computer Science*, **3153**, 760 - 771 (2004)
- B. Doerr, A. Srivastav, P. Wehr, *Discrepancy of Cartesian products of arithmetic progressions*, *Electronic Journal of Combinatorics*, **11-52**, (2004)
- M. Gnewuch, *Spectral multipliers for sub-Laplacians on amenable Lie groups with exponential volume growth*, *Mathematische Zeitschrift*, **246**, 69 - 83 (2004)
- N. Hebbinghaus, *Discrepancy of Sums of Arithmetic Progressions*, L. Liberti, F. Maffioli (Eds.), *Proceedings of CTW*, **17C**, 165 - 169 (2004)
- G. Jäger, A. Srivastav, *Improved Approximation Algorithms for Maximum Graph Partitioning Problems.*, 24th Conference on FSTTCS, 348 - 359 (2004)
- G. Jäger, *A new algorithm for computing the Smith normal form and its implementation on parallel machines.*, 6th Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computation Models, IPDPS, IEEE CS Press (CD-ROM), (2004)

Präsentationen

- A. Baltz, *Coloring graphs to minimize load*, Cologne Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW), Menaggio, Italien, 31.05.2004
- A. Baltz, L. Kliemann, *Spectral Analysis*, GI-Dagstuhl-Seminar Netzwerkanalyse, Dagstuhl, Deutschland, 12.04.2004
- A. Baltz, H. Fohlin, *Divide and Conquer Martingales and the Number of Triangles in a Random Graph*, Dagstuhl Event 04363: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 29.08.2004
- B. Doerr, *Matrix Rounding and Approximation*, 15th Symposium on Discrete Algorithms (SODA), New Orleans, USA, 10.01.2004
- B. Doerr, *Multi-Color Discrepancies*, Oberwolfach-Seminar: Discrepancy and its Applications, Oberwolfach, Deutschland, 07.03.2004
- B. Doerr, *Dependent Randomized Rounding*, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York, USA, 19.03.2004
- B. Doerr, *The linear discrepancy of 2×2 boxes is less than $3/2$* , Courant Institute of Mathematical Sciences, New York, USA, 01.04.2004
- B. Doerr, *New Results on the Declustering Problem*, Seminar on Theoretical Computer Science, New Jersey Institute of Technology, Newark (NJ), USA, 28.04.2004
- B. Doerr, *Dependent Randomized Rounding*, Dagstuhl-Workshop Nr. 04363: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 29.08.2004
- B. Doerr, *Dependent Randomized Rounding —Create and exploit dependencies!*, Forschungsaufenthalt an der AMU, Posen, Polen, 30.09.2004

- B. Doerr, *Dependent Randomized Rounding*, Joint Indian-German Workshop on Algorithms and Complexity, Bangalore, Indien, 08.10.2004
- B. Doerr, *Combinatorial Discrepancies*, Kiel-Göteborg Workshop on Probability and Combinatorics, Kiel, Deutschland, 12.11.2004
- M. Gnewuch, *Bounds for Geometric Discrepancies and Delta-Covers*, Oberwolfachtagung Discrepancy Theory and Its Applications, Oberwolfach, Deutschland, 07.03.2004
- M. Gnewuch, *Geometrische Diskrepanzen und Delta-Überdeckungen*, Oberseminar Theoretische Numerik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena, Deutschland, 26.05.2004
- M. Gnewuch, *Probabilistic Methods in Discrepancy Theory*, Dagstuhl-Workshop Nr. 04363: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 29.08.2004
- R. Hakenjos, *Concentration of Polynomials and its Applications*, Dagstuhl Workshop: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 31.08.2004
- N. Hebbinghaus, *Discrepancy and Declustering*, Oberwolfachtagung Discrepancy Theory and Its Applications, Oberwolfach, Deutschland, 07.03.2004
- N. Hebbinghaus, *Discrepancy of Sums of Arithmetic Progressions*, Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW), Menaggio, Italien, 01.06.2004
- N. Hebbinghaus, *Two Quick Number Theoretical Applications for the Probabilistic Method*, Dagstuhl Workshop: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 29.08.2004
- N. Hebbinghaus, *Improved Bounds and Schemes for the Declustering Problem*, Charles University Prague, Prag, Tschechien, 18.10.2004
- G. Jäger, *Optimale Sortieralgorithmen*, Eingeladener Vortrag, Martin-Luther-Universität Halle, Halle, Deutschland, 28.06.2004
- G. Jäger, *Optimale Sortieralgorithmen*, Eingeladener Vortrag, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland, 06.07.2004
- L. Kliemann, *Mixed Strategies in a Non-Cooperative Routing Game*, Dagstuhl Event 04363: Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 29.08.2004
- S. Werth, *An Improved Discrepancy Approach to Declustering*, Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization (CTW), Menaggio, Italien, 02.06.2004
- S. Werth, *Improved Bounds and Schemes for the Declustering Problem*, Conference Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS), Prag, Tschechien, 26.08.2004
- S. Werth, *Probability Theory of Euclidean Optimization Problems*, Dagstuhl-Seminar on Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 01.09.2004
- S. Werth, *The multidepot TSP problem: probabilistic analysis and efficient heuristic*, Kiel-Göteborg Workshop on Probability and Combinatorics, Kiel, Deutschland, 12.11.2004
- A. Srivastav, *Efficient Construction of Non-Blocking Networks*, Seminarvortrag Mathematical Statistic Institute, Chalmers Universität, Göteborg, Schweden, 17.02.2004
- A. Srivastav, *Tight Discrepancy of Hyperplanes in Finite Vector Spaces*, Oberwolfachtagung Discrepancy Theory and its Applications, Oberwolfach, Deutschland, 07.03.2004
- A. Srivastav, *Constructions of Sparse Asymmetric Connectors with Number Theoretic Methods*, Dagstuhlseminar Robust and Approximative Algorithms on Particular Graph Classes, Dagstuhl, Deutschland, 23.05.2004
- A. Srivastav, *Multicast Routing and Games*, Kolloquium des DFG-Schwerpunktes Große und komplexe Netzwerke, Karlsruhe, Deutschland, 23.07.2004
- A. Srivastav, *Introduction to Martingale Inequalities*, Dagstuhl Workshop Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure, Dagstuhl, Deutschland, 01.09.2004
- A. Srivastav, *Geometric discrepancy in high dimensional integration*, Abschlussworkshop EU-Projekt APPOL II, University of Athens, Athen, Griechenland, 01.10.2004
- A. Srivastav, *Bicriteria graph partitioning*, Dept. of Computer Science, University Evry, Paris, Frankreich, 25.10.2004

A. Srivastav, *Improved approximation algorithms for maximum graph partitioning problem*, Conference Foundation of Software Technology and Theoretical Computer Science, Chennai, Indien, 15.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Benjamin Doerr besuchte von Mitte März bis Mitte Juni auf Einladung von Prof. Joel Spencer das Courant-Institut in New York.

Nils Hebbinghaus war vom 20. September bis zum 20. Oktober Gast von Prof. Jiří Matoušek an der Karls-Universität Prag.

Prof. Srivastav besuchte im Rahmen des Forschungssemesters WS 2003/2004 vom 15. Januar bis zum 05. März 2004 das Mathematical Statistics Institute der Chalmers University, Göteborg.

Organisation von Tagungen und Workshops (A. Srivastav)

Workshop "Discrepancy Theory and its Applications", 07.03.-13.03.2004, Oberwolfach.

Dagstuhl Workshop "Analysis of Combinatorial Algorithms and Concentration of Measure", 29.08.-03.09.2004, Dagstuhl.

Baltic IV: Kiel-Göteborg Workshop on Probability and Combinatorics, 12.11.-13.11.2004, Kiel.

almanach 04

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 MR-Tomographen, 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* .

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. An der Christian-Albrechts-Universität wurde der Lehrstuhl für Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme 2001 erstmalig besetzt.

Ergebnisse

Laufende Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die modellbasierte Entwicklung eingebetteter Echtzeitsysteme. Ein Schwerpunkt dabei ist die Codesynthese, in welcher aus einem funktionalem Modell des System-under-Development (SUD) sowie möglicherweise auch seiner Umgebung automatisch Code für das SUD erzeugt werden soll. Eine für die modellbasierte Entwicklung von Echtzeitsystemen besonders geeignete Basis sind synchrone Sprachen, wie zum Beispiel Esterel, welche eine gesonderte Betrachtung des reaktiven Verhaltens und des zeitlichen Verhaltens erlauben. Eine Problematik, welche am Lehrstuhl untersucht wird, ist die Synthese von Code für synchrone Programme, in welchen zyklische Abhängigkeiten bestehen. Hierfür wurde ein Ansatz entwickelt, um solche zyklischen Programme in semantisch äquivalente, azyklische Programme zu übersetzen. Ein weiterer Schwerpunkt ist der 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 begonnen Projektes DECOS (Dependable Embedded Components and Systems) des sechsten EU-Rahmenprogramms untersucht.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt, welcher auf die Unterstützung des modellbasierten Entwurfs an sich abzielt, ist die Entwicklung intelligenter Modelleditoren, welche vorgegebene Entwurfsrichtlinien automatisch überprüfen und beim graphischen Layout unterstützen. Im Gegensatz zu den typischerweise textuellen Programmiersprachen sind Modellierungssprachen häufig graphisch; graphische Systemmodelle sind erfahrungsgemäß schnell zu erfassen, aber mit den gängigen Editoren mühsam zu erstellen. Insbesondere wenn Modelle komplexer werden oder bestehende Modelle modifiziert werden sollen, ist der Entwickler zunehmend mit reiner Eingabe- und Layout-Tätigkeit beschäftigt, soll der Vorteil der Lesbarkeit nicht gänzlich verloren gehen. Die Definition von gut lesbaren „graphischen Normalformen“ für Systemmodelle und deren automatisierte Umsetzung für gegebene Modelle verspricht hier für die Entwicklung realer, komplexer Systeme einen erheblichen Gewinn an Entwicklungszeit und Qualität. Am Lehrstuhl werden hierfür entsprechende Verfahren entwickelt, und mit Hilfe des Simulationswerkzeuges KIEL (Kiel Integrated Environment for Layout) validiert, welches durch Layoutautomatisierung und weitere Anpassungsmöglichkeiten den modellbasierten Entwurf komplexer Systeme unterstützt.

Personal

Leiter: Prof. Dr. R. von Hanxleden; Sekretariat: R. G. Rosenfeld (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Phys. I. Cembrowski (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. J. Lukoschus

01.01.-31.12.2004

CAU

Modellierung Reaktiver Systeme



Abb. 1: S. Höhrmann demonstriert Prof. Röck eine auf Lego-Mindstorms basierende Roboterpositionierung (Techniktage, Sophienhof)

Dipl.-Inf. S. Prochnow Graphische Systemmodellierung	01.01.-31.12.2004	CAU
Dipl.-Phys. A. Stengel Organisation und Architekturen von Rechnern	01.01.-31.12.2004	CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Echtzeitsysteme I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ R. von Hanxleden)

Modellbahnpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
J. Lukoschus (+ S. Prochnow)

Modellbasierter Systementwurf, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus)

Oberseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden

Vorkurs Informatik, 2 Std. Vorkurs/Woche,
R. von Hanxleden (+ A. Stengel)

Sommer 2004

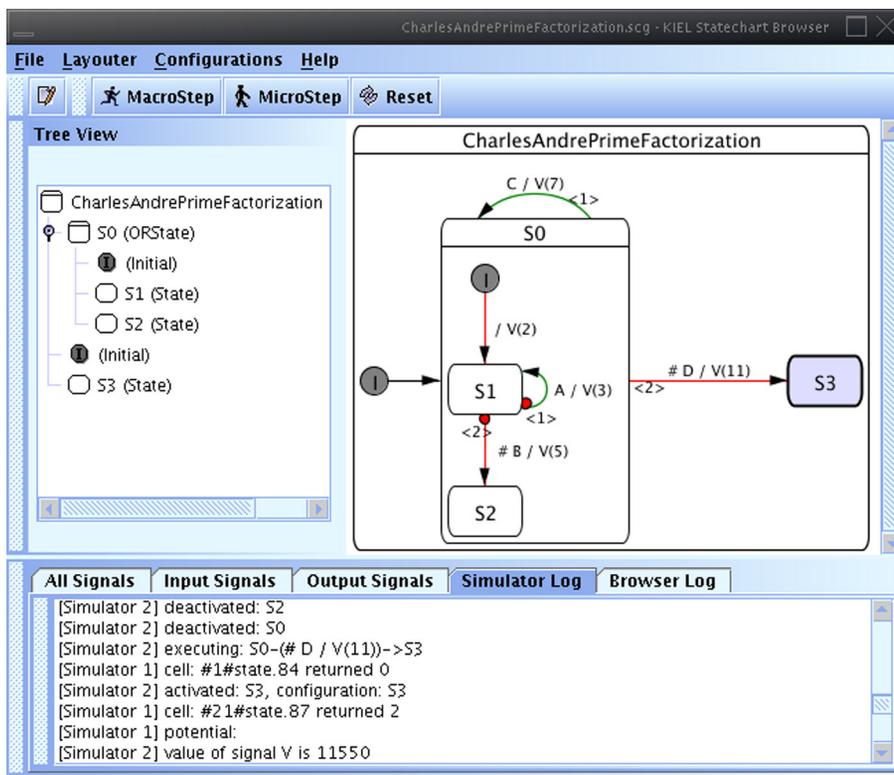


Abb. 2: Mit KIEL generiertes Statechart-Diagramm in der Simulation.

Organisation und Architektur von Rechnern, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, A. Stengel)

Echtzeitsysteme II / Modellierung Reaktiver Systeme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, J. Lukoschus)

Codeanalyse und Optimierung für Echtzeitsysteme, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, A. Stengel)

Oberseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden

Winter 2004/2005

Entwurf eingebetteter Echtzeitsysteme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ St. Prochnow)

Codesynthese aus Esterel, 4 Std. Praktikum/Woche,
J. Lukoschus (+ S. Prochnow)

Seminar - Synchrone Sprachen, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus)

Oberseminar Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme, 2 Std. Oberseminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ A. Stengel)

Vorkurs Informatik, 33 Std. Vorkurs/Woche,
St. Prochnow



Abb. 3: Exkursion zur EADS Bremen

Drittmittel

EU, *Integrated Project Dependable Embedded Components and Systems (DECOS)*, 01.07.2004-30.06.2007 (127500 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

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

Zusammenarbeit mit der Charité Berlin, Campus Virchow Klinikum, Institut für Radiologie (Prof. Felix/Dr. Venz), zum Thema modellbasierte Magnetresonanztomographie.

Konsultationen mit der Philips Medical Systems GmbH, Hamburg.

Diplom- und Master-Arbeiten

Thomas Pyrlík, *Entwurf und Realisation eines OPC-Clients zur Steuerung redundanter PROFIBUS OPC-Server mit Fehlerüberwachung der PROFIBUS Peripherie*, 28.12.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

J. Lukoschus, R. von Hanxleden, S. A. Edwards, *Efficient Compilation of Cyclic Synchronous Programs*, Technischer Bericht des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik, **0402**, (2004)

S. Prochnow, R. von Hanxleden, *Visualisierung komplexer reaktiver Systeme - Annotierte Bibliographie*, Technischer Bericht des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik, **0406**, (2004)

Präsentationen

X. Li, R. von Hanxleden, *The Kiel Esterel Processor - A Semi-Custom, Configurable Reactive Processor*, Synchron 2004, Schloß Dagstuhl, 28.11.-03.12.2004

J. Lukoschus, R. von Hanxleden, *Removing Cycles in Esterel Programs*, Synchron 2004, Schloß Dagstuhl, 28.11.-03.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Exkursion zur ELAC Nautic in Kiel (11.2.2004).

Beteiligung mit drei Exponaten (Modellbahn, Roboterpositionierung, modellbasierter Entwurf) am Girls'Day 2004 (22.4.2004).

Exkursion zu EADS Bremen (5.7.2004).

R. von Hanxleden:

Organisator bei *Synchronous Programming - SYNCHRON'04* (28.11. - 3.12.2004, Schloß Dagstuhl).

Organisation (zusammen mit I. Panzer) des Girls'Day 2004 (22.4.2004).

Organisation (zusammen mit G. Rosenfeld) des Tages der Informatik (wissenschaftliches Jahreskolloquium, 26.11.2004).

Vortrag *Echtzeitsysteme - vom Lego-Roboter zum Airbag* bei der *Night of the Profs* der CAU (14.5.2004).

Tätigkeit als Vertrauensdozent für das DaimlerChrysler Stipendiatenprogramm (2004: Neuaufnahme eines Stipendiaten der CAU).

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik (ab 1.9.2004).

Institutsvertretung des Geschäftsbereichs Öffentlichkeitsarbeit.

almanach 04

Kognitive Systeme

Die Schwerpunkte für Forschung und Ausbildung in der Arbeitsgruppe Kognitive Systeme werden 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.

Im Berichtszeitraum wurde gleichzeitig an zwei EU-Projekten gearbeitet. Das von uns koordinierte Projekt VISATEC (gemeinsam mit der Universität Linköping und der ISRA Vision GmbH, Darmstadt) befand sich in der Endphase. Das von der Universität Linköping koordinierte Projekt COSPAL (gemeinsam mit den Universitäten Kiel, Guildford und Prag) startete im Juli 2004. Es gelang uns rechtzeitig, für das COSPAL-Projekt qualifiziertes Forschungspersonal an die Arbeitsgruppe Kognitive Systeme zu binden. Herr Dipl.-Inf. Florian Hoppe war in Vorbereitung auf das Projekt im Zeitraum Anfang April bis Ende Juni im Rahmen eines Werkvertrages tätig. Im Zeitraum Anfang September bis Ende Dezember bereitete sich Herr Dipl.-Ing. Herward Prehn auf seine Tätigkeit im COSPAL-Projekt vor. Anfang September stieß Dr. Stefan Al-Zubi nach Abschluß seiner Dissertation an der TU Magdeburg zum COSPAL-Team hinzu. Herr Dr. Nils Siebel übernahm die administrative Koordination der Projektarbeit.

Im Verlaufe des Jahres 2004 konnte die Forschungsarbeit im Rahmen des DFG-Projektes „Clifford-Algebra als Einbettungsrahmen des Wahrnehmungs-Handlungs-Zyklus“ (GA - PAC) aufgenommen werden. Herr Dipl.-Inf. Sven Buchholz bearbeitet das Teilthema Statistik höherer Ordnung in der Clifford-Algebra. Herr MSci. Antti Tolvanen kam aus Finnland, um das Teilprojekt Nicht-Euklidische konforme Geometrie in Angriff zu nehmen.

Im April 2004 erhielten wir den Bewilligungsbescheid über die im August 2002 beantragten HBFM-Mittel zu Reinvestition unserer Laborausstattung. Die Umsetzung dieses Rekonstruktionsprojektes beschäftigte uns das ganze Jahr über und wird sich auch noch in das Jahr 2005 erstrecken.

Wir hatten die Freude, über das gesamte Jahr Gäste in unserer Arbeitsgruppe zu beherbergen. Die Gäste kamen aus Australien, Japan, England, Äthiopien und Frankreich. Ihre Arbeit in unserer Gruppe ergab viele neue Sichtweisen auf uns zum Teil nicht so zentral beschäftigende Forschungsthemen.

Ergebnisse

Im Rahmen des EU-Projektes VISATEC befanden wir uns im Berichtszeitraum in der Endphase der Forschungsarbeiten. Diese war insbesondere dadurch geprägt, daß die von unseren Partnern an der Universität Linköping entwickelten Verfahren der Poseschätzung mittels 2D- und 3D-Szenentensor und die in Kiel entwickelten Verfahren zur Poseschätzung (lernenbasiertes Meanshift-Clustering von O. Granert und twistbasiertes Verfahren von B. Rosenhahn und M. Chavarria) in einem gemeinsamen Systementwurf zu integrieren sind. Da alle Verfahren unterschiedliche Anwendungseigenschaften aufweisen, ist eine bessere Abtastung des Situationsraumes zu erwarten. Tatsächlich konnte in der Testphase des Projektes experimentell nachgewiesen werden, daß sich sowohl die Stabilität als auch die Genauigkeit der Poseschätzung bei Integration der Methoden erhöht. Diese Verfahrensweise der Methodenintegration wurde in ähnlicher Weise auch auf der Ebene lokaler Strukturhinweise angewendet.

Die Endphase des VISATEC-Projektes war durch vielfache wechselseitige Besuche und intensive Kommunikation der Projektpartner gekennzeichnet. Es bestand die Aufgabe, im Kieler Labor den Demonstrator zu installieren und ihn anschließend zur Firma ISRA Vision, Darmstadt, zu portieren (siehe Abbildung 1). Um dort unter anwendungsrelevanten Bedingungen einen ausführlichen Methodenvergleich (auch mit dem Standard-Verfahren der Firma ISRA Vision) durchführen zu können, war es erforderlich, eine Reihe nicht unbedingt wissenschaftlicher Arbeit zuzuordnende Hürden zu überwinden. Eine zweite Zwischenverteidigung des Projektes im Oktober in Kiel ergab wichtige Hinweise für die Evaluierung der entwickelten Methoden am Projektende.

Im Juli 2004 nahm das EU-Projekt COSPAL, koordiniert durch die Universität Linköping, die Forschungsarbeiten auf.

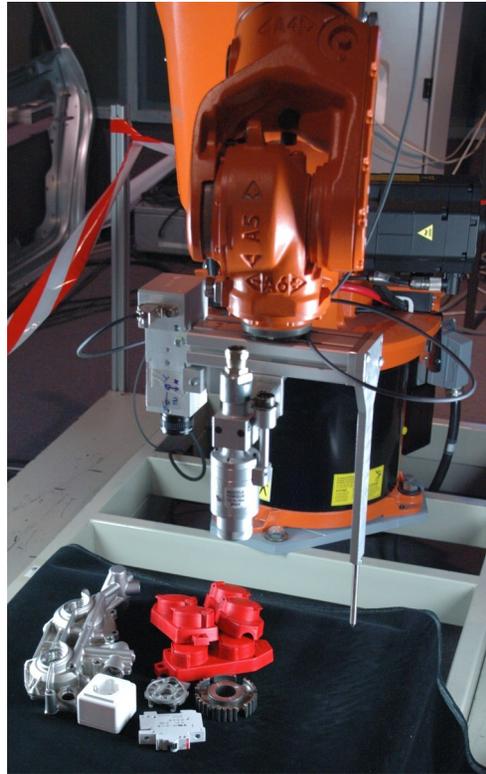


Abb. 1: Testszenario des Demonstrators für das EU-Projekt VISATEC in der Firma ISRA Vision GmbH, Darmstadt.

Zielstellung ist die Entwicklung einer lernfähigen und adaptiven Systemarchitektur zur visuell basierten Manipulation von Objekten durch einen Roboter-Manipulator. Hierbei sollen symbolische Repräsentationen von High-Level-Wissen genutzt und gelernt werden und mit subsymbolischen Repräsentationen in bidirektionaler Weise verknüpft werden. Der Anteil der Kieler Arbeitsgruppe betrifft zwei Schwerpunkte neuronalen Lernens von Szeneninterpretationen und Handlungen aus visuellen Daten. Erstens ist eine heterarchische neuronale Architektur mit der Fähigkeit der Kompetenzerweiterung und -adaption zu entwickeln (F. Hoppe und H. Prehn). Zweitens ist ein neuronales Verfahren zum Lernen von Bewegungsabläufen eines Manipulators durch Imitation visuell beobachteter menschlicher Bewegungen zu entwickeln (S. Al-Zubi). Außerdem soll in Kiel der Demonstrator vorbereitet werden, der das visuell geführte Manipulieren von Spielzeug-Boxen und Objekten unterschiedlicher Form und Farbe zum Ziel hat. Die Herausforderung besteht darin, sowohl die Spiele als auch die Spielvarianten in hohem Maße variabel gestalten zu können und diese Variabilität durch Lernen zu erreichen.

Neben der Einarbeitung in das Projekt stand das Identifizieren einer gemeinsamen Interpretation des Projektes durch die vier Partner im Zentrum der Aktivitäten. Von zentraler Bedeutung war hierbei die Akzeptanz eines von uns erarbeiteten Use-Case-Szenarios für die Bootstrap-Phase des überwachten Lernens. In dieser Bootstrap-Phase sollen gewisse Basiskompetenzen erlernt werden, die es erlauben, etwa in der Mitte des Projektes auf inkrementelle Lernverfahren umzuschwenken.

Im DFG-Projekt GA-PAC hat sich Herr Buchholz zunächst der Schätzung von Mittelwerten auf Mannigfaltigkeiten von Bewegungsgruppen zugewendet. Er stellte die Vorzüge der Modellierung durch Clifford-Gruppen heraus, welche in der erreichbaren Kompaktheit und einfachen Anwendung liegen. Herr Tolvanen arbeitete sich in die Beschreibungsmöglichkeiten Nicht-Euklidischer Geometrien durch konforme geometrische Algebren ein. Dieses für den Nichtfachmann eventuell esoterisch klingende Thema hat zwei sehr praktische Sachverhalte als Hintergrund. Erstens stellte sich im Rahmen der Dissertation von B. Rosenhahn heraus, daß gewisse Aufgaben der Robot-Vision leichter und universeller lösbar sind, wenn sie in eine konforme geometrische Algebra des Euklidischen Raumes eingebettet werden. Zweitens spielen in der Robot-Vision zunehmend katadioptrische Kamerasysteme eine Rolle, wo das Licht aus der 3D-Umgebung zunächst auf gekrümmte Spiegel

gelenkt wird, bevor es auf die planare Matrix des Kamera-Sensors trifft. Im Rahmen des Projektes sind zum Beispiel folgende Probleme zu lösen: Welche ist die beste Einbettung der Spiegelgeometrien in die konforme geometrische Algebra? Wie sehen dann die geometrischen Basisentitäten und die geometrischen Transformationsgruppen auf der Spiegeloberfläche und nach Projektion auf den Sensor-Chip aus?

Die Verbindung zwischen der Clifford-Algebra und statistischen Schätzverfahren wird außerhalb des DFG-Projektes auch durch C. Perwass und C. Gebken untersucht. Angeregt durch Prof. W. Förstner, Universität Bonn, entwickelten beide Mitarbeiter eine Behandlung der Regression nach dem Gauß-Helmert-Verfahren in konformer geometrischer Algebra. Dieses Verfahren zeigt seine Vorzüge zunächst bei der Anwendung auf Kegelschnitte.

Die Schätzung von Kegelschnitt-Geometrien in einer speziellen geometrischen Algebra wurde von C. Perwass auch als Verfahren zur Klassifizierung von Junctions weiterentwickelt. Die Interpretation gekrümmter und verzweigter lokaler Bildstrukturen, die hier das Ziel darstellt, bildet seit Jahren einen Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe Kognitive Systeme. Im Berichtszeitraum gab es neben den Arbeiten zur Interpretation lokaler Bildstrukturen von C. Perwass noch zwei weitere wesentliche Aktivitäten. In der langjährigen Kooperation mit W. Yu, Yale University, New Haven, und K. Daniilidis, University of Pennsylvania, Philadelphia, wurden Gabor-Filter mit nichtsymmetrischen Paßbändern zur Quellsignal-Separierung und zur lokalen Orientierungsanalyse multipler orientierter Strukturen verwendet. Dies eröffnet die Verwendung der Information von Momenten höherer Ordnung der deformierten Gaußfunktionen. Angeregt durch Arbeiten von Köthe (Hamburg), Felsberg (Linköping) und Mota (Lübeck) entwickelte auch Di Zang verschiedene Tensorzugänge zur Trennung intrinsisch zweidimensionaler Strukturen in ihre intrinsisch eindimensionalen Komponenten. Leider gelang es uns auf diesem Weg bisher nicht, auch einen Zugang zur Phaseninformation des Signals zu modellieren. Abbildung 2 zeigt eine Quellsignaltrennung nach einer anderen Methode, die aber den Nachteil hat, eine aufwendige Steuerung von Filtern zu erfordern.

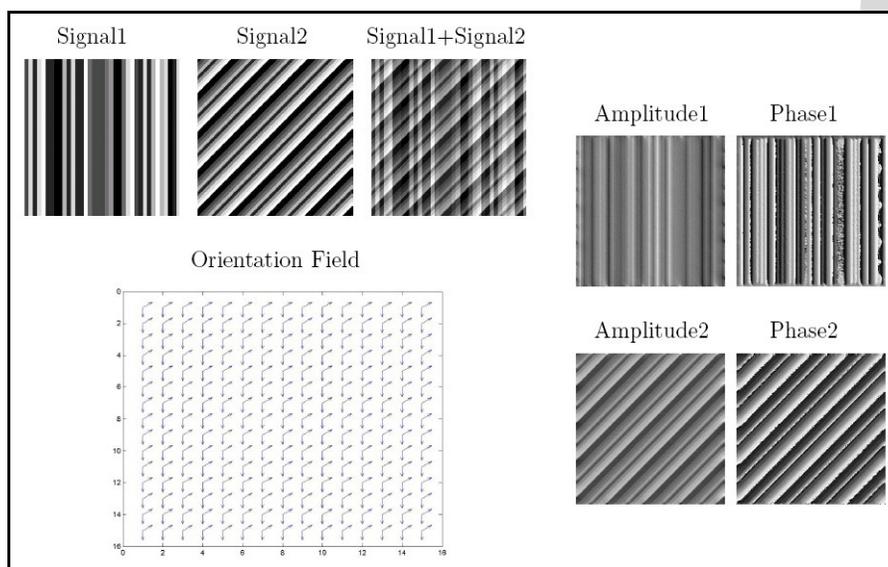


Abb. 2: Ein Testmuster für intrinsisch zweidimensionale Strukturen und die beiden intrinsisch eindimensionalen Quellsignale; geschätzte Orientierungsvektorfelder der Quellsignale; geschätzte lokale Amplituden und lokale Phasen der Quellsignale.

Das von M. Felsberg im Rahmen seiner Dissertation (2002) entwickelte Modell des monogenen Signals als rotationsinvariante 2D-Verallgemeinerung des analytischen Signals wurde in der Arbeitsgruppe weiter bearbeitet. Im VISATEC-Projekt wurden die lokalen spektralen Repräsentationen des monogenen Signals und des Strukturmultivektors als Hinweise lokaler Bildstrukturen angewendet. Di Zang konnte nachweisen, daß die Rekonstruktion eines Bildsignales aus der monogenen Phase der aus der Gabor-Phase weit überlegen ist. M. Krause hat im Rahmen des VISATEC-Projektes eine Erweiterung des monogenen Signals für den 3D-Fall entwickelt. Dies machte einige Besonderheiten der algebraischen Einbettung

erforderlich, was zeigt, daß der Übergang von 2D nach 3D topologisch nicht vergleichbar ist mit dem Übergang von 1D nach 2D. Zunächst hat M. Krause das 3D-monogene Signal für die Schätzung von Geschwindigkeiten in Bildfolgen untersucht und die Vorzüge dieses phasenbasierten Verfahrens gegenüber einem Gradientenverfahren im Horn-Schunk-Algorithmus gezeigt. Im Berichtszeitraum wurde die Konzeption des monogenen Skalenraumes publiziert. In diesem Skalenraum existiert eine durch den Poisson-Kern erzeugte vereinheitlichte Skalenbeschreibung von lokaler Amplitude, lokaler Phase und lokaler Orientierung.

In Kooperation mit B. Rosenhahn (Auckland) wurden die Arbeiten zur twist-basierten Poseschätzung weitergeführt. Dies betrifft die Entwicklung eines Verfahrens für Freiform-Flächen und die Anwendung auf die Poseschätzung menschlicher Armbewegungen. Außerdem wurde das Modell verkoppelter Twists als operationales Modell der Gestaltsbeschreibung weiter formalisiert. M. Chavarria hat die twist-basierte Poseschätzung in das Software-System PACLib eingebunden. Damit wurde es möglich, Leistungsvergleiche mit den anderen im VISATEC-Projekt entwickelten Pose-Schätzverfahren durchzuführen. Er ersetzte die im Verfahren verwendete komplexwertige Fouriertransformation durch die reellwertige und die quaternionwertige Fouriertransformation. Außerdem arbeitet M. Chavarria an einem 2D-Poseschätzverfahren, bei dem anstelle der globalen Fouriertransformation das monogene Signal zur Berechnung lokaler spektraler Merkmale eingesetzt wird.

N. Siebel hat im Berichtszeitraum das Thema seiner in Reading angefertigten Dissertation weiter verfolgt und mehrere Arbeiten zu den Eigenschaften des Überwachungssystems ADVISOR bzw. zu allgemeinen Fragen des Software-Engineering publiziert.

Durchaus im Zusammenhang mit dem COSPAL-Projekt stehen die Forschungsarbeiten von Y. Kassahun. Nachdem er sich mit verschiedenen Zugängen genetischer Algorithmen zu solchen Problemen der Visuellen Robotik wie Navigation und Poseschätzung befaßte, konzipierte er ein neuartiges Verfahren zum Lernen von neuronalen heterarchischen Architekturen mittels Evolutionsstrategien. Eine derartige Architektur kann vorwärtsgerichtete und rekursive Verbindungen enthalten. Die Architektur muß nicht vom Designer vorgegeben werden, wie im COSPAL-Projekt beabsichtigt, sondern ist Ergebnis eines globalen Optimierungsprozesses. Dazu werden lineare Kodierungen (Chromosomen) als Genotyp der Netzwerkarchitektur (Phänotyp) verwendet. Interessanterweise muß der Genotyp nicht in den Phänotyp dekodiert werden, um neuronale Berechnungen durchzuführen. Das Verfahren entspricht der aus den Programmiersprachen bekannten Interpretation eines Ausdruckes (neuronales Netz-System) als Kantorovich-Baum und dessen linearer Kodierung als Stack. Gegenwärtig arbeitet Herr Kassahun an der Implementierung für Robot-Vision-Aufgaben, um die Echtzeitfähigkeit des neuen Lernverfahrens zu untersuchen.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. G. Sommer; Sekretariat: F. Maillard

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) G. Diesner, Dipl.-Ing. (FH) H. Schmidt

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr.-Ing. Stephan Al-Zubi COSPAL	01.09.-31.12.2004	EU
Dipl.-Inf. Vladimir Banarer CLANEUR	01.01.-14.10.2004	CAU
Dipl.-Inf. Sven Buchholz GA - PAC	01.03.-31.12.2004	DFG
MSc. Marco Chavarria CGAPOSE	01.01.-31.12.2004	DAAD

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

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

Bildfolgeanalyse, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
C. Perwass

Winter 2004/2005

Computer Vision und Robotik (Fortgeschrittenen-Praktikum), 4 Std. Praktikum/Woche,
N. Siebel

Anwendungen der Geometrische Algebra in Computer Vision, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
C. Perwass

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

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

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

Drittmittel

EU, *VISATEC (Granert, Krause)*, 01.01.-31.12.2004 (80.784,69 EUR)

EU, *COSPAL (Al-Zubi, Hoppe)*, 01.07.-31.12.2004 (50.340,91 EUR)

DFG, *Geometrische Algebra - ein Repräsentationsrahmen für den Wahrnehmungs-Handlungs-Zyklus (Buchholz, Tolvanen)*, 01.03.-31.12.2004 (63.069,20 EUR)

DFG (GEAM), *MONSIGN (Zang)*, 01.01.-31.12.2004 (17.616,00 EUR)

DAAD, *Stipendium (Asnake)*, 01.03.-31.12.2004 (5.784,00 EUR)

AvH, *Stipendium (Prof. Kozera)*, 01.01.-31.05.2004 (14.200,00 EUR)

DFG (GEAM), *MONSIGN (Zang), Tagungsreise*, 29.08.-02.09.2004 (430,55 EUR)

TU Darmstadt, *CLASTAT (Perwass), Vortragsreise*, 15.-16.01.2004 (200,00 EUR)

Cusanuswerk (Fachschaffstagung), *CLASTAT (Perwass), Vortragsreise*, 19.-22.05.2004 (100,00 EUR)

EU, *ECVision-Meeting Frankfurt (Sommer)*, 26.-26.03.2004 (307,00 EUR)

DFG, *HBFG-Mittel*, 01.04.-31.12.2004 (114.500,00 EUR)

DAAD, *LERNROB (Kassahun)*, 01.01.-31.12.2004 (12.540,00 EUR)

DAAD, *CGAPOSE (Chavarria)*, 01.01.-31.12.2004 (11.976,00 EUR)

PRAME (Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur), *Stipendium (Binder)*, 07.06.-13.08.2004 (1035,00 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Die internationale Kooperation der Arbeitsgruppe wurde durch die beiden EU-Projekte dominiert. Im Projekt VISATEC arbeiten wir mit der Universität Linköping, Schweden und mit der Firma ISRA Vision GmbH, Darmstadt, zusammen. Im Projekt COSPAL kooperieren die Universitäten Linköping (Schweden), Guildford (UK), Prag (Tschechien) und Kiel. Aber auch das von der Universität Dublin koordinierte Verbundprojekt ECVision bot eine ausgezeichnete Plattform, die europäische Forschung auf dem Gebiet kognitiver Visionssysteme zu befördern. Als herausragendes Ereignis der Aktivitäten von ECVision ist die im Oktober fertiggestellte Research Roadmap zu nennen.

Im Jahr 2004 konnte die Zusammenarbeit mit dem Center for Image Technology (CITR), University of Auckland, Neuseeland, weiter dadurch intensiviert werden, daß Dr. B. Rosenhahn als Postdoc am CITR tätig ist. Es wurden gemeinsam mit Prof. R. Klette verschiedene Publikationen zur Twistrepräsentation von Freiform-Flächen realisiert.

Prof. R. Kozera, Dept. of Computer Science, University of Western Australia, Perth, Australien, arbeitete während seines Sabbaticals für 5 Monate in unserer Arbeitsgruppe. Damit fanden langjährige wissenschaftliche Kontakte zu Themen der Computer Vision ihre Fortsetzung.

Im August wurde unsere Gruppe von Prof. E. Hitzer, Mechanical Eng. Dept., Fukui University, Japan, besucht, um mit Dr. C. Perwass gemeinsame Arbeiten zu Visualisierung von Kristallsymmetrien im Rahmen der Geometrischen Algebra durchzuführen.

Mit Prof. H. Li, Institute of Automation Research, Academia Sinica, Beijing, China, wurde die langjährige Zusammenarbeit fortgesetzt. Gemeinsam mit H. Li und P. Olver, Math. Institute, Technology University of Minnesota, Minneapolis, bereitete G. Sommer die Herausgabe eines Tagungsbandes für zwei internationale Workshops vor, die im Mai 2004 in China stattfanden.

Dr. C. Perwass startete anlässlich des Dagstuhl-Seminars „Geometric Properties from Incomplete Data“ eine Zusammenarbeit mit Prof. R. Farouki, Dept. of Mechanical and Aeronautical Engineering, University of California, Davis, USA. Es stellte sich heraus, daß die von R. Farouki behandelten hodographischen Kurven einfacher in geometrischer Algebra beschrieben werden können. Es wurde ein mehrmonatiger Forschungsaufenthalt von C. Perwass in Davis für Sommer 2005 vereinbart.

Die fortdauernde Zusammenarbeit von G. Sommer mit Dr. W. Yu, Yale University, New Haven, und Prof. K. Daniilidis, University of Pennsylvania, Philadelphia, führte zu einer gemeinsam Publikation zur lokalen Analyse multipler orientierter Bildstrukturen.

Dr. N. Siebel setzte seine Kooperation mit Prof. S. Maybank, Birkbeck College, London, Dr. G. McKee, University of Reading, and Prof. M. Satpathy, University of Reading, fort. Alle drei Kollegen waren Gäste der Arbeitsgruppe Kognitive Systeme. Das Ergebnis dieser Zusammenarbeit sind gemeinsame Publikationen.

Die von Dr. C. Perwass mit Dr. Hillenbrand, TU Darmstadt, praktizierte Kooperation führte zu einem gemeinsam mit der Universität Amsterdam realisierten Tutorium über die Anwendungen der Geometrischen Algebra in der Computergrafik anlässlich der EUROGRAPHICS 2004 in Grenoble.

Die im Sommer 2003 mit Prof. M. Clausen, Universität Bonn aufgenommenen Kontakte führten zu einer von der Studienstiftung des deutschen Volkes geförderten Dissertation zur Entwicklung von Image-Retrieval-Methoden in der Sprache der geometrischen Algebra.

Die Arbeitsgruppe Kognitive Systeme pflegt, finanziert durch den DAAD, langjährige Kontakte zur Universität Addis Abeba, Äthiopien. Im Jahr 2004 konnte auf diesem Wege erstmals eine Studentin der Informatik (Nardos Asnake) aus Addis Abeba ihre Masterarbeit in unserer Arbeitsgruppe durchführen. Das Thema war der Entwurf eines agentenbasierten Systems mittels genetischer Algorithmen.

Auf Initiative von Dr. N. Siebel war der Student E. Binder aus Frankreich für zwei Monate an unserem Lehrstuhl, um seine Kenntnisse in Visueller Robotik zu vertiefen.

Mit der Firma Werth Messtechnik GmbH, Giessen, wurden Angebote für gemeinsame Diplomarbeiten ausgearbeitet, die mangels Studenten aber bisher nicht realisiert werden konnten.

Prof. Sommer betreut zwei externe Dissertationen ehemaliger Diplomanden in der Region Kiel: Die von W. Timm an der Radiologischen Klinik der CAU durchgeführte Arbeit zur stochastischen Modellierung der Osteoporose in radiologischen Bildern steht vor dem Abschluß. T. Haase, Fa. Heidelberger, Kiel, modelliert in seiner Arbeit nichtlineare Bildverarbeitungsoperatoren mit einem sehr interessanten Ansatz genetischer Programmierung. Erste Resultate werden im nächsten Berichtszeitraum erwartet.

Im Rahmen des Oberseminars Kognitive Systeme wurden neben den am Lehrstuhl weilenden Gästen auch weitere Vortragende gewonnen. Sie tragen dazu bei, den Eindruck von der Reichhaltigkeit unseres Arbeitsgebietes zu vertiefen. Zu nennen wären Prof. H. Ney (RWTH Aachen), Prof. N. Petkov (Univ. Groningen), Dr. N. Krüger (Univ. Aalborg) und Dr. J. Pauli (IITB Karlsruhe).

▶ Diplom- und Master-Arbeiten

Nardos Asnake, *Incrementally Autonomous Light Weight Agent Architectures for Optimization Tasks*, 21.12.2004

▶ Dissertationen

Vladimir Banarer, *Struktureller Bias in neuronalen Netzen mittels Clifford-Algebren*, 08.11.2004

▶ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- G. Sommer, *A Geometric Algebra Approach to some Problems of Robot Vision*, Computational Noncommutative Algebra and Applications, J. Byrnes (ed.), Kluwer Academic Publishers, NATO Science Series, **136**, 309 - 338 (2004)
- M. Felsberg, G. Sommer, *The monogenic scale-space: A unifying approach to phase-based image processing in scale-space*, Journal of Mathematical Imaging and Vision, Kluwer Academic Publishers, **21**, 5 - 26 (2004)
- B. Rosenhahn, C. Perwass, G. Sommer, *Free-form pose estimation by using twist representations*, Algorithmica, **38**, 91 - 113 (2004)
- G. Sommer, B. Rosenhahn, C. Perwass, *The Twist Representation of Shape*, Technical Report, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Informatik und Praktische Mathematik, **0407**, (2004)
- C. Perwass, *Analysis of Local Image Structure using Intersections of Conics*, Technical Report, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Informatik und Praktische Mathematik, **0403**, (2004)
- B. Rosenhahn, G. Sommer, R. Klette, *Pose Estimation of Free-form Objects*, Technical Report, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Informatik und Praktische Mathematik, **0401**, (2004)
- C. Perwass, *Junction and corner detection through the extraction and analysis of line segments*, Proc. Combinational Image Analysis, 10th International Workshop, IWCI 2004, Auckland, New Zealand, R. Klette and J. Zunic (eds.), LNCS, **3322**, 568 - 582 (2004)
- E. Hitzer, C. Perwass, *Crystal cells in geometric algebra*, Proc. of International Symposium on Advanced Mechanical Engineering, November 2004, Dept. of Mechanical Engineering, University of Fukui, Japan, 290 - 295 (2004)
- M. Satpathy, N. Siebel, D. Rodriguez, *Assertions in object oriented software maintenance: Analysis and case study*, Proc. of the 20th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM 2004), Chicago, USA, September 2004, 124 - 135 (2004)
- B. Rosenhahn, R. Klette, G. Sommer, *Silhouette based human motion estimation*, Pattern Recognition 2004, 26th DAGM-Symposium, Tübingen, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, LNCS, **3175**, 294 - 301 (2004)
- D. Zang, G. Sommer, *Phase based image reconstruction in the monogenic scale space*, Pattern Recognition 2004, 26th DAGM-Symposium, Tübingen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS, **3175**, 171 - 178 (2004)
- B. Rosenhahn, G. Sommer, *Pose estimation of free-form objects*, Proc. 8th European Conference on Computer Vision, ECCV 2004, Prag, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS, **3021**, 414 - 427 (2004)
- N. Siebel, S. Maybank, *The ADVISOR visual surveillance system*, Proc. Workshop SCVMA'04, 103 - 111 (2004)
- Yohannes Kassahun, Gerald Sommer, *Improving learning and adaptation capability of agents*, Proc. 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems, Amsterdam, IOS Press, March 2004, 472 - 481 (2004)
- Yohannes Kassahun, Gerald Sommer, *Model based evolutionary object recognition system*, Proc. 8th Conference on Intelligence Autonomous Systems, Amsterdam, IOS Press, March 2004, 925 - 934 (2004)
- Weichuan Yu, Gerald Sommer, Kostas Daniilidis, *Using skew Gabor filter in source signal separation and local spectral*

multi-orientation analysis, Proc. CVPR 2004, June 27-July 2, Washington D.C., IEEE Computer Society, 1, 462 - 469 (2004)

Gerald Sommer, *Applications of Geometric Algebra in Robot Vision*, Proc. RIMS Symposium, Innovative Teaching in Mathematics with Geometric Algebra, Nov. 20-23, 2003, Kyoto, E. Hitzer (Ed.), 51 - 69 (2004)

Christian Perwass, *Teaching Geometric Algebra with CLUCalc*, Proc. RIMS Symposium - Innovative Teaching in Mathematics with Geometric Algebra, Nov. 20-23, 2003, Kyoto, E. Hitzer (Ed.), 33 - 50 (2004)

Bodo Rosenhahn, Christian Perwass, Gerald Sommer, *Foundations about 2D-3D Pose Estimation*, CVonline, R. Fisher (Ed.), (2004)

Präsentationen

N. Siebel, S. Maybank, *The ADVISOR Visual Surveillance System*, Workshop ACV'04, Prag, Tschechien, 16.05.2004

G. Sommer, *The Twist Representation of Shape*, Dagstuhl-Seminar Geometric Properties from Incomplete Data, Dagstuhl, Deutschland, 21.-26.03.2004

G. Sommer, B. Rosenhahn, C. Perwass, *Twists - An Operational Representation of Shape*, 6th Int. Workshop on Mathematical Mechanization, Shanghai, China, 19.-21.05.2004

G. Sommer, *Applications of Geometric Algebra in Robot Vision*, International Workshop on Geometric Invariance and Applications in Engineering (GIAE), Xi'an, China, 24.-28.05.2004

Sven Buchholz, Gerald Sommer, *On Averaging in Clifford Groups*, International Workshop on Geometric Invariance and Applications in Engineering (GIAE), Xi'an, China, 24.-28.05.2004

Christian Perwass, *Einführung in die Geometrische Algebra*, Eingeladener Vortrag, TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland, 15.01.2004

Christian Perwass, *Uncertain Geometry with Circles, Spheres and Conics*, Dagstuhl-Seminar Geometric Properties from Incomplete Data, Dagstuhl, Deutschland, 21.-26.03.2004

Christian Perwass, *Einführung in die Computer Vision*, Cusanus Werk, Fachschaftstagung, Wadern, Deutschland, 19.05.2004

Christian Perwass, *Geometric Algebra and its Application to Computer Graphics*, Tutorium - Eurographics 2004, Grenoble, Frankreich, 28.08.2004

Christian Perwass, *Local Image Structure Analysis using Conic Sections*, ICCVG 2004, Warschau, Polen, 21.09.2004

Christian Perwass, *Junction and Corner Detection through the Extraction and Analysis of Line Segments*, IWICIA 2004, Auckland, Neuseeland, 01.-03.12.2004

Yohannes Kassahun, Gerald Sommer, *Improving Learning and Adaptation Capability of Agents*, 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems, Amsterdam, Niederlande, 10.-13.03.2004

Yohannes Kassahun, Gerald Sommer, *Model Based Evolutionary Object Recognition System*, 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems, Amsterdam, Niederlande, 10.-13.03.2004

Weichuan Yu, Gerald Sommer, Kostas Daniilidis, *Using Skew Gabor Filter in Source Signal Separation and Local Spectral Multi-Orientation Analysis*, CVPR 2004, Washington D.C., USA, 27.06.-02.07.2004

Bodo Rosenhahn, Gerald Sommer, *Pose Estimation of Free-form Objects*, 8th European Conference on Computer Vision, ECCV 2004, Prag, Tschechien, 11.-14.05.2004

M. Satpathy, Nils Siebel, D. Rodriguez, *Assertions in Object Oriented Software Maintenance: Analysis and Case Study*, 20th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM), Chicago, USA, 11.-17.09.2004

Bodo Rosenhahn, Reinhard Klette, G. Sommer, *Silhouette Based Human Motion Estimation*, 26th DAGM-Symposium, Tübingen, Deutschland, 30.08.-01.09.2004

E. Hitzer, Christian Perwass, *Crystal Cells in Geometric Algebra*, International Symposium on Advanced Mechanical Engineering, Fukui, Japan, 01.11.2004

Di Zang, Gerald Sommer, *Phase Based Image Reconstruction in the Monogenic Scale Space*, 26th DAGM-Symposium, Tübingen, Deutschland, 30.08.-01.09.2004

Gerald Sommer, *The Geometric Algebra Approach to Robot Vision*, Invited Open Lecture, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, China, 27.05.2004

Oliver Granert, Martin Krause, Gerald Sommer, *Präsentation des VISATEC-Projektes*, IST 2004 Event, Den Haag, Niederlande, 15.11.2004

Kevin Köser, Christian Perwass, Gerald Sommer, *Dense Optic Flow with a Bayesian Occlusion Model*, SCVMA'04, Prag, Tschechien, 16.05.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

An dieser Stelle seien die Anstrengungen der gesamten Arbeitsgruppe, aber insbesondere von H. Schmidt und G. Diesner gewürdigt, die mit erheblicher Verzögerung genehmigten HFBG-Mittel in eine neue technische Ausrüstungsbasis der Arbeitsgruppe umzuwandeln. Es war nicht ohne Probleme möglich, die Ablösung von UNIX-Rechnern durch LINUX-Rechner wieder in einen stabilen Zustand münden zu lassen. Den gewohnten gelassenen Umgang mit einem hundertprozentig stabilen Rechenbetrieb haben wir noch nicht wieder erreicht. Auch auf Seiten der Rechnerunterstützung der FPGA-Prozessoren war Geduld gefragt. Ein fleißiges Team von Studenten bemüht sich erfolgreich, die Grundfunktionen unseres neuen mobilen Roboterfahrzeuges zu entwickeln. Weniger erfolgreich waren wir bisher mit der Neubeschaffung eines leistungsfähigen Stereo-Kamerakopfes.

Unsere Arbeitsgruppe hat sich im Mai 2004 an der Initiative des Institutes beteiligt, Mädchen für die Themen der Informatik zu begeistern. Ob diese Veranstaltung Erfolge trägt, wird sich in einigen Jahren herausstellen. Im Berichtszeitraum muß unbedingt ein Mangel an Diplomanden festgestellt werden.

Prof. Sommer wurde 2004 in das Editorial Board der Zeitschrift *Journal of Visual Communication and Image Representations* aufgenommen. Er ist außerdem Mitglied des Editorial Boards des *Int. Journal of Image and Graphics* und Mitglied des Advisory Boards von *Machine Graphics & Vison*.

Prof. Sommer ist stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Mustererkennung e.V. (DAGM).

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 sicheren und effizienten Kommunikationssystemen auseinander. Diese vier Arbeitsbereiche werden im folgenden vorgestellt.

Ergebnisse

1. XML Language Binding

Unter einem XML Language Binding versteht man eine Systemsoftware, mit der XML-codierte (d.h. textuelle) Daten in programmiersprachliche Datentypen konvertiert werden bzw. mit der programmiersprachliche Datentypen in XML-Konstrukte verwandelt werden. Für die Kommunikation zwischen Rechensystemen ist ein XML Language Binding von hoher Bedeutung, da heute verteilte Applikationen, insbesondere solche, die auf der Web Service-Technologie basieren, miteinander in den meisten Fällen XML-codierte Daten austauschen. Damit die ausgetauschten Daten von einer empfangenden Applikation verarbeitet werden können, müssen sie zuvor auf Validität überprüft und dann in geeignete programmiersprachliche Datentypen umgesetzt werden. Sowohl die Überprüfung der Validität als auch die Umsetzung sollen möglichst effizient vor sich gehen, und gleichzeitig sollen Datenstrukturen möglichst flexibel definiert werden können. In der AG Kommunikationssysteme wurde ein neuartiges XML Language Binding entwickelt, das sich gegenüber bekannten Ansätzen mit kürzeren Verarbeitungszeiten und höherer Sprachmächtigkeit auszeichnet. Dieses XML Language Binding bildete die Grundlage für mehrere andere Teilprojekte der AG Kommunikationssysteme.

2. Innovativer Datenschutz

In diesem Arbeitsgebiet wurden die im vorangegangenen Berichtsjahr durchgeführten Arbeiten zur Entwicklung und Implementierung eines innovativen Datenschutzkonzepts für die pharmakogenetische Forschung der Schering AG, Berlin, weitergeführt. Ziel war es, einen „elektronischen Datentreuhänder“ zu realisieren, der die personenbezogenen Daten von Teilnehmern an pharmakogenetischen Studien sicher verwahrt und diese Daten nur unter eng definierten Bedingungen über eigens gesicherte Prozeduren zur Verfügung stellt. Das entwickelte Konzept wurde von der Schering AG unter Beteiligung der AG Kommunikationssysteme umgesetzt, und das entstandene System ist seit Mitte 2004 in Betrieb. Im Jahre 2005 wird eine zweite Projektphase gestartet werden, in der es um die sichere und datenschutzgerechte Zusammenführung von genetischen und klinischen Daten in der pharmakogenetischen Forschung der Schering AG gehen wird.

3. XML Security

In diesem Arbeitsgebiet geht es darum, die bereits oben angesprochene XML-basierte Kommunikation sicherer gegen Mißbrauch durch „externe Angreifer“ zu machen. Es wurden zwei Aspekte untersucht: Auf der Basis des o.a. XML Language Binding wurde zum einen eine neuartige Technik für die Chipkarten-gestützte Erzeugung digitaler Signaturen für XML-codierte Dokumente entwickelt, und zum anderen wurde - ebenfalls auf der Basis des o.a. XML Language Binding - ein Generator für XML-Firewall-Systeme realisiert. Beide Techniken wurden auf der CeBIT'04 erfolgreich präsentiert, die Chipkarten-Technik gemeinsam mit der Fa. PPI Financial Systems GmbH, Kiel.

Für der Chipkarten-gestützte Erzeugung digitaler Signaturen für XML-Dokumente wurde in der AG Kommunikationssysteme ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe die signierende Chipkarte überprüfen kann, ob tatsächlich ein valides XML-Dokument signiert werden soll, oder ob etwa ein Dokument signiert werden soll, das nicht einmal den gestellten formalen Anforderungen entspricht. Damit können sog. „Trojaner“ wirkungsvoll bekämpft werden, d.h. mißbräuchlich eingeschleuste Programme, die unerwünschte Dokumente (z.B. Überweisungsaufträge an „falsche“ Konten) mit echten digitalen Signaturen versehen wollen.

Mit Hilfe des von der AG Kommunikationssysteme entwickelten Generators für XML-Firewall-Systeme können Software-

komponenten automatisch erzeugt werden, die die bei den sog. Web Services ausgetauschten XML-codierten Datenströme automatisch auf Validität überprüfen. Dieser Generator hat als Input eine sog. Web Service Description und als Output einen angepassten Validator, der nur solche Datenströme passieren läßt, die im Rahmen des fraglichen Web Service akzeptabel sind. Während der CeBIT'04 konnten erste Gespräche für einen Transfer dieser Technologie hin zu einem industriellen Partner verabredet werden, der sich intensiv mit der Sicherung der Kommunikation im World Wide Web beschäftigt.

4. 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. Ein Verlängerungsantrag wurde im Berichtszeitraum bewilligt. 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 eng 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 Arbeiten der AG Kommunikationssysteme stand die Definition eines Simulationssystems, das es gestattet, die Qualität der von den Kleinsystemen erfaßten Daten in Beziehung zu setzen zu dem dafür erforderlichen Kommunikationsaufwand.

Personal

Leiter: Prof. Dr.-Ing. N. Luttenberger; Sekretariat: M. Lutz (50%)

Technisches Personal: I. Cembrowski (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. N. Gruschka Innovativer Datenschutz/XML Security	01.01.-31.12.2004	WIS
Dipl.-Ing. J. Koberstein SWARMS	01.04.-31.12.2004	DFG
Dipl.-Ing. (FH) C. Link Nomadic Computing	01.01.-31.03.2004	CAU
Dipl.-Inf. F. Reuter XML Language Binding	01.01.-15.11.2004	CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Kommunikationssysteme 1, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
N. Luttenberger (+ C. Link)

Systemorientierte Informatik 1, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
N. Luttenberger (+ N. Gruschka)

XML-based Enterprise Application Development, 4 Std. Praktikum/Woche,
F. Reuter

Winter 2004/2005

Verteilte Systeme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
N. Luttenberger (+ N. Gruschka)

Netzwerksicherheit, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
N. Luttenberger (+ N. Gruschka)

XML-basierte Kommunikation, 2 Std. Seminar/Woche,
N. Luttenberger

▼ Drittmittel

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Projekt SWARMS*, 01.04.2004-31.03.2006 (ca. 130000 EUR)
Weiterentwicklung des Informatik Studiums an den Hochschulen (WIS), *Projekt Innovativer Datenschutz*,
01.01.-31.12.2004 (ca. 65000 EUR)

▼ Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Im Rahmen des bereits zuvor erwähnten SWARMS-Projekts fand eine intensive Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Hn. Prof. Dr. Stefan Fischer, Inst. für Telematik der Universität Lübeck, statt.

Weitere Kooperationspartner waren im industriellen Bereich: die Fa. PPI Financial Systems GmbH in Kiel, die Fa. Schering AG in Berlin, die Fa. Utimaco in Oberursel und die Fa. Seclutions AG in Zürich. Eine Kooperation mit der Fa. b + m Informatik AG, Kiel, wurde gegen Ende 2004 eingeleitet.

▼ Diplom- und Master-Arbeiten

Alexander Eckloff, *Algorithmen zur Vereinigung datenzentrierter XML-Dokumente*, 15.01.2004

Helge Kraas, *Entwicklung von sprachunabhängigen objektorientierten Softwaremetriken mit Hilfe von XQuery*,
30.04.2004

Karsten Strunk, *Sichere Erzeugung von XML-Signaturen auf Java-Chipkarten am Beispiel von FinTS 4.0*, 16.09.2004

Jesper Zedlitz, *Spezifikation und Implementierung eines Application Level Gateways für Web Services*, 27.09.2004

Marco Bretschneider, *Automatische Generierung webbasierter Eingabemasken aus W3C Schemabeschreibungen zum Editieren valider XML-Dokumente*, 28.09.2004

Thorsten Völkel, *Service-orientierte Modellierung und Implementierung eines innovativen Bezahlverfahrens mit der Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS)*, 16.12.2004

▼ Veröffentlichungen

erschieden im Jahre 2004

J. Koberstein, F. Reuter, *The XCast Approach for Content-based Flooding Control in Distributed Virtual Shared Information Spaces-Design and Evaluation.*, First European Workshop on Wireless Sensor Networks, Jan. 19-21, 2004, Berlin, (2004)

F. Reuter, N. Luttenberger, *STAX: A binding compiler for event-based XML data binding APIs.*, In: Programming Language Technologies for XML (PLAN-X 2004) Workshop colocated with Symposium on Principles of Programming Languages (POPL 2004), Venice, Italy, January 2004., (2004)

N. Luttenberger, F. Reuter, *XML Language Binding Support for Pervasive Communication in Distributed Virtual Shared Information Spaces.*, PerWare '04 (Middleware Support for Pervasive Computing Workshop at the 2nd Conference on Pervasive Computing, Orlando, Florida), March 2004., (2004)

N. Gruschka, F. Reuter, *Checking and signing XML documents on Java Smart Cards - Challenges and Opportunities.*, In: The 6th Smart Card Research and Advanced Application IFIP Conference (Cardis 2004), Toulouse, France, August 2004., (2004)

- N. Luttenberger, J. Reischl, *Datenschutz in der pharmakogenetischen Forschung - eine Fallstudie*, DuD Datenschutz und Datensicherheit, **28/6**, 236 - 363 (2004)
- C. Buschmann, J. Koberstein, *Towards Information Centric Application Development for Wireless Sensor Networks.*, System Support for Ubiquitous Computing Workshop at the Sixth Annual Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2004) in Nottingham, England, September 7, 2004, (2004)
- J. Koberstein, N. Luttenberger, *Shared Information Spaces for Small Devices: The SWARMS Software Concept.*, Workshop on Sensor Networks, GI-Jahrestagung 2004, Ulm, Sept. 22-24, 2004, (2004)
- C. Buschmann, J. Koberstein, *Ein Ansatz zur effizienten Softwareentwicklung für drahtlose Sensornetze auf der Basis von Shared Information Spaces.*, Systemsoftware für Pervasive Computing, Fachgespräch der GI/ITG-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme, Universität Stuttgart, 14.-15. Oktober 2004, (2004)

 **Präsentationen**

- N. Luttenberger, *Ein klarer Satz ist kein Zufall - Vom Schreiben in den technischen Disziplinen*, Auftaktveranstaltung SS 2004 zum Kontaktstudium nach Beruf und Familie, Kiel, 01.04.2004

Multimediale Systeme zur Informationsverarbeitung

Die Arbeitsgruppe **Multimediale Informationsverarbeitung** befasst sich mit der automatischen Analyse von dreidimensionalen Szenen aus Kamerabildfolgen. Schwerpunkt in 2004 waren hierbei die geometrische und visuelle 3D-Rekonstruktion der Szene, die schnelle Realzeit-Verfolgung von Kamera- und Objektbewegungen, sowie die Interaktion von realen und virtuellen Objekten. So wurden die existierenden Software-Algorithmen entscheidend beschleunigt oder durch Graphikhardware unterstützt, um Realzeitanforderungen zu erfüllen.

Im Jahr 2004 wurden neue zwei Projekte im Bereich der Augmented Reality gestartet. Im Projekt BMBF-ARTESAS werden Verfahren zur 3D-Informationsüberlagerung im industriellen Umfeld untersucht. Hierzu wird eine robuste und echtzeitfähige kamerabasierte Bestimmung der 3D-Kopfposition und Sichtrichtung entwickelt, bei der eine Weitwinkelkamera am Kopfräger als Positionssensor eingesetzt wird. Ziel ist die Augmentierung des Sichtfeldes von Service-Technikern im Wartungsbereich bei Automobilen und Flugzeugreparaturen. Das EU-Projekt MATRIS zielt auf die Augmentierung von Videostreamen im TV-Studiobereich. Es wird ein Verfahren zur markerfreien automatischen Bestimmung der Kameraposition entwickelt, welches eine Überlagerung von Zusatzinformationen mit Broadcast-Qualität erlaubt.

Ergebnisse

Echtzeitverfolgung der Kamerabewegung im Rahmen von ARTESAS und MATRIS

Es wurde ein echtzeitfähiges und markerloses AR-Trackingsystem, basierend auf einer Weitwinkel-Fischaugenkamera, entwickelt. Das System ist z.Zt. in der Lage, robust die 3D-Position und Orientierung des Kamerakopfes bei einer Rate von 10 Bildern/s. zu schätzen. Abb. 1 zeigt einen Versuchsaufbau mit Kopfräger und Sensorsystem, bestehend aus 2 Kameras und einem Orientierungssensor.



Abb. 1: Kamerasystem mit Fischaugenkamera, Frontkamera, sowie 3D-Orientierungssensor, montiert auf einem Bauhelm.

Während im Projekt ARTESAS besonders auf kleine und leichte Sensoren sowie auf schnelle Verfolgung Wert gelegt wurde, spielt im Projekt MATRIS die Robustheit und Genauigkeit der Rekonstruktion und der Kamerabestimmung eine entscheidende Rolle. Abb. 2 zeigt eine Studioszene mit 3D-Tiefenkarte und ein Einzelbild aus einer Bildsequenz mit sichrichtiger 3D-Überlagerung (Auto auf Tisch). Es ist hierbei notwendig, viele tausend Bilder bei hohen Datenraten verarbeiten zu können. Zur Bewältigung der großen Datenmengen wurden hardware-unterstützte Echtzeit-Stereoverfahren zur 3D-Rekonstruktion mittel Graphikprozessoren entwickelt. Mit diesen Verfahren reduziert sich die Zeit zur Erstellung einer 3D-Rekonstruktion auf unter 1 Sekunde.

Rekonstruktion der Fahrzeugumgebung mit einer monokularen Schwenk-Neigekamera

Im Rahmen des BMBF-Projektes INVENT (2002-2004) wird untersucht, inwieweit die 3D-Umgebung eines Fahrzeuges mittels einer monokularen Schwenk-Neige-Kamera analysiert und Gefahrensituationen in Vorfahrtssituationen (Rechts-vor-Links, Objektkollision) erkannt werden können.



Abb. 2: Originalbild (links) und Tiefenkarte (rechts) einer Studioszene.



Abb. 3: Augmentierung zweier Bilder der Studioszene durch Hinzufügen eines Automodells

Es wurde ein autonomes kamerabasiertes Kollisionswarnsystem im fahrenden Auto entwickelt, welches robust und mit kurzer Reaktionszeit bewegte Objekte erkennt, welche sich auf Kollisionskurs mit dem Auto befinden. Das System basiert auf der robusten Erkennung der Objekttrajektorie aus dem optischen Fluss mittels Partikelfilteransätzen. Das System wird im INVENT-Demonstrationsfahrzeug in Frühjahr 2005 als Abschlussdemonstration eingesetzt.

Multimedia-Interaktionslabor

Im Interaktionslabor der Arbeitsgruppe wurden die Arbeiten zur automatischen Verfolgung von Personen sowie zur Interaktion fortgeführt. Ziel im Jahr 2004 war die kamerabasierte Erfassung der Extremitäten der Person (Kopf, Füße, Hände). Hierfür wurde ein multisensorieller Ansatz gewählt, bei dem mehrere Kameras als Sensoren für Struktur- und Farberkennung dienen. Alle Bilddaten werden mittels eines Partikelfilter-Ansatzes fusioniert, um robust und schnell die 3D-Position von Kopf, Fuß, und Hand zu bestimmen. Durch 3D-Zeigegesten kann dann ein 3D-Objektzeiger virtuelle Objekte in der Interaktionsszene bestimmen und dort Aktionen auslösen. Weiterhin wurden erfolgreich 3D-Personenmodelle nach MPEG-4 Standard an die reale Person adaptiert und so eine modellbasierte 3D-Personenmodellierung ermöglicht.

 **Personal**

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

Technisches Personal: T. Storm

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

J.-F. Evers-Senne	01.01.-31.12.2004	EU
ORIGAMI/ BMBF ARTESAS		
J.-M. Frahm	01.01.-31.12.2004	CAU
D. Grest	01.01.-31.12.2004	Daimler/CAU
3D-Fahrumgebungserfassung		
K. Koester	01.01.-31.12.2004	EU
MATRIS		

B. Streckel ARTESAS	01.05.-31.12.2004	BMBF
F. Woelk Multimedia-Labor	01.01.-31.12.2004	CAU/WIS
J. Woetzel ORIGAMI /ISH IBAK	01.01.-31.12.2004	EU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Diplomandenseminar, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-F. Evers-Senne)

Multimedia Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm)

Multimedia Communications Practical Exercises, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm)

Visuelle Modellierung, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Koch (+ D. Grest)

Computer Graphik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-F. Evers-Senne)

Vertiefende Übung Multimedia, 8 Std. Praktikum/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm, J.-F. Evers-Senne, F. Woelk, D. Grest, J. Woetzel)

Vertiefende Übung Multimedia, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Koch (+ D. Grest, J. Woetzel, J.-M. Frahm, J.-F. Evers-Senne, J.-F. Woelk)

Sommer 2004

Multimediale Informationsverarbeitung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm)

Seminar Visuelle Modellierung, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Koch (+ D. Grest)

Signalverarbeitung, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ F. Woelk)

Vertiefende Übung Multimedia, 8 Std. Praktikum/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm, J.-F. Evers-Senne, F. Woelk, D. Grest, J. Woetzel)

Vertiefende Übung Multimedia, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm, J.-F. Evers-Senne, J.-F. Woelk, D. Grest, J. Woetzel)

Winter 2004/2005

Computer Graphik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm, F. Woelk)

Diplomandenseminar Multimediale Informationsverarbeitung, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm, F. Woelk)

Multimedia Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Koch (+ J.-M. Frahm)

Seminar Visuelle Modellierung, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Koch (+ F. Woelk)

 **Drittmittel**

EU, *MATRIS Markerless Real-Time Tracking for Augmented Reality Image Synthesis*, 01.02.2004-31.01.2007
(473.851,00 EUR)

BMBF, *Verbundprojekt ARTESAS: Advanced Augmented Reality Technologies for Industrial Service Applications*,
01.03.2004-30.06.2006 (223.736,00 EUR)

TSH, *Entwicklung einer echtzeitfähigen Objektverfolgung auf einem portablen System*, 01.07.2004-31.05.2005
(3.000,00 EUR)

ISH, *Automatische 3D-Oberflächeninspektion von Abwasser-Kanalröhren mittels 3D Bildverarbeitung*,
01.08.2004-31.07.2006 (120.000,00 EUR)

EU, *ORIGAMI, A new paradigm for high-quality mixing of real and virtual environments*, 01.09.2001-30.04.2004
(430.809,00 EUR)

Land/Bund, *Neue Paradigmen der Mensch-Computer Interaktion*, 01.01.2002-31.12.2004 (166.500,00 EUR)

DaimlerChrysler (BMBF), *INVENT Dreidimensionale Fahrumgebungserfassung mit einem bewegten monokularen
Kamerasystem*, 01.01.2002-31.12.2004 (252.645,00 EUR)

 **Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen**

Dr. Rick Szeliski, **Microsoft Research**, Redmont, WA, USA

Prof. Augusto Sarti, Prof. Stefano Tubaro, **Politecnico di Milano**, Mailand, Italien

Dr. Oliver Grau, Dr. Graham Thomas, **BBC Research and Development**, Kingswood, UK

Prof. Fabio Lavagetto, **Universita degli Studi di Genova**, Genua, Italien

Dr. Uwe Franke, Dr. Stefan Gehrig **Daimler-Chrysler Research and Technology**, Esslingen

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

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

Linköping University, Linköping, Schweden

 **Diplom- und Master-Arbeiten**

C Buck, *Robuste Kamera-Selbstkalibrierung aus Kamerabildern und Orientierungsdaten*, 02.03.2004

M Dunda, *Automatische Auswahl der Mehrbildbeziehungen H,F,T in Kamerabildfolgen*, 13.09.2004

 **Veröffentlichungen**

erschienen im Jahre 2004

J.-M- Frahm, K. Köser, R. Koch, *Pose Estimation for Multi-Camera Systems*, Proceeding of DAGM 2004, Tübingen,
Germany August 2004, (2004)

K. Köser, C. Perwass, G. Sommer, *Dense Optic Flow with a Bayesian Occlusion Model*, Proceeding of ECCV-workshop
SCVMA04, Prague, Czech Republic, May 2004 Springer Verlag, (2004)

- F. Woelk, R. Koch, *Robust Monocular Detection of Independent Motion by a Moving Observer*, IWCM, Günzburg, Germany Okt. 2004, Springer Verlag, (2004)
- F. Woelk, R. Koch, *Fast Monocular Bayesian Detection of Independently Moving Objects by a Moving Observer*, 26th DAGM Symposium, Tübingen, Germany, Springer Verlag, 27 - 35 (2004)
- F. Woelk, S. Gehrig, R. Koch, *A Monocular Image based Intersection Assistant*, IEEE Intelligent Vehicles Symposium Parma, Italy June 14-17 2004, (2004)
- J.-F. Evers-Senne, J. Woetzel, R. Koch, *Modelling and Rendering of Complex Scenes with a Multi-Camera Rig*, CVMP 2004, London, Great Britain, March 2004, (2004)
- J. Woetzel, R. Koch, *Multi-camera real-time depth estimation with discontinuity handling on PC graphics hardware*, ICPR 2004 17th International conference on Pattern Recognition, Cambridge, United Kingdom, August 2004, (2004)
- J. Woetzel, R. Koch, *Real-time multi-stereo depth estimation on GPU with approximative discontinuity handling*, CVMP 2004 1st European Conference on visual Media Production, London, United Kingdom, March 2004, (2004)
- D. Grest, R. Koch, *Realtime Multi-Camera Person Tracking for Immersive Environments*, IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing 2004, Oct. 2004, Siena, Italy, (2004)
- R. Koch, *Visual Modeling with Hand-Held Camera*, International Journal of Computer Vision, 59, 207 - 232 (2004)

Patent-Anmeldungen

- R. Koch, *Verfahren zur Rotationskompensation sphärischer Bilder*, Deutsches Patentamt München, 08.04.2004, 10 2004 017 7300.9
- D. Jahn, M. Hamadou, D. Stricker, J. Weidenhausen, J. Platonov, P. Meier, J.-F. Evers, J.-M. Frahm, *Verfahren und Systeme zur Bestimmung der Benutzerposition für Augmented Reality Anwendungen*, Deutsches Patentamt München, 03.06.2004, 10 2004 027 270.0

Präsentationen

- J.-M. Frahm, *Pose Estimation for Multi-Camera Systems*, DAGM 2004, Tübingen, Germany, 30.08.2004
- K. Koeser, *Dense Optic Flow with a Bayesian Occlusion Model*, ECCV-workshop SCVMA04, Prag, Tschechien, 15.05.2004
- F. Woelk, *Robust Monocular Detection of Independent Motion by a Moving Observer*, IWCM, Günzburg, Deutschland, 11.10.2004
- F. Woelk, *Fast Monocular Bayesian Detection of Independently Moving Objects by a Moving Observer*, DAGM, Tübingen, Deutschland, 30.08.2004
- F. Woelk, *A Monocular Image based Intersection Assistant*, IEEE, Parma, Italien, 16.06.2004
- J.-F. Evers-Senne, *Modelling and rendering of Complex Scenes with a Multi-Camera Rig*, CVMP, London, Großbritannien, 15.03.2004
- J. Woetzel, *Multi-camera real-time depth estimation with discontinuity handling on PC graphics hardware*, ICPR, Cambridge, Großbritannien, 23.08.2004
- J. Woetzel, *Real-time multi-stereo depth estimation on GPU with approximative discontinuity handling*, CVMP, London, Großbritannien, 15.03.2004
- R. Koch, *Realtime Multi-Camera Person Tracking for Immersive Environments*, IEEE, Siena, Italien, 30.09.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Der *Girls' Day* am 22. April 2004 stand im Zeichen von Schülerinnen der 11ten bis 13ten Jahrgänge. Der Beitrag *Interaktive 3D Computergraphik* der Arbeitsgruppe Multimediale Informationsverarbeitung fand im Multimedialabor statt und hatte ein großes Echo.

Am 14.05.04 fand die *night of the profs* statt. In der langen Vorlesungsnacht an der Kieler Uni hielt Professor Koch einen Vortrag mit dem Titel **Computer-Visionen: Der Einsatz von Bildverarbeitung und Computergraphik in interaktiven visuellen**

Medien.

Jan-Michael Frahm wurde zu einem 3-monatigen Forschungsaufenthalt zu Microsoft Research, Redmont, USA in die Arbeitsgruppe „Image-based Realities“ eingeladen.

Professor Koch wurde für 3 Jahre in das Technische Komitee der DAGM gewählt.

Interuniversitäre Gremien

- Vorsitzender des Prüfungsausschusses „Ingenieurinformatik“
- Transdisziplinäre Kommission zum Studiengang „Phonetik und Sprachverarbeitung“
- Gemeinsame Kommission der Christian-Albrechts-Universität, der Fachhochschule Kiel und der Muthesius Schule für den Multimedia-Campus Kiel

Gutachtertätigkeit

Mitglied in folgenden Programm-Komitees internationaler Tagungen:

- DAGM 2004: Symposium der Deutschen Arbeitsgemeinschaft Mustererkennung, Tübingen
- VMV 2004: International Workshop on Vision, Modeling, and Visualisation, Stanford
- CVMP 2004, London
- SSIAl 2004, Lake Tahoe

Gutachter für folgende Zeitschriften:

- IEEE Transactions for Pattern Analysis and Machine Intelligence
- IEEE-IE Transactions IE, Special Issue on Optomechatronics
- Springer Verlag, Buchbegutachtungen
- IEE - VIS vision, Image & Signal Processing Journal
- International Journal of Image and Graphics
- LNCS Springer Series

Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion

Überschattet wurde die wissenschaftliche Arbeit im Berichtszeitraum durch die vom Dekanat zum Jahresbeginn 2004 durchgeführten signifikanten Einschränkungen bei der Genehmigung von Dienstreisen. Aus diesem Grund konnten nicht alle ursprünglich geplanten wissenschaftlichen Tätigkeiten durchgeführt, beziehungsweise nur zum Teil zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht werden. Aus diesem Grund kann im folgenden nur über die vollständig durchgeführten Tätigkeiten berichtet werden.

Die Arbeiten des Lehrstuhls für Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion konzentrierten sich auf den Bereich des Entwurfs, der Realisierung und der Anwendung von Programmiersprachen zur zuverlässigen Programmierung komplexer Systeme. Die Untersuchungen reichten dabei von objektorientierten Entwurfsmethoden über die Analyse verteilter Systeme bis zur Implementierung und Anwendung deklarativer Programmiersprachen. Unterstützt wurden die wissenschaftlichen Arbeiten durch die DFG. Im Berichtszeitraum führten die internationalen Kontakte zur Technischen Universität Valencia (Spanien), zur Portland State University (USA) und zur University of Kent (England) zu erfolgreichen gemeinsamen Forschungsarbeiten. Darüberhinaus wurde im Berichtszeitraum ein von der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung gefördertes Projekt zur Entwicklung eines Leistungspunktesystems in den Fachbereichen Elektrotechnik und Informatik abgeschlossen.

Ergebnisse

Im Berichtszeitraum lag der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten im Bereich der deklarativen Programmiersprachen, was auch durch entsprechende Drittmittel unterstützt wurde. Die Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Valencia, die vom DAAD durch Bereitstellung von Reisemitteln initiiert wurde, ist im Berichtszeitraum fortgeführt worden. Ziel dieser Zusammenarbeit ist die Entwicklung neuer Techniken zum Debugging deklarativer Programmiersprachen. Deklarative Programmiersprachen abstrahieren stärker von konkreten Rechnerarchitekturen und bieten daher ein höheres Programmierniveau als herkömmliche Programmiersprachen. Insbesondere liegt ihnen ein anderes Ausführungsmodell zugrunde, welches sich aus Gründen 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 wurden in diesem Projekt neue Debugging-Methoden entwickelt, die auf die Besonderheiten deklarativer Programmiersprachen zugeschnitten sind. Nachdem in den Vorjahren durch die Definition einer geeigneten Semantik ein theoretisches Fundament für Debugging-Methoden gelegt worden ist, sind bei gegenseitigen Besuchen Tracing-Methoden entwickelt worden, die in Kiel in ein Debugging-Werkzeug umgesetzt worden sind, mit dem man den Berechnungsverlauf auf einem abstrakten Niveau verfolgen und daher Fehler leicht aufspüren kann. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Zusammenarbeit war die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zum Performance-Debugging, d.h. zur Beobachtung von Programmen bezüglich ihres Ressourcenverbrauchs. Ziel ist dabei das Erkennen von Programmteilen, die besonders viel Zeit oder Speicher verbrauchen, um diese Programmteile gezielt zu optimieren. Zu diesem Zweck wurde ein Profiling-Werkzeug entwickelt, mit dem der Ressourcenverbrauch deklarativer Programme sowohl symbolisch (bezüglich einzelner Basisoperationen) als auch in realen Größen analysiert werden kann.

In einer weiteren Zusammenarbeit mit der University of Kent (England) wurde ein Programmierwerkzeug entwickelt, mit dem man Berechnungen in logisch-funktionalen Programmen beobachten kann, in dem man bestimmte Programmobjekte zur Beobachtung kennzeichnet. Da diese Beobachtungsobjekte sowohl Daten als auch Funktionen oder logische Variablen sein können, kann sich der Programmierer hiermit einen guten Überblick über die Auswertung der jeweiligen Programmobjekte in einem Programmablauf verschaffen.

Im Berichtszeitraum wurde auch eine Zusammenarbeit mit der Portland State University (USA) fortgeführt, bei der neue Techniken zur Implementierung deklarativer Sprachen entwickelt wurden. Insbesondere wurde eine virtuelle Maschine

zur Übersetzung deklarativer Programme entworfen. Diese Maschine basiert auf neuesten Erkenntnissen zur Theorie der optimalen Auswertung deklarativer Programme. Darüberhinaus realisiert diese Maschine im Gegensatz zu bisherigen Implementierungen eine faire Suchstrategie zur Abarbeitung nichtdeterministischer Berechnungen.

Um die Praxis der Programmierung mit deklarativen Sprachen zu verbessern, wurden im Berichtszeitraum neue Beiträge zum Entwurf und Anwendung dieser Sprachen geleistet. Im Bereich des Sprachentwurfs wurde ein neues Konzept zur funktionalen Abkapselung nichtdeterministischer Teilberechnungen entwickelt. Im Bereich der Anwendungsprogrammierung wurde ein neues Konzept zur Verwaltung persistenter Daten in deklarativen Programmen vorgeschlagen und praktisch umgesetzt. Hierdurch wird eine für den Programmierer einfache und sichere Einbindung relationaler Datenbanken in deklarative Programme ermöglicht.

In einem von der BLK geförderten Verbundprojekt zur Einführung von Leistungspunktsystemen wurden Studien zur Erfassung des studentischen Arbeitsaufwandes, die die Basis zur Vergabe von Leistungspunkten bildet, durchgeführt. Darüberhinaus wurden verschiedene Softwarelösungen zur administrativen Unterstützung bei der Durchführung von Bachelor- und Masterstudiengängen entwickelt, wie z.B. ein Web-basiertes Modulinformationssystem, ein Web-basiertes Fragebogenportal und ein konfigurierbares Prüfungsinformationssystem.

Vom 8. bis 10. September 2004 fand in Lübeck der 16th International Workshop on the Implementation and Application of Functional Languages (IFL'04) statt, welcher von Dr. Frank Huch (CAU) zusammen mit Dr. Clemens Grelck (Universität zu Lübeck) organisiert wurde. IFL'04 zählt zu den wichtigsten Workshops im Bereich der funktionalen Programmierung und fand mit insgesamt 58 Teilnehmern aus 11 Ländern eine erfreulich gute Resonanz. In 40 Vorträgen wurden Spracherweiterungen, verbesserte Implementierungstechniken, innovative Anwendungen und Werkzeuge vorgestellt und diskutiert. Die Proceedings erschienen als Technischer Bericht Nummer 0408 des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik der CAU Kiel. Nach dem Workshop wurden überarbeitete Papiere nach internationalen Konferenzstandards durch ein international besetztes Programmkomitee begutachtet. Die akzeptierten 14 Papiere werden in der Springer-Reihe Lecture Notes in Computer Science im Jahr 2005 veröffentlicht.

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit beteiligte sich der Lehrstuhl an der Durchführung des Girls' Day und Tag der Informatik am 22. April 2004. Hierbei erhielten die Schülerinnen die Möglichkeit, mit einfachen Hilfsmitteln schnell eine persönliche Web-Seite zu erstellen und diese mit einem Photo zu versehen (siehe Abbildung).



Abb. 1: Die Besucherinnengalerie des Girls' Day 2004

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inform. B. Bennemann Leistungspunkte	01.01.-31.12.2004	BLK
Dipl.-Inform. B. Braßel Analyse deklarativer Programmiersprachen	01.01.-31.12.2004	DFG + CAU
Priv.-Doz. Dr. W. Goerigk	01.01.-31.12.2004	CAU
Dr. F. Huch	01.01.-31.12.2004	CAU
Dipl.-Inform. K. Höppner	01.01.-31.12.2004	CAU
Dr. F. Simon	01.01.-31.12.2004	CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Informatik I (Programmierung), 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Hanus (+ R. Berghammer, W. Goerigk, K. Höppner)

Programmierpraktikum P1, 3 Std. Praktikum/Woche,
M. Hanus, F. Huch

Übersetzerbau, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Hanus (+ F. Huch)

Programmiertechniken für die Künstliche Intelligenz, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
F. Simon

Implementierung objektorientierter Sprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Goerigk

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus

Arbeitsgemeinschaft Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus, R. Berghammer

Sommer 2004

Deklarative Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Hanus (+ K. Höppner)

Fortgeschrittenen-Praktikum WebFun, 4 Std. Praktikum/Woche,
F. Huch

Systematisches Programmieren, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
F. Simon

Implementierung von Programmiersprachen, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus (+ K. Höppner)

Softwaretechnik zum Zertifizieren von Systeme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Goerigk

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus

Arbeitsgemeinschaft Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus, R. Berghammer

Winter 2004/2005

Prinzipien von Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Hanus (+ F. Huch)

Probleme beim Bau voll korrekter Übersetzer, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Goerigk

Objektorientierte Programmierung, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
F. Simon

Fortgeschrittenen-Praktikum Internet-Programmierung, 4 Std. Praktikum/Woche,
M. Hanus, B. Braßel

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus

Arbeitsgemeinschaft Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Hanus, R. Berghammer

Drittmittel

DFG, *Eine Analyse- und Programmierumgebung für deklarative Sprachen*, 01.02.2002-30.09.2004 (117085 EUR)

BLK, *Entwicklung eines Leistungspunktesystems an Hochschulen*, 01.10.2001-30.09.2004 (123469 EUR)

DFG, *Systematische Fehlersuche in deklarativen Programmen*, 01.10.2004-31.12.2006 (127087 EUR)

DFG, *Konferenzreise zur PADL 2004*, 17.-20.06.2004 (914 EUR)

DFG, *Konferenzreise zur ICFP 2004*, 18.-23.09.2004 (1367 EUR)

DFG, *Konferenz IFL 2004*, 08.-10.10.2004 (10000 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Während des Berichtszeitraumes erfolgten Kooperationen mit:

RWTH Aachen (Volker Stolz)

University of Kent (Olaf Chitil)

Universität Lübeck (Clemens Grelck)

Universidad Complutense Madrid (Elvira Albert)

Universität Oldenburg (Thomas und Ulrike Scheidsteger)

Technische Universität Valencia (Maria Alpuente, Salvador Lucas, Josep Silva, German Vidal)

Portland State University (Sergio Antoy und Andrew Tolmach)

Diplom- und Master-Arbeiten

Michael Westphal, *Zur Realisierung von Balanced Scorecards im Rahmen von SAP - Ein konzeptioneller Vergleich*,
18.05.2004

Enno Rohlack, *Zur computergestützten Untersuchung von Kapitalmärkten mittels Technischer Analyse - Implementierung mit Java nach der MVC-Architektur*, 21.09.2004

Sekib Omazic, *Entwurf und Implementierung eines Internetportals für e-Business mit Design Patterns*, 08.11.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- S. Antoy, M. Hanus, *Concurrent Distinct Choices*, Journal of Functional Programming, (2004)
- M. Alpuente, M. Hanus, S. Lucas, G. Vidal, *Specialization of Functional Logic Programs Based on Needed Narrowing*, Journal of Theory and Practice of Logic Programming, (2004)
- E. Albert, M. Hanus, F. Huch, J. Oliver, G. Vidal, *Operational Semantics for Declarative Multi-Paradigm Languages*, Journal of Symbolic Computation, (2004)
- M. Hanus, *Dynamic Predicates in Functional Logic Programs*, Journal of Functional and Logic Programming, 5, (2004)
- B. Braßel, M. Hanus, F. Huch, *Encapsulating Non-Determinism in Functional Logic Computations*, Journal of Functional and Logic Programming, 6, (2004)
- B. Braßel, O. Chitil, M. Hanus, F. Huch, *Observing Functional Logic Computations*, Proc. of the Sixth International Symposium on Practical Aspects of Declarative Languages, PADL'04, Springer LNCS 3057, 193 - 208 (2004)
- B. Braßel, M. Hanus, F. Huch, G. Vidal, *A Semantics for Tracing Declarative Multi-Paradigm Programs*, Proc. of the 6th International ACM SIGPLAN Conference on Principles and Practice of Declarative Programming, PPDP 2004, ACM Press, 179 - 190 (2004)
- S. Antoy, M. Hanus, J. Liu, A. Tolmach, *A Virtual Machine for Functional Logic Computations*, Pre-Proceedings of the 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages, IFL 2004, 169 - 184 (2004)
- M. Hanus, *Dynamic Predicates in Functional Logic Programs*, Proc. 13th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming, WFLP 2004, 62 - 73 (2004)
- B. Braßel, M. Hanus, F. Huch, *Encapsulating Non-Determinism in Functional Logic Computations*, Proc. 13th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming, WFLP 2004, 74 - 90 (2004)
- B. Braßel, M. Hanus, F. Huch, J. Silva, G. Vidal, *Run-Time Profiling of Functional Logic Programs*, Pre-Proceedings of the International Symposium on Logic-based Program Synthesis and Transformation, LOPSTR'04, 178 - 189 (2004)
- M. Hanus, *Functional Logic Programs with Dynamic Predicates*, Proc. 21. Workshop der GI-Fachgruppe Programmiersprachen und Rechenkonzepte, (2004)
- M. Hanus, D. Seipel, U. Geske, O. Bartenstein, *Proceedings of the 15th International Conference on Applications of Declarative Programming and Knowledge Management and the 18th Workshop on Logic Programming*, Technical Report 327, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, (2004)
- M. Hanus, D. Seipel, U. Geske, O. Bartenstein, *Applications of Declarative Programming and Knowledge Management*, Springer Lecture Notes in Computer Science 3392, (2004)
- F. Huch, V. Stolz, *Runtime Verification of Concurrent Haskell Programs*, Proceedings of the Fourth Workshop on Runtime Verification, ENTCS, 113, (2004)
- F. Huch, *Searching for Deadlocks while Debugging Concurrent Haskell Programs*, Proc. des 12. Kolloquiums Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, (2004)
- F. Huch, J. Christiansen, *Searching for Deadlocks while Debugging Concurrent Haskell Programs*, Proceedings of the Ninth ACM SIGPLAN International Conference on Functional Programming (ICFP '04), ACM Press, 28 - 39 (2004)
- F. Huch, *Implementation and Application of Functional Languages*, Technical Report 0408 des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik, (2004)
- M. Alpuente, M. Hanus, S. Lucas, G. Vidal, *Specialization of Functional Logic Programs Based on Needed Narrowing*, Computing Research Repository (CoRR), <http://arXiv.org/abs/cs.PL/0403011>, (2004)
- B. Bennemann, T. Scheidsteger, U. Scheidsteger, *Studie zur Modularisierung von Studiengängen und Einführung von Leistungspunktsystemen*, BLK_V2_2/2004, (2004)

- B. Bennemann, *Begriffsdefinition und Erfassung von Workload im Fach Informatik an der Universität Kiel*, BLK_V2_4/2004, (2004)
- B. Bennemann, T. Scheidsteger, *Entwicklung und prototypische Umsetzung einer verteilten heterogenen Moduldatenbank*, BLK_V2_5/2004, (2004)
- B. Bennemann, B. Braßel, *Konzept und prototypische Realisierung eines flexiblen Prüfungsverwaltungssystems*, BLK_V2_8/2004, (2004)
- B. Braßel, *TypeHope - There is Hope for your Type Errors*, Proceedings of the 18th Workshop on Logic Programming 2004, 90 - 101 (2004)
- B. Braßel, *COOSy - The Curry Object Observation System*, Proc. des 12. Kolloquiums Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, (2004)
- B. Braßel, *TypeHope - There is Hope for your Type Errors*, Pre-Proceedings of the 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages, IFL 2004, 185 - 198 (2004)
- B. Braßel, S. Fischer, *Correcting Type Errors in Declarative Programs*, Pre-Proceedings of the 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages, IFL 2004, 199 - 209 (2004)

Präsentationen

- M. Hanus, *Multiparadigmen-Programmierung*, Kolloquium, RWTH Aachen, Aachen, 15.01.2004
- M. Hanus, *Multiparadigmen-Programmierung*, Kolloquium, Universität der Bundeswehr München, München, 02.04.2004
- M. Hanus, *Dynamic Predicates in Functional Logic Programs*, 13th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming (WFLP 2004), Aachen, 01.06.2004
- M. Hanus, *Observing Functional Logic Computations*, Sixth International Symposium on Practical Aspects of Declarative Languages (PADL'04), Dallas, USA, 19.06.2004
- M. Hanus, *A Virtual Machine for Functional Logic Computations*, 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages (IFL 2004), Lübeck, 08.10.2004
- M. Hanus, *Dynamic Predicates in Functional Logic Programs*, 21. Workshop der GI-Fachgruppe 2.1.4, Bad Honnef, 05.05.2004
- F. Huch, *Tracing Curry by Program Transformation*, 21. Workshop der GI-Fachgruppe 2.1.4, Bad Honnef, 05.05.2004
- F. Huch, *Fehlersuche in nebenläufigen Haskell Programmen*, 12. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- F. Huch, *A Semantics for Tracing Declarative Multi-Paradigm Programs*, 6th ACM-SIGPLAN International Conference on Principles and Practice of Declarative Programming, Verona, Italien, 25.08.2004
- F. Huch, *Searching for deadlocks while debugging concurrent Haskell programs*, 2004 International Conference on Functional Programming, Snowbird, USA, 19.09.2004
- F. Huch, *Model Checking Erlang Programs - LTL-Propositions and Abstract Interpretation*, 3. Arbeitstagung Programmiersprachen (ATPS 2004) auf der GI-Jahrestagung, Ulm, 24.09.2004
- B. Bennemann, *Umfrageergebnisse zur Arbeitsbelastung von Studierenden im Fach Informatik an der Uni Kiel*, BLK-Verbundtreffen, Furtwangen, 12.07.2004
- B. Bennemann, *Vorstellung des Fragebogenportals zur Eingabe und Auswertung von Fragebögen*, BLK-Verbundtreffen, Furtwangen, 12.07.2004
- B. Bennemann, *Austausch von Modulbeschreibungen im Verbund 2*, BLK-Verbundtreffen, Furtwangen, 12.07.2004
- B. Braßel, *TypeHope - There is Hope for your Type Errors*, 18th Workshop on Logic Programming, Potsdam, 05.03.2004
- B. Braßel, *Werkzeuge zur Fehlersuche für Funktional-Logische Sprachen*, 12. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- B. Braßel, *Encapsulating Non-Determinism in Functional Logic Computations*, 21. Workshop der GI-Fachgruppe 2.1.4, Bad Honnef, 05.05.2004
- B. Braßel, *Encapsulating Non-Determinism in Functional Logic Computations*, 13th International Workshop on Functional

and (Constraint) Logic Programming, Aachen, 01.06.2004

B. Braßel, *Konzept eines flexiblen Prüfungsverwaltungssystems*, BLK-Verbundtreffen, Furtwangen, 12.07.2004

B. Braßel, *TypeHope - There is Hope for your Type Errors*, 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages, Lübeck, 09.09.2004

S. Fischer, *Correcting Type Errors in Declarative Programs*, 16th International Workshop on Implementation and Application of Functional Languages, Lübeck, 09.09.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

M. Hanus: Vorsitzender des Programmkomitees des 18th Workshop on (Constraint) Logic Programming, Potsdam, 2004

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee der FLOPS 2004 (7th International Symposium on Functional and Logic Programming), Nara (Japan), 2004

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee der PADL 2004 (6th International Symposium on Practical Applications of Declarative Languages), Dallas (Texas), 2004

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von WFLP 2004 (13th International Workshop on Functional and (Constraint) Logic Programming), Aachen, 2004

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von RULE 2004 (5th International Workshop on Rule-Based Programming), Aachen, 2004

M. Hanus: Organisation von MultiCPL'04 (3rd International Workshop on Multiparadigm Constraint Programming Languages) im Rahmen der ICLP 2004 (International Conference on Logic Programming), Saint Malo (Frankreich), 2004 (zusammen mit Elvira Albert, Universidad Complutense Madrid, Petra Hofstedt Technische Universität Berlin, Peter Van Roy, Université catholique de Louvain)

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee von TechLP 2004 (First International Workshop on Teaching Logic Programming) im Rahmen der ICLP 2004 (International Conference on Logic Programming), Saint Malo (Frankreich), 2004

M. Hanus: Mitglied im Programmkomitee des 19th Workshop on (Constraint) Logic Programming, Ulm, 2005

M. Hanus: Mitglied im Steering Committee der PPDP-Konferenzen (International ACM SIGPLAN Conference on Principles and Practice of Declarative Programming)

M. Hanus: Mitglied im Editorial Board des Journal of Functional and Logic Programming

M. Hanus: Sprecher der Fachgruppe FG 2.1.4 Programmiersprachen und Rechenkonzepte der Gesellschaft für Informatik e.V.

M. Hanus: Evaluation von Projekten für die Europäische Kommission

M. Hanus: Begutachtung von Projektanträgen für die Deutsche Forschungsgemeinschaft

W. Goerigk, M. Hanus: Organisation und Programmkomiteevorsitzende der 3. Arbeitstagung „Programmiersprachen“ (ATPS'04), Ulm, 2004 (in Zusammenarbeit mit der GI-Jahrestagung 2004)

F. Huch: Organisation und Programmvorsitzender des 16th International Workshop on the Implementation and Application of Functional Languages, 8.-10.9.2003, Lübeck

F. Huch: Stellvertretender Sprecher der Fachgruppe FG 2.1.4 Programmiersprachen und Rechenkonzepte der Gesellschaft für Informatik e.V.

F. Simon: Mehrere Vorträge im Rahmen der Lehrerfortbildung des IQSH

W. Goerigk: Sprecher der Fachgruppe FG 2.1.4 Programmiersprachen und Rechenkonzepte der Gesellschaft für Informatik e.V.

W. Goerigk: Stellvertretender Sprecher der Fachgruppe FG 1.1.1 Deklarative Sprachen der Gesellschaft für Informatik e.V.

W. Goerigk: Mitglied des Fachbereich 2 Softwaretechnik der Gesellschaft für Informatik e.V.

W. Goerigk: Veranstalter und Mitglied im Programm- und Organisationskomitee des Workshops Programmiersprachen und Rechenkonzepte der GI-Fachgruppe 2.1.4, Bad Honnef, Mai 2004

Rechnergestützte Programmentwicklung

Die Forschung der Arbeitsgruppe konzentrierte sich im Berichtszeitraum, wie auch schon in den vergangenen Jahren, insbesondere auf die Grundlagen von Programmiersprachen und formale Methoden der Programmierung, die Entwicklung und Untersuchung von evolutionären Algorithmen sowie 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 in den letzten 10 Jahren selbst entwickelten System RelView eines der ausgereiftesten und effizientesten Werkzeuge für dieses Gebiet, welches international anerkannt und weltweit im Einsatz ist und eine ausgezeichnete Rolle im Arbeitsbereich WA 2 „Mechanization of relational reasoning“ der EU COST Action 274 TARSKI einnimmt.

Ergebnisse

Aus vielfältigen Gründen gewinnen formale Methoden zur Erstellung von Programmen immer stärkere Bedeutung. Klar ist, daß der Einsatz von Programmen in sehr sicherheitskritischen Bereichen nur dann zu verantworten ist, wenn eine weitgehende Funktionsgarantie gegeben werden kann. Aber sogar Wirtschaftlichkeit ist mittlerweile ein Grund für Korrektheit geworden, denn Fehler und die Folgekosten für ihre Beseitigung erhöhen die Gesamtkosten eines Produkts oft unangemessen.

Unsere Arbeitsgruppe verfolgt seit Jahren deshalb das Ziel, Algorithmen formal als Programme aus gegebenen mathematischen Spezifikationen herzuleiten. Sie bedient sich dabei der in der Informatik seit langem bekannten Kalküle, Techniken und Methoden. Im Berichtszeitraum wurde insbesondere die Verwendung von Hilfsvariablen bei imperativen Programmen untersucht, d.h. von Variablen, die nur zu Vereinfachungszwecken eingeführt werden (beispielsweise bei Beweisen) und für die eigentliche Berechnung der Ergebnisse irrelevant sind. Mit Hilfe von sogenannten Beweisskizzen und unter Verwendung von schwächsten liberalen Vorbedingungen war es möglich, formal zu zeigen, daß das Einführen und Entfernen von Hilfsvariablen die Bedeutung nicht verändert, also die ursprüngliche und die veränderte Beweisskizze die gleiche Korrektheitsaussage beschreiben. Die untersuchten Anwendungen stammten aus den Bereichen Approximationsalgorithmen und Programmspezialisierung.

Im Bereich der evolutionären Algorithmen konzentrierte sich die Arbeit auf die Analyse einfacher evolutionärer Algorithmen für Probleme aus der Graphentheorie und der kombinatorischen Optimierung. Zunächst wurden hierbei polynomiell lösbare Probleme betrachtet und diese bezüglich der erwarteten Laufzeit analysiert. Die Analyse von Problemen aus der Komplexitätsklasse P kann als Startpunkt für die Analyse von evolutionären Algorithmen für schwierigere Probleme gesehen werden. Es wurde gezeigt, daß evolutionäre Algorithmen Eulerkreise von Graphen in erwarteter polynomieller Zeit berechnen können, jedoch eine exponentielle erwartete Zeit haben, falls der Mutationsoperator geändert wird. In Zusammenarbeit mit Prof. Ingo Wegener von der Universität Dortmund wurden randomisierte lokale Suche und ein einfacher evolutionärer Algorithmus für das Problem minimal spannender Bäume von Graphen betrachtet. Hierbei wurden exakte Schranken für die Lösung dieses Problems angegeben. Aufbauend auf diese Ergebnisse wurde das NP-schwierige multikriterielle minimale Spannbaumproblem analysiert und gezeigt, welche Lösungen von einem evolutionären Algorithmus in erwarteter pseudopolynomieller Zeit berechnet werden können.

Nachdem mit der Beendigung der Dissertation von Ulf Milanese und im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Ernst-Erich Doberkat von der Universität Dortmund (Lehrstuhl Software-Technologie) die Entwicklung des relationalen algebraischen Werkzeugs RelView und der aus ihm abgeleiteten C- bzw. Java-Bibliothek Kure am Ende des Jahres 2003 zu einem gewissen Abschluß gebracht werden konnte, konzentrierten sich die Arbeiten im Jahr 2004 insbesondere auf die Anwendung dieser Systeme.

Eine Reihe von Fallstudien befaßte sich dabei mit der Kombination von Relationenalgebra, RelView und der OBDD-Implementierung von Relationen zur exakten Lösung schwieriger Probleme. Beispiele hierzu sind die Berechnung von größten Cliques von Graphen, das Testen von Erfüllbarkeit bei Booleschen Formeln (bzw. die Aufzählung der erfüllenden

Belegungen), die Bestimmung von Schnittvervollständigungen von Ordnungen bzw., als Verallgemeinerung davon, die Bestimmung von Begriffsverbänden in der Begriffsanalyse, schwierige Fragen aus der Theorie der Petri-Netze (wie Erreichbarkeit oder Lebendigkeit) und aus der Geometrie (wie die Berechnung von sogenannten „Blocking Sets“). Die teils sehr positiven Ergebnisse zeigen nicht nur die große Bandbreite der relationalen Methoden bei solchen Aufgabenstellungen. Sie demonstrieren auch, daß der gewählte Ansatz in vielen Fällen durchaus mit bekannten und mittlerweile klassischen Ansätzen zur exakten Lösung von schwierigen Problemen (wie Branch and Bound, dynamische Programmierung, lokale Suche) konkurrieren kann.

RelView bietet verschiedene Funktionen zur Erzeugung zufälliger Relationen. Diese wurden dazu benutzt, einfache evolutionäre Algorithmen relational zu implementieren. Es wurde ein einfacher evolutionärer Algorithmus für die Berechnung von Knotenüberdeckungen von Graphen betrachtet und für diesen eine relationale Implementierung angegeben. Theoretische Studien evolutionärer Algorithmen zeigen, daß die Laufzeit dieser Algorithmen verbessert werden kann, falls eine parallele Auswertung der Suchpunkte möglich ist. Aufgrund einer parallelen relationalen Auswertung einer Menge von Individuen, welche explizit durch einen relationalen Ausdruck beschrieben ist und implizit durch die OBDD-Implementierung von Relationen realisiert wird, konnte gezeigt werden, daß sich die Laufzeit des relationalen evolutionären Algorithmus wesentlich verbessert. Zudem wurde die Güte der erzeugten Lösungen mit bekannten relationalen Verfahren verglichen und gezeigt, daß der parallelisierte evolutionäre relationale Algorithmus diesen Verfahren in dieser Hinsicht ebenfalls überlegen ist. Die hierbei entwickelten Methoden wurden erweitert, um sie auf Stundenplanprobleme anwenden zu können. Dies stützt sich auf die Reduktion dieses Problems auf das Problem der größten unabhängigen Knotenmengen in Graphen, welche mit rein relationalalgebraischen Mitteln bewiesen wurde.

Neben den eben beschriebenen Anwendungen, die sich hauptsächlich innerhalb der Arbeitsgruppe „Rechnergestützte Programmentwicklung“ abspielten, wurde das RelView-System im Berichtszeitraum in Verbindung mit nationalen und internationalen Forschergruppen noch in weiteren Bereichen eingesetzt. Als Beispiele seien genannt: Entscheidungstheorie (Tilburg und Warschau), Model Checking für Modallogik (Manchester) und Software-Architektur und Re-Engineering (Dortmund). Diese Zusammenarbeit geschah in der Regel im Rahmen des von der EU geförderten Projekts TARSKI (COST Action 274).

Personal

Leiter: Prof. Dr. Rudolf Berghammer; Sekretariat: Ulrike Pollakowski-Geuther

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. Martin Halfpap	01.01.-31.12.2004	CAU 25%
Abgeordnete Lehrkraft		
Dipl.-Inform. Britta Kehden	15.01.-31.12.2004	CAU
Untersuchung von Inzidenzstrukturen mittels relationaler Methoden		
Dipl.-Inform. Frank Neumann	01.01.-31.12.2004	CAU
Untersuchungen zu evolutionären Algorithmen.		

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Verbands- und Relationentheorie mit Anwendungen in der Informatik, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche, Rudolf Berghammer (+ Frank Neumann)

Didaktik der Informatik I, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche, Martin Halfpap

Evolutionäre Algorithmen, 2 Std. Seminar/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Frank Neumann)

Software-Praktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Frank Neumann)

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. AG/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Anand Srivastav, Hans Langmaack, M. Hanus)

Sommer 2004

Semantik von Programmiersprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Frank Neumann)

Formale Methoden der Programmierung und unterstützende Werkzeuge, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden)

Didaktik der Informatik I, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Martin Halfpap

Rechnergestützte Programmentwicklung, 2 Std. Seminar/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden, Frank Neumann)

Software-Praktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Frank Neumann)

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. AG/Woche,
Rudolf Berghammer (+ M. Hanus)

Winter 2004/2005

Informatik I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden, Frank Neumann)

Programmierpraktikum zu Informatik I, 2 Std. Praktikum/Woche,
Rudolf Berghammer (+ Britta Kehden, Frank Neumann)

Informatik, Logik und Mathematik, 2 Std. AG/Woche,
Rudolf Berghammer (+ M. Hanus)

Drittmittel

DFG, *Unterstützung einer wiss. Reise*, 01.01.-31.12.2004 (2.540,00 EUR)

EU Cosst Action 274 TARSKI, *Reisen und STSM*, 01.01.-31.12.2004 (4.500,00 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

- Projekts „Teachware“ (Erstellung von Software zur Unterstützung der Lehre): W. Dosch (Lübeck).
- Formale Programmentwicklung durch Transformationen: W. Dosch (Lübeck), B. Möller (Augsburg), G. Schmidt (München).
- Anwendungen von relationalen Methoden in der Informatik: B. Möller und G. Struth (Augsburg), G. Schmidt (München), E.-E. Doberkat und A. Fronk (Dortmund), viele Beteiligte an der EU COST Action 274 TARSKI.
- Anwendungen von RelView bei geometrischen Problemen: D. Betten (Mathematisches Seminar der CAU).

- Evolutionäre Algorithmen: I. Wegener (Dortmund) und M. Laumanns (Zürich).
- Zusammenarbeit mit der Industrie im Rahmen von Diplomarbeiten:
Firma CrossSoft, Kiel.
- Gäste der Arbeitsgruppe im Berichtszeitraum waren
 - A. Fronk (Dortmund), 22. - 26. 3. 2004,
 - R. Schmidt (Manchester), 10. - 19.5. 2004,
 - H. de Swart (Tilburg), 27.9. - 2.10. 2004,
 - A. Rusinowska (Warschau), 27.9. - 2.10. 2004.
 - A. Fronk (Dortmund), 18. - 23.10. 2004,

▶ Diplom- und Master-Arbeiten

- D. Sommer, *MLBuilder: Entwurf und Implementierung einer graphischen Benutzeroberfläche für SML/NJ*, 30.09.2004
 D. Schultheis, *Entwicklung und Implementierung einer regulären Sprache zur Befundaufnahme von Zahnerkrankungen*, 30.09.2004

▶ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

Rudolf Berghammer, B. Möller, *Relational and Kleene algebraic methods in Computer Science*, Springer LNCS, **3051**, (2004)

Rudolf Berghammer, R. Schneider, *Qualitätsverlust? Die Akkreditierung des BA-Studiengangs Informatik in Kiel*, Forschung und Lehre, **10**, 543 - 545 (2004)

Rudolf Berghammer, *Computation of cut completions and concept lattices using relational algebra and RelView*, Journal on Relational Methods in Computer Science, **1**, 50 - 72 (2004)

Rudolf Berghammer, A. Fronk, *Considering design problems in OO-software Engineering using relations and relation-based tools*, Journal on Relational Methods in Computer Science, **1**, 73 - 92 (2004)

Rudolf Berghammer, M. Müller-Olm, *Formal development and verification of approximation algorithms using auxiliary variables*, Proc. 13th International Workshop on Logic Based Program Development, Springer LNCS, **3018**, 59 - 74 (2004)

Rudolf Berghammer, A. Fronk, *Applying relational algebra in 3D graphical software design*, Proc. 7th International Seminar on Relational Methods in Computer Science and and 2nd International Workshop on Applications of Kleene Algebra, Springer LNCS, **3051**, 62 - 74 (2004)

Frank Neumann, *Expected runtimes of evolutionary algorithms for the Eulerian cycle problem*, Proc. Congress on Evolutionary Computation 2004 (CEC 2004), **1**, 904 - 910 (2004)

Frank Neumann, I. Wegener, *Randomized local search, evolutionary algorithms, and the minimum spanning tree problem*, Proc. Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2004), Springer LNCS, **3102**, 713 - 724 (2004)

Frank Neumann, *Expected runtimes of a simple evolutionary algorithm for the multi-objective minimum spanning tree problem*, Proc. 8th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN VIII), Springer LNCS, **3242**, 80 - 89 (2004)

▶ Präsentationen

Rudolf Berghammer, U. Milanese, *A relational approach to Boolean logic problems*, COST 274 TARSKI Workshop, Toulouse, Frankreich, 11.03.2004

- Rudolf Berghammer, *Relationale Behandlung von SAT*, Kolloquium über Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- Rudolf Berghammer, *Informatik und Technische Fakultät an der Christian-Albrechts-Universität Kiel im Wandel der Zeit*, Lions-Club, Westerland (Sylt), 10.08.2004
- Rudolf Berghammer, *Relation-algebraic computation of fixed points with applications*, COST 274 TARSKI Workshop, Manchester, England, 12.09.2004
- Rudolf Berghammer, *A ReView-tutorial*, COST 274 TARSKI Workshop, Manchester, England, 12.09.2004
- Rudolf Berghammer, *Relationenalgebraische Berechnung von Fixpunkten mit Anwendungen*, Kolloquiumsvortrag, Institut für Mathematik und Informatik, Universität, Lübeck, 01.12.2004
- Frank Neumann, *Evolutionäre Algorithmen und das Eulerkreisproblem*, Kolloquium über Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- Frank Neumann, *Expected runtimes of evolutionary algorithms for the Eulerian cycle problem*, Congress on Evolutionary Computation 2004 - CEC 2004, Portland, Oregon, USA, 19.06.2004
- Frank Neumann, *Randomized local search, evolutionary algorithms, and the minimum spanning tree problem*, Genetic and Evolutionary Computation Conference 2004 - GECCO 2004, Seattle, Washington, USA, 26.06.2004
- Frank Neumann, I. Wegener, *Expected runtimes of a simple evolutionary algorithm for the multi-objective minimum spanning tree problem*, 8th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature - PPSN VIII, Birmingham, England, 18.09.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

- R. Berghammer war im Jahr 2004 Gutachter für mehrere Fachzeitschriften und Konferenzen und Gutachter für Institutionen zur Forschungsförderung und F. Neumann war im Jahr 2004 ebenfalls Gutachter für wissenschaftliche Publikationen.
- R. Berghammer ist Mitglied des Programmkomitees des 8. Internationalen Seminars „Relational Methods in Computer Science“ und des 3. Internationalen Workshops „Applications of Kleene Algebra“. Beide Veranstaltungen finden gemeinsam im Februar 2005 in St. Catharines (Kanada) statt.
- R. Berghammer ist Mitglied im Steering Committee der Seminarreihe „Relational Methods in Computer Science“.
- R. Berghammer ist einer der Herausgeber der elektronischen Zeitschrift „Journal on Relational Methods in Computer Science“.
- R. Berghammer ist Mitglied der internationalen Initiative ReMiCS (Relational Methods in Computer Science) und der von der EU geförderten COST Aktion 274 TARSKI (Theory and Applications of Relational Structures as Knowledge Instruments). Einzelheiten findet man im World Wide Web unter den URLs <http://www.relmics.org> bzw. <http://www.tarski.org>.
- 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 unter der URL <http://www.softwarevisualisierung.de> im World Wide Web.
- R. Berghammer ist stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrats der Kieler Firma Ariva.de, einer Gründung von ehemaligen und derzeitigen Kieler Informatikstudenten.

almanach 04

Scientific Computing

Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich vornehmlich mit dem Einsatz von Waveletbasen und kann wohl auf diesem Gebiet algorithmisch sehr effiziente Realisierungen vorweisen. Waveletbasen eignen sich in besonderem Maße zur adaptiven Approximation, sowohl der Kernfunktion wie auch der Lösung in der Kombination mit der Approximation der Lösung.

Das Arbeitsgebiet der Arbeitsgruppe umfasst im weiteren Sinne numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen, genauer gesagt, von (Anfangs-) Randwertproblemen und Integralgleichungen. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt eindeutig auf der effizienten Behandlung nichtlokaler Operatoren, insbesondere von Randintegralgleichungen, wie sie zur Lösung nichtlokaler Randwertprobleme auftreten. Solche Verfahren haben in den letzten Jahren eine enorme Fortentwicklung erlebt, angefangen von den Fast Multipolmethoden bis hin zu neuen Konzepten der H-Matrizen.

Neue Schwerpunkte der Arbeitsgruppe liegen auf Themen der Gebietsoptimierung (Shape Optimization) und der Elektronenstrukturberechnung.

Ergebnisse

Herr Harbrecht hat sich intensiv mit Gebietsoptimierungsproblemen (shape optimization) auseinandergesetzt und konnte seine Erfahrungen bzgl. schneller Randintegralgleichungsverfahren erfolgreich einbringen. In einer Vielzahl von Anwendungsproblemen wurden solche Verfahren entwickelt und eingesetzt.

Die Vorteile der Waveletbasen kommen bei der adaptiven Behandlung der Randintegralgleichungen voll zur Geltung. In dieser Thematik wurden durch die Zusammenarbeit mit den Aachenern Kollegen wesentliche Fortschritte erzielt. Mit weiteren Arbeiten zu dieser Thematik wurde begonnen.

Die Arbeitsgruppe hat sich Problemen der Elektronenstrukturberechnung zugewandt. Bei diesen *First Principles* Berechnungsmethoden, wie sie in der Quantenchemie und -Physik entwickelt wurden, spielt die Komplexität eine wesentliche Rolle. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung sogenannter *Linear Scaling Verfahren* zur Hartree-Fock-Berechnung bzw. der Dichtefunktionaltheorie, auf Grundlage moderner Methoden zur numerischen Behandlung nichtlokaler Operatoren.

Bei Einrichtung des DFG-Schwerpunktprogramms wurde ein gemeinsamer Antrag mit der Arbeitsgruppe von Prof. Hackbusch am Max-Planck-Institut in Leipzig beantragt und erfolgreich bewilligt. Die intensive Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Hackbusch am Max-Planck-Institut in Leipzig konnte vertieft werden.

Personal

Leiter: Prof. Dr. R. Schneider; Sekretariat: Ä. Straßner (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Math. J. Burmeister	01.01.-31.12.2004	CAU
Priv.-Doz. Dr. B. Faermann	01.01.-31.12.2004	CAU
Dr. H. Harbrecht	01.01.-31.12.2004	CAU
Dr. H. Harbrecht	01.05.-31.12.2004	Univ. Utrecht
Forschungsaufenthalt		
Dipl.-Math. T. Weber	01.02.-30.04.2004	(50%) DFG
Schn 530/4-1		
Dipl.-Math T. Weber	01.05.-31.12.2004	CAU

Winter 2003/2004

Numerik elliptischer Differentialgleichungen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Faermann (+ B. Faermann)

Numerische Mathematik für Ingenieure, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Schneider (+ H. Harbrecht)

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Schneider

Wavelets - Eine Einführung in Theorie und Praxis, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Schneider (+ H. Harbrecht)

Sommer 2004

Einführung in die parallele Programmierung numerischer Algorithmen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Schneider (+ J. Burmeister)

Numerische Methoden für Mehrelektronensysteme in Chemie und Physik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
R. Schneider

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Oberseminar/Woche,
R. Schneider (+ H. Hackbusch)

Praktische Analysis, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Schneider

Seminar: Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Schneider (+ H. Hackbusch)

Theorie und Numerik von Integralgleichungen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Faermann

Winter 2004/2005

Analysis I, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Schneider (+ T. Weber)

Einführung in die parallele Programmierung numerischer Algorithmen, 4 Std. Vorlesung/Woche,
R. Schneider (+ J. Burmeister)

Oberseminar Praktische Mathematik, 2 Std. Seminar/Woche,
R. Schneider

Numerische Mathematik für Ingenieure, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Faermann (+ T. Weber)

Numerische Methoden für Mehrelektronensysteme in Chemie, 2 Std. Vorlesung/Woche,
R. Schneider

Parallele Numerik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
R. Schneider (+ J. Burmeister)

Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Faermann

Drittmittel

- Europäische Kommission, *IHP Network N.HPRN-CT-2002-00286*, 01.10.2002-30.09.2005 (110000 EUR)
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Schn 530/4-1*, 01.02.2004-31.01.2006 (50000 EUR)
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, *DFG-Anreizmittel*, 01.09.2004 (1000 EUR)
 Europäische Kommission, *BIGDFT FP6-2003-NEST-A*, 04.10.2004-14.01.2008 (164000 EUR)
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, *SFB 393, TP7 (gemeinsam mit Prof. Brunette)*, 01.01.2003-31.12.2004 (108000 EUR)
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, *SFB 393, TP A12 (gemeinsam mit Prof. Heinrich, Prof. Meyer)*, 01.01.2003-31.12.2004 (79200 EUR)
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, *SFB 393, TP A13 (gemeinsam mit Prof. Hackbusch, PD Dr. Melenk)*, 01.01.2003-31.12.2004 (54000 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

- Prof. W. Dahmen, Institut für Geometrie und Praktische Mathematik, RWTH Aachen
- Prof. A. Kunoht, Institut für Angewandte Mathematik, Universität Bonn
- Prof. W. Hackbusch, Max-Planck-Institut für Mathematik in Angewandten Wissenschaften, Leipzig
- Prof. C. Schwab, Seminar Angewandte Mathematik, ETH Zürich
- Dr. K. Eppler, Institut für Mathematik, Technische Universität Berlin
- Prof. K. Urban, Fakultät für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften, Abteilung Numerik, Universität Ulm
- Dr. H.-J. Flad, AG Hackbusch, MPI Leipzig
- Prof. C. Lubich, Dr. V. Gradinaru, Mathematisches Institut, Universität Tübingen
- Dr. G. Martinsson, Dept. of Mathematics, Yale University
- Dr. G. Roberts, Dept. of Mathematics, University of Wales
- Prof. R. Stevenson, Dept. of Mathematics, University Utrecht

Diplom- und Master-Arbeiten

Mike Espig, *Approximation von Resolventen des Laplace-Operators mit Hilfe hierarchischer Matrizen*, 22.12.2004

Veröffentlichungen

erschieden im Jahre 2004

- W. Dahmen, B. Faermann, I.G. Graham, W. Hackbusch, S.A. Sauter, S.A. Sauter, *Inverse inequalities on non-quasiuniform meshes and application to the mortar element method*, Math. Comp., **73**, 1107 - 1138 (2004)
 H. Harbrecht, R. Schneider, *Biorthogonal wavelet bases for the boundary element method*, Math. Nachr., **269-270**, 167 - 188 (2004)
 H. Harbrecht, R. Schneider, *Wavelet based fast solution of boundary integral equations*, Abstract and Applied Analysis, Proceedings of the International Conference in Hanoi, 2002, 139 - 162 (2004)

- H. Harbrecht, U. Kähler, R. Schneider, *Wavelet Galerkin BEM on unstructured meshes*, Preprint TU Chemnitz, SFB393/04-06, (2004)
- K. Eppler, H. Harbrecht, *A regularized Newton method in electrical impedance tomography using shape Hessian information*, WIAS-Preprint (Berlin), 943, (2004)
- K. Eppler, H. Harbrecht, *Shape optimization for 3D electrical impedance tomography*, WIAS-Preprint (Berlin), 963, (2004)
- K. Eppler, H. Harbrecht, *Efficient treatment of stationary free boundary problems*, WIAS-Preprint (Berlin), 965, (2004)
- H. Harbrecht, R. Stevenson, *Wavelets with patchwise cancellation properties*, Preprint Department of Mathematics, Univ. Utrecht, 1311, (2004)
- S. Beuchler, R. Schneider, C. Schwab, *Multiresolution Weighted Norm Equivalences and Applications*, Numer. Math. 98, 1, 67 - 97 (2004)
- R. Schneider, T. Weber, *Wavelets for Density Matrix Computation in Electronic Structure Calculation*, Berichtreihe des Mathematischen Seminars, 04-17, (2004)
- A. Barinka, W. Dahmen, R. Schneider, *Fast Computation of Adaptive Wavelet Expansions*, Berichtreihe des Mathematischen Seminars, 04-18, (2004)

Präsentationen

- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, Kolloquium über Angewandte Mathematik, Institut für Numerische und Angewandte Mathematik (NAM), Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Deutschland, 06.01.2004
- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, WONAPDE 2004 (First Chilean Workshop on Numerical Analysis of Partial Differential Equations, Concepcion, Chile, 13.01.2004
- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, 20th GAMM—Seminar Leipzig on Numerical Methods for Non-Local Operators, MPI for Mathematics in the Sciences, Leipzig, Deutschland, 22.01.2004
- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, 75. GAMM Jahrestagung, Section: Numerical Analysis, Dresden, Deutschland, 22.03.2004
- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, ECMI 2004 (European Conference on Mathematics for Industry), Eindhoven, Niederlande, 21.06.2004
- H. Harbrecht, *Shape optimization using wavelet BEM*, Workshop: Wavelets and Multiscale Methods, Oberwolfach, Deutschland, 11.07.2004
- H. Harbrecht, *Wavelet based fast solution of BEM*, ECCOMAS 2004 (European Conference on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering), Jyväskylä, Finnland, 24.07.2004
- H. Harbrecht, *Wavelet based fast solution of BEM*, Colloquium of the Scientific Computing Group, TU Eindhoven, Eindhoven, Niederlande, 20.10.2004
- H. Harbrecht, *Über die Bedeutung linearer Komplexität im High Performace Computing*, Wissenschaftliches Jahreskolloquium des Instituts für Informatik und Praktische Mathematik der CAU, Kiel, Deutschland, 26.11.2004
- H. Harbrecht, *Adaptive Wavelet BEM*, Mid-Term Meeting EU-IHP Projekt "Breaking Complexity", 08.12.2004
- B. Faermann, *Adaptive Randelementmethoden*, Eingeladener Vortrag am Fachbereich Mathematik, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland, 13.05.2004
- R. Schneider, *Adaptive Wavelet Based Fast Solution of BEM*, WONAPDE 2004 (First Chilean Workshop on Numerical Analysis of Partial Differential Equations), Concepcion, Chile, 10.01.2004
- R. Schneider, *Wavelets for Multi-Particle Schrödinger Equation*, WONAPDE 2004 (First Chilean Workshop on Numerical Analysis of Partial Differential Equations), Concepcion, Chile, 10.01.2004
- R. Schneider, *Linear skalierende Methoden in der Elektronenstrukturberechnung*, Kolloquium der Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland, 27.04.2004
- R. Schneider, *Wavelets for Density Matrix Computation in Electronic Structure Calculation*, 75. GAMM Jahrestagung, Section: Numerical Analysis, Dresden, Deutschland, 22.03.2004
- R. Schneider, *Adaptive Wavelet Based Fast Solution of BEM*, Konferenz Fast Numerical Methods for Nonlocal Operators,

Oberwolfach, Deutschland, 04.07.2004

R. Schneider, *Wavelets for Linear Scaling Computation in Electronic Structure Calculation*, Konferenz Wavelets in Numerical Analysis, Oberwolfach, Deutschland, 11.07.2004

R. Schneider, *Fast Wavelet Methods for Shape Optimization*, Konferenz BEM, Reading, Großbritannien, 13.09.2004

Oberwolfach

almanach 04

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* Systeme, speziell beschrieben mit Java (E. Abraham, M. Steffen und W.-P. de Roever) und UML (M. Kyas, H. Fecher). Auf diesem Gebiet wurden und werden semantische Modelle, Verifikationstechniken und werkzeunterstützte Beweismethoden entwickelt.

Zum anderen beschäftigt sich der Lehrstuhl mit automatischem Beweismethoden für parallele System. In diesem Themengebiet wurde eine Dissertation zum Thema *kompositionelle Verifikation industrieller Steuerungen* (wie z.B. chemische Reaktoren) abgeschlossen (B. Lukoschus).

Ergebnisse

1. Eine Beschreibung der Erweiterung von OCL ("object constraint language"), einem wichtigen Bestandteil von UML. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Spezifikation und Verifikation von objektorientierten Programmierkonzepten und Echtzeit (M. Kyas, betreut durch Dr. F. de Boer, CWI, Amsterdam). Im Rahmen dieser Forschung wurde im vergangenen Jahr unter anderem an einem PVS-basierten Werkzeug zur interaktiven Verifikation von UML-Modellen gearbeitet.
2. E. Abraham schloß ihre Doktorarbeit zu Thema "Theorie und Werkzeugunterstützung von Beweissystemen für nebenläufiges Java" ab; die Arbeit wurde im Januar 2005 verteidigt. Die Forschungen zur Semantik und Verifikation für nebenläufiges Java fanden in Kooperation speziell mit Frank S. de Boer (CWI, Amsterdam) statt, und zwar im Rahmen des bilateralen Mobi-J-Projektes.
3. B. Lukoschus schloss im April 2004 seine Doktorarbeit zum Thema der formalen Verifikation von PLCs (*programmable logic controllers*) ab. Diese Bausteine spielen eine wichtige Rolle in der Steuerung industrieller Systeme. Der Beitrag der Arbeit besteht darin, für industriell eingesetzte und standardisierte Programmiersprachen Beweistechniken wie Model-Checking und statische Analyse sowie Werkzeuge bereitzustellen, welche die Steuerungssoftware dieser Bausteine der formalen Analyse zugänglich machen.
4. Weitere Schwerpunkte der Forschung waren die Entwicklung und Untersuchung von echt nebenläufigen Logiken und Untersuchungen von Unterspezifizierung innerhalb Transitions-Systemen.

Im Jahr 2004 arbeiteten 3 Mitglieder des Lehrstuhls an ihrer Dissertation und zwei Assistenten an ihrer Habilitation. Davon wurden 2 Doktorarbeiten im Jahr 2004 fertiggestellt.

Personal

Leiter: Prof. Dr. W.-P. de Roever; Sekretariat: S. Hilge

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. H. Fecher	01.01.-31.12.2004	CAU
Lehre, Verifikation von Komponenten		
M. Kyas	01.01.-31.12.2004	EU + DFG
OMEGA, Mobi-J		

B. Lukoschus Mobi-J	01.01.-19.07.2004	DFG
S. Rehman Lehre	01.01.-31.03.2004	CAU
Dr. M. Steffen Lehre, Verifikation objektorientierter Systeme	01.01.-31.12.2004	CAU
E. Ábrahám Mobi-J, OMEGA	01.01.-30.06.2004	DFG + EU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Systemorientierte Informatik III: Betriebssysteme, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.-P. de Roever (+ M. Steffen)

Informatik IV, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
T. Wilke (+ H. Fecher)

Verteilte Algorithmen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.-P. de Roever (+ M. Steffen)

Softwaretechnologie: Grid Computing, 2 Std. Seminar/Woche,
W.-P. de Roever

Projektpraktikum Software-Systeme, 2 Std. Praktikum/Woche,
M. Steffen

Modellbahnpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
S. Rehman (+ J. Lukoschus)

Sommer 2004

Verifikation nebenläufiger Programme und ihre Werkzeugunterstützung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.-P. de Roever (+ H. Fecher)

Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,
W.-P. de Roever

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
W.-P. de Roever

Winter 2004/2005

Systemorientierte Informatik III (Betriebssysteme), 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.-P. de Roever (+ H. Fecher)

Nebenläufige und verteilte Programmierung, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.-P. de Roever (+ H. Fecher)

Softwaretechnologie, 2 Std. Seminar/Woche,
W.-P. de Roever

Fortgeschrittenen-Praktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
M. Steffen

Fortgeschrittenen-Praktikum, 8 Std. Praktikum/Woche,
M. Steffen

Drittmittel

DFG, *SoftSpez: Formale Analyse von Sequential Function Charts*, 01.01.2002-30.06.2004 (111.985 EUR)
 DFG, *Mobi-J: Assertional Methods for Mobile Asynchronous Channels in Java*, 15.09.2001-30.06.2004 (176.993 EUR)
 DFG, *Mobi-J: Assertional Methods for Mobile Asynchronous Channels in Java*, 15.09.2003-30.06.2005 (96.633 EUR)
 EU, *OMEGA: IST-Correct Development of Real-time Embedded Systems in UML*, 01.01.2002-28.02.2005 (293.827 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Wir setzten auch 2004 die langjährige enge Zusammenarbeit in den internationalen Projekten Mobi-J und OMEGA mit dem Team von Dr. F. S. de Boer, Centre for Computer Science and Mathematics, CWI, Amsterdam, fort. Partner im OMEGA-Projekt sind: Verimag (Grenoble), EADS Launch Vehicles (Toulouse), Israel Aircraft Industries, National Aerospace Laboratory NLR (Amsterdam), OFFIS (Oldenburg), CAU (Kiel), Weizmann Institute for Sciences (Rehovot/Israel), France Telecom R&D (Paris), CWI (Amsterdam), i-Logix (Boston) und Telelogic.

Ferner arbeiteten wir innerhalb des DFG-Projektes SoftSpez ("Integration von Techniken der Softwarespezifikation für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen") mit Prof. Sebastian Engell und seinem Team vom Lehrstuhl Anlagensteuertechnik, Fachbereich Chemietechnik an der Universität Dortmund, zusammen.

Darüber hinaus wurde die langjährige Kooperation mit der TU Eindhoven und dem CWI Amsterdam über die Verifikation asynchroner Systeme fortgesetzt. In einer Reihe von Arbeiten wird die automatische Untersuchung speziell von SDL-Protokollen mittels Model-Checking, Abstraktion und statischer Analyse formalisiert und untersucht.

Diplom- und Master-Arbeiten

A. Grüner, *Cliques and components: Implementing traces and object-connectivity for a concurrent language*, 31.07.2004

Dissertationen

E. Abraham, *An Assertional Proof System for Multithreaded Java - Theory and Tool Support*, 31.01.2004
 B. Lukoschus, *Compositional Verification of Industrial Control Systems - Methods and Case Studies*, 30.04.2004

Veröffentlichungen

erschieden im Jahre 2004

- E. Abraham, B. Becker, F. Klaedke, M. Steffen, *Optimizing bounded model checking for linear hybrid systems*, Technical report, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, **214**, (2004)
- E. Abraham, M. Bonsangue, F. de Boer, M. Steffen, *Classes, object connectivity, and observability (extended abstract)*, Informal Electronic Proceedings of the "12. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung", University Freiburg, (2004)
- E. Abraham, M. Bonsangue, F. de Boer, M. Steffen, *Object connectivity and full abstraction for a concurrent calculus of classes*, ICTAC'04, LNCS, **3407**, 38 - 52 (2004)
- N. Bauer, S. Engell, R. Huuck, S. Lohmann, B. Lukoschus, M. Remelhe, O. Stursberg, *Verification of PLC programs given as sequential function charts*, Integration of Software Specification Techniques for Application in Engineering, LNCS, **3147**, 517 - 540 (2004)
- N. Bauer, R. Huuck, S. Lohmann, B. Lukoschus, *Sequential Function Charts: Die Notwendigkeit formaler Analyse*, atp – Automatisierungstechnische Praxis, **August 2004**, 61 - 67 (2004)

- N. Bauer, R. Huuck, B. Lukoschus, S. Engell, *A unifying semantics for sequential function charts*, Integration of Software Specification Techniques for Application in Engineering, LNCS, **3147**, 400 - 418 (2004)
- H. Fecher, *A completed hierarchy of true concurrent equivalences*, Information Processing Letters, **89(5)**, 261 - 265 (2004)
- H. Fecher, *Event structures for interrupt process algebras*, EXPRESS'03, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, **96**, 113 - 127 (2004)
- H. Fecher, *The influences of durational actions on time equivalences*, FORMATS and FTRTFT'04, LNCS, **3253**, 231 - 245 (2004)
- H. Fecher, M. Steffen, *Characteristic μ -calculus formulas for underspecified transition systems*, Proc. of the 11th International Workshop on Expressiveness in Concurrency (EXPRESS'04), London, (2004)
- N. Ioustinova, N. Sidorova, M. Steffen, *Synchronous closing and flow analysis for model checking timed systems*, Proc. of the Second International Symposium on Formal Methods for Components and Objects (FMCO 2003), LNCS, **3188**, (2004)
- M. Kyas, H. Fecher, F. de Boer, M. van der Zwaag, Jozef Hooman, T. Arons, H. Kugler, *Formalizing UML models and OCL constraints in PVS*, Proc. of SFEDL'03, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, (2004)

Präsentationen

- E. Abraham, *Proof system for exception handling in multithreaded Java*, Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- E. Abraham, *Proof system for exception handling in multithreaded Java*, Vortrag, Kiel, 27.05.2004
- W.-P. de Roeper, *Wird verteiltes Rechnen jemals "safe" werden?*, Vortrag zu Ehren des 50sten Geburtstages von Sebastian Engell, Dortmund, 27.02.2004
- W.-P. de Roeper, *Model-oriented proof methods and their comparison*, Talk at Oxford University, Oxford, GB, 07.03.2004
- W.-P. de Roeper, *Data refinement*, Kolloquium, Humboldt Universität, Berlin, 15.07.2004
- H. Fecher, *Characteristic μ -calculus formula for an underspecified transition system*, EXPRESS'04, London, GB, 29.08.2004
- H. Fecher, *True concurrent logic via in-between specification*, AVoCS'04, London, GB, 04.09.2004
- H. Fecher, *The influences of durational actions on time equivalences*, FORMATS and FTRTFT'04, Grenoble, Frankreich, 21.09.2004
- H. Fecher, *Uncertainties and nondeterminism in uml 2.0 state machines*, SYNCHRON'04, Dagstuhl, 29.11.2004
- M. Steffen, *Object connectivity*, Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung, Freiburg, 17.03.2004
- M. Steffen, *Object connectivity for class-based, multithreaded OO*, Invited talk, Bamberg, 13.07.2004
- M. Steffen, *An assertional proof-system for multithreaded Java*, Summer Research Institute 2004, EPFL, Lausanne, Frankreich, 14.-21.07.2004
- M. Steffen, *Observability, classes, and object connectivity*, Summer Research Institute 2004, EPFL, Lausanne, Frankreich, 14.-21.07.2004
- M. Steffen, *Observability, classes, and object connectivity*, IFIP WG 2.2 meeting, Bertinoro, Italien, 13.-19.09.2004
- M. Steffen, *Object connectivity and full abstraction for a concurrent calculus of classes*, ICTAC'04, Guiyang, China, 19.09.-04.10.2004
- M. Steffen, *Observability, classes, and object connectivity*, 3rd FMCO'03, Leiden, Niederlande, 31.10.-06.11.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

FMCO 2004: Leiden, Niederlande, 2.-5.11.2004, ca. 100 Teilnehmer, gemeinsam organisiert von Prof. W.-P. de Roeper und Dr. F.de Boer, Dr. M. Bonsangue

FMOODS 2005: Martin Steffen ist "Program chair" (Methods for Open Object-based Distributed Systems)

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 2004: Erstens die Entwicklung von Spezialarchitekturen für rechenintensive Basisoperationen in der Kryptographie. Zweitens der Aufbau und Einsatz paralleler Systeme für Anwendungen in der Bioinformatik. Drittens die Konzeption eines massiv parallelen Spezialrechners auf der Basis von rekonfigurierbaren integrierten Schaltungen (Field Programmable Gate Arrays, FPGAs). Und viertens die Entwicklung eines Systems zur Konsistenzüberwachung der Prototypenfertigung im Automobilbau.

Ergebnisse

Spezialarchitekturen für die Kryptographie

Die modulare Multiplikation ist die Basisoperation für viele kryptographische Verfahren, insbesondere das RSA-Verfahren und das Verfahren der elliptischen Kurven. Diese Algorithmen arbeiten in der Regel mit Operandenlängen von mehreren hundert bis zu mehreren tausend Bits. Da sie im Wesentlichen aus wiederholter Anwendung der Modularmultiplikation bestehen, ist der Rechenaufwand für diese die entscheidende Größe für die Komplexität des Gesamtverfahrens. Im Rahmen der Entwicklung neuer effizienter Hardware-Algorithmen für die Modularmultiplikation konzentriert sich die Forschung des Lehrstuhls hier auf die Beschleunigung vorhandener Algorithmen durch den Einsatz schneller Addierer, die Operanden in redundanter Darstellung verarbeiten können und Ergebnisse in derselben redundanten Darstellung erzeugen. Ein solcher so genannter Carry-Save-Addierer weist nicht den Nachteil eines konventionellen Addierers auf, bei dem die Weitergabe eines Übertrags über mehrere Stellen die Laufzeit der Gesamtaddition bestimmt. Ein zweiter Ansatz der Verbesserung ist die Zwischenspeicherung von mehrfach verwendeten Werten in speziellen, besonders schnellen Speichern, die als Teil des Modularmultiplizierers in die Schaltung integriert werden. Durch diese neuen Architekturideen wurde eine Reihe von Ergebnissen erzielt, die als Lehrbuchkapitel oder als Beiträge auf internationalen Konferenzen veröffentlicht wurden. Insbesondere konnte der bislang in sehr vielen praktischen Anwendungen benutzte Algorithmus von Montgomery in seiner AT-Komplexität um einen Faktor 2 unterboten werden. Durch die Einrichtung eines Labors für Schaltungsentwurf mit FPGAs, die im Rahmen einer CIP-Pool-Beschaffung im Jahre 2004 am Lehrstuhl möglich war, konnten die neuen Algorithmen in Hardware implementiert und auch in der Realität auf ihre Korrektheit und ihr Zeitverhalten überprüft werden.

Bioinformatik

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikrobiologie der technischen Universität Braunschweig wurde ein Parallelverarbeitungssystem entwickelt, das die Funktionalitäten des BLAST Programmpakets auf die vorhandenen ungenutzten Ressourcen eines LAN, zum Beispiel innerhalb eines medizinischen oder biologischen Instituts, verteilt. Dadurch können die höchst rechenintensiven Biosequenz-Datenbankvergleiche, die sonst einen einzelnen Rechner u. U. für Wochen oder Monate beschäftigen, in wenigen Stunden berechnet werden, ohne die Nutzer der beteiligten Rechner in signifikantem Maße einzuschränken. Das System erreichte eine Beschleunigung von 9,3 bei Einsatz von zehn gleichartigen Rechnern. Es ist gegenwärtig im Testbetrieb in einem Netz mit 88 Rechnern unterschiedlicher Bauart zur Ermittlung der möglichen Beschleunigung eines vollständigen Sequenzvergleichs mehrerer Gensequenzen mit der an der TU Braunschweig beheimateten Prodicor-Datenbank. Biologische Zielsetzung ist dabei die Entwicklung von Algorithmen zur Mustersuche von regulatorischen Sequenzen in bakteriellen Genomen und die Vorhersage von genregulatorischen Netzwerken.

Gemeinsam mit dem Institut für Medizinische Mikrobiologie und Virologie der CAU Kiel wurde ein Programmsystem für die Einordnung von Aminosäuresequenzen in durch bekannte Stämme vorgegebene Kategorien entwickelt. Durch dieses Werkzeug bekommt der Anwender bei totaler Übereinstimmung die gesuchte Mutation des jeweiligen Stammes oder, bei nicht totaler Übereinstimmung, eine Rückmeldung über die Position in der Folge der Nucleotide, an der die Sequenzierung mit hoher

Wahrscheinlichkeit einen Fehler aufweist. Dieses System versetzt die Mediziner in die Lage, den sehr mühsamen und oft fehlerbehafteten Prozess der Einordnung der Sequenzen, der bislang von den jeweiligen Forschern ohne Rechnerunterstützung gemacht wurde, abzunehmen. Das System wurde nach dem Test durch den Projektpartner freigegeben und steht unter <http://www.informatik.uni-kiel.de/~amino/> zur freien Nutzung für die wissenschaftliche Gemeinde zur Verfügung.

FPGA

Durch erfolgreiche Beantragung eines CIP-Pools für die Lehre konnte neben der Erneuerung der Recherausstattung für das Hardwarepraktikum ein FPGA-Labor eingerichtet werden, in dem die Studierenden den Entwurf und die Implementierung von digitalen Schaltungen mit rekonfigurierbaren FPGAs der Firma Xilinx und Altera erlernen können. Neben den für die Lehre beschafften FPGA-Arbeitsplätzen wurden auch zwei Höchstleistungsboards mit sehr leistungsfähigen FPGAs beschafft, mit denen die Grenzen der heutigen rekonfigurierbaren Schaltungstechnologie erkundet werden können. Insbesondere wird auf diesen Systemen untersucht, in wie weit man bereits heute ein feinkörniges, massiv paralleles System auf einem solchen Baustein integrieren kann. Das mögliche Einsatzspektrum eines solchen Rechensystems reicht von der Computer Grafik über die klassische Bildverarbeitung bis hin zu rechenintensiven Aufgaben im Bereich der linearen Algebra (LINPACK).

Prototypenkontrolle im Automobilbau

In Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG wurde ein agentenbasiertes Programmsystem entwickelt und in die im Volkswagen-Konzern vorhandene Entwurfsumgebung integriert, das den Prozess des Prototypenentwurfs kontinuierlich auf Konsistenz überprüft. Dieses Projekt war vom Lehrstuhlinhaber in seiner früheren Position an der TU-Braunschweig begonnen worden und wurde seit dem Frühjahr 2004 an der CAU fortgesetzt und vollendet. Im Berichtszeitraum wurde ein Modell für die unterschiedlichen Typen von Bauteilen im Prototypenbau entwickelt und implementiert. Eine Systematik für eine vollständige Überprüfung durch individuelle Überwachung von Verbindungselementen und Kontaktflächen wurde als modulares agentenbasiertes Programmsystem in Java entwickelt.

Personal

Leiter: Prof. Dr. rer. nat. Manfred Schimmler; Sekretariat: Susanne Lohmann (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. Jürgen Noss

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inform. Viktor Bunimov	01.03.-31.12.2004	CAU
Dipl.-Ing. Heinz Kreft	01.04.-31.12.2004	CAU
Dipl.-Ing. Gerd Pfeiffer	15.03.-31.12.2004	CAU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Hardware-Praktikum, 3 (+ 3) Std. Praktikum (+ Übungen)/Woche,
J. Noss (+ E. Valkema)

Sommer 2004

Advanced Communication Networks (Computer Networks and Interworking), 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Schimmler

Hardware-Praktikum, 3 Std. Praktikum/Woche,
M. Schimmler (+ J. Noss, V. Bunimov, G. Pfeiffer)

Oberseminar Technische Informatik, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Schimmler

Entwurf von Schaltungen für kryptographische Funktionen, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Schimmler (+ V. Bunimov)

Winter 2004/2005

Hardware-Praktikum, 3 Std. Praktikum/Woche,
J. Noss (+ V. Bunimov, M. Schimmler, G. Pfeiffer)

Oberseminar Technische Informatik, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Schimmler

Entwurf von Schaltungen für kryptographische Funktionen, 2 Std. Seminar/Woche,
M. Schimmler (+ V. Bunimov)

Systemorientierte Informatik I (Digitale Systeme), 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
M. Schimmler (+ V. Bunimov, G. Pfeiffer, H. Kreft)

Drittmittel

VW-Projekt PLUG, *Personal- und Sachmittel*, 01.03.-31.12.2004 (39.587,00 EUR)

Bio-Projekt EGT1, *Personal- und Sachmittel*, 26.10.-31.12.2004 (5.000,00 EUR)

Bio-Projekt EGT2, *Personal- und Sachmittel*, 01.-31.12.2004 (3.000,00 EUR)

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

V. Bunimov, M. Schimmler, *Two New Algorithms for Modular Multiplication*, Nedjah, N., Mourelle, L.M. (eds), Embedded Cryptographic Hardware: Methodology & Architectures, Nova Science Publishers, ISBN: 1-59454-012-8, 39 - 55 (2004)

M. Schimmler, V. Bunimov, *Reducing the Complexity of Modular Multiplication by Modification one Operand*, Nedjah, N., Mourelle, L.M. (eds.), Embedded Cryptographic Hardware: Design & Security, ISBN:1-59454-145-0, (2004)

V. Bunimov, M. Schimmler, *Area-Time Optimal Modular Multiplication*, Akzeptiert für International Journal of Computer Research, (2004)

M. Schimmler, B. Schmidt, H.-W. Lang, *An Area-Efficient Bit-Serial Integer and GF(2n) Multiplier*, Microelectronic Engineering, (2004)

M. Schimmler, B. Schmidt, *A Bit-Serial Floating Point Unit for a Massively Parallel System on a Chip*, Journal of Parallel Algorithms and Applications, **19**, No. 2-3, 76 - 96 (2004)

M. Schimmler, B. Schmidt, H. Schröder, S. Heithecker, *A Massively Parallel Architecture for Public-Key Cryptography*, International Journal of Computer Research, (2004)

M. Schimmler, V. Bunimov, *Fast Modular Multiplication by Operand Changing*, The International Conference on Information Technology ITCC 2004, (2004)

V. Bunimov, M. Schimmler, *High Radix Modular Multiplication of Large Integers Optimised with Respect to Area and Time*, The 2004 International Conference on VLSI, (2004)

B. Schmidt, M. Schimmler, H. Schröder, *High-Speed Cryptography*, Nedjah, N., Mourelle, L.M., Embedded Cryptographic Hardware: Methodology & Architectures, Nova Science Publishers, ISBN: 1-5945-012-8, 77 - 96 (2004)

Patent-Anmeldungen

V. Bunimov, M. Schimmler, *Verfahren und Vorrichtung zum Verschlüsseln und Entschlüsseln von Daten*, Deutsches Patent, 01.01.2004, DE0010148415

V. Bunimov, M. Schimmler, *Method and device for the encryption and decryption of data*, US Patent, 01.01.2004, US2003091193

o almanach

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 von Kristallstrukturen.

Theorie und Technologie der Content-Management-Systeme mit Mechanismen der Content-Generierung, -Pflege und des Ausspiels 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: Aufbauend auf den Projekten für informationsintensive Websites wurde ein auf dem Co-Design beruhender Ansatz für Content-Management-Systeme ausgearbeitet, in bestehende Architekturen von Informationssystemen eingepasst und in Anwendungen erprobt. Der Ansatz wird z.Z. zu einem Vorschlag für eine Technologie des Content-Management verdichtet.

Konstruktionslehre zur Entwicklung komponentenbasierter Informationssysteme: Es wurden dazu neben der Entwicklung der Grundlagen und der Architektur auch Konstruktionsmethoden entwickelt und in Anwendungen erprobt. So wurde mit einer Theorie der Interaktionsmuster ein Vorschlag für eine Architektur interaktiver Systeme geschaffen. Die Konstruktionslehre fußt auf der Separation von Anwendungen in Komponenten durch Aufspaltung der Anwendungen in mehrdimensionale Strukturen.

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.

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 Theoriegrundlegung 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 einem Kooperationsprojekt mit der Volkswagen Forschung wird eine Plattform zur Integration von Informationssystemen entwickelt. In Zusammenarbeit mit der Stadt Kiel, dem Land Schleswig-Holstein und Firmen aus Schleswig-Holstein wird an einer Plattform für eGovernment-Anwendungen gearbeitet. Der Lehrstuhl hat im Rahmen einer Reihe von studentischen Praktika für das Institut die Verwaltung der Studierendendaten durch ein Datenbanksystem realisiert.

Polyedertopologien in Kristallen: Die am Lehrstuhl entwickelten allgemeinen Polyedergraphen wurden im Hinblick auf ihre Eignung zur redundanzfreien Darstellung von Polyedernetzwerken untersucht. Minimale Graphdarstellungen sind sowohl für die Unterstützung der Suche nach isomorphen Teilstrukturen in großen Kristalldatenbanken als auch im Zusammenhang

mit der Synthese von Modellen für Kristallstrukturen von Interesse. Die Ergebnisse der Arbeiten fließen direkt in das als Web-Anwendung zur Verfügung stehende System CRYSTANA ein.

Personal

Leiter: Prof. Dr. B. Thalheim; Sekretariat: A. Kruse (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) B. Rehling

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. R. Bartsch	01.01.-31.07.2004	CAU, Vossloh Systemtechnik
Dipl.-Inf. A. Binemann-Zdanowicz	01.02.-31.12.2004	Stipendium, DFG
Dipl.-Inf. G. Fiedler	01.02.-31.12.2004	
apl.-Prof. Dr. H.-J. Klein	01.01.-31.12.2004	
Dipl.-Ing. (FH) T. Raak	15.03.-31.12.2004	Volkswagen AG, Wolfsburg
Dipl.-Math. I. Romalis	01.11.-31.12.2004	Volkswagen AG, Wolfsburg
Dipl.-Inf. P. Schmidt	01.03.-31.12.2004	

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Datenbanksysteme, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.-J. Klein (+ R. Bartsch)

Engineering von Informationssystemen, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Thalheim (+ B. Thalheim)

Datenbanksysteme und Wissensbasierte Systeme, 2 Std. Oberseminar/Woche,
H.-J. Klein (+ B. Thalheim)

Datenbanksysteme, 2 Std. Seminar/Woche,
H.-J. Klein (+ B. Thalheim)

Graduiertenkolleg, 2 Std. Seminar/Woche,
Bernhard Thalheim

Fuzzy-Methoden, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
A. Salski (+ A. Salski)

Sommer 2004

Ausgewählte Kapitel der Künstlichen Intelligenz, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
A. Salski (+ A. Salski)

Content Management Systeme, 2 Std. Seminar/Woche,
B. Thalheim (+ H.-J. Klein)

Datenbanksysteme, 2 (+ 4) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

Informationssysteme, 2 Std. Oberseminar/Woche,
B. Thalheim (+ H.-J. Klein)

Projektmodul (Abschlussprojekt), 6 Std. Praktikum/Woche,
H.-J. Klein

Technologie und Programmierung von Informationssystemen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Thalheim (+ Gunar Fiedler)

Übungen zu Datenbanksystemen (Fortgeschrittenenpraktikum), 4 Std. Praktikum/Woche,
H.-J. Klein (+ B. Thalheim, P. Schmidt)

Winter 2004/2005

Datenbanksysteme I - A5.2, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

Datenbanktheorie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
H.-J. Klein (+ G. Fiedler)

Fuzzy-Methoden, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
A. Salski (+ A. Salski)

Intelligente Informationssysteme, 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
B. Thalheim (+ G. Fiedler)

Technologie der Informationssysteme, 2 Std. Oberseminar/Woche,
B. Thalheim (+ H.-J. Klein)

Datenbanksysteme, 2 Std. Seminar/Woche,
B. Thalheim (+ H.-J. Klein)

Übungen zu Datenbanksystemen (Fortgeschrittenenpraktikum), 4 Std. Praktikum/Woche,
B. Thalheim (+ P. Schmidt)

Drittmittel

Volkswagen Elektronikforschung, *Datenmodellierung, Umsetzung und Integration von GUI-Entwurfsdaten*,
17.03.-31.12.2004 (48.000 EUR)

Volkswagen Elektronikforschung, *Auswertung Studie 'Flash2Guide' und Integration in HMI*, 07.05.-31.12.2004 (9.600
EUR)

Volkswagen Elektronikforschung, *Prototyp 'Versions- und Variantenverwaltung von HMI-Elementen'*, 15.10.-31.12.2004
(36.000 EUR)

DFG-Graduiertenkolleg 'Verteilte Informationssysteme', *2 Doktoranden 1.1.-31.10.2004, 1 Doktorand*,
01.11.-31.12.2004 (insges. 42.000 EUR)

Vossloh System-Technik GmbH, *1 wissenschaft. Mitarbeiter anteilig*, 01.01.-31.05.2004 (10.200 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers 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), Manchester University (Farid Meziane), Massey University (Klaus-Dieter Schewe, Roland Kaschek, Sven Hartmann), Lomonossov University Moscow (Elyar Gasonov, Valerij B. Kudrjavcev), Pittsburg University (Alfs Berztiss), Charles University Prague (Jaroslav Pokorny), Queensland University

(Maria Orłowska), 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

Hilmar Falkenberg, *Bachelor Arbeit: Graphische Schnittstelle zur Generierung von SQL-Anfragen an die Studierendendatenbank*, 30.10.2004

Henrik Rathje, *Bachelor-Arbeit: Effizienz, Skalier- und Verfügbarkeit von Webanwendungen am Beispiel der Studierendendatenbank*, 30.10.2004

Astrid Sahr, *Bachelor-Arbeit: Datensicherheit und Datenschutz bei der Entwicklung von Webanwendungen*, 30.10.2004

Jan M. Strauch, *Bachelor-Arbeit: XML und XSL zur Gewinnung von Internetseiten aus Datenbankanfragen am Beispiel eines Web-Interfaces*, 30.10.2004

▶ Veröffentlichungen

erschieden im Jahre 2004

A. Binemann-Zdanowicz, *Sitelang::edu - towards a context-driven e-learning content utilization model*, Proc. SAC'2004 (ACM SIGAPP), 924 - 928 (2004)

A. Binemann-Zdanowicz, *Supporting differing learning and perception styles with content conditioning*, Proc. ICALT'2004, Joensuu, Finland, 485 - 489 (2004)

A. Binemann-Zdanowicz, *Towards generative engineering of content-intensive applications*, Proc. Principles of Software Engineering Conference (PRISE 2004), 41 - 49 (2004)

A. Binemann-Zdanowicz, R. Kaschek, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Context-aware web information systems*, APCCM'2004, Australian Computer Science Comm., 2004, 31, 37 - 48 (2004)

A. Binemann-Zdanowicz, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Adaptation to learning styles*, ICALT 2004, IEEE Computer Society, 121 - 125 (2004)

J. Demetrovics, A. Molnar, B. Thalheim, *Graphical and spreadsheet reasoning for sets of functional dependencies*, ER'2004, LNCS 3255, 54 - 66 (2004)

A. Düsterhöft, B. Thalheim, *Linguistic based search facilities in snowflake-like database schemes*, Data and Knowledge Engineering, 48, 177 - 198 (2004)

G. Fiedler, B. Thalheim, K.-D. Schewe, R. Kaschek, *Contextualizing electronic learning systems*, ICALT 2004, IEEE Computer Society, 854 - 855 (2004)

G. Fiedler, U. Krantz, B. Thalheim, *SeSAM - support on profile, portfolio, and demand for (e-)parliamentarians*, e-Society'04, 11 - 18 (2004)

G. Fiedler, T. Raak, I. Romalis, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Website modeling, website orchestration, and website management*, LIT'04, infix Verlag, 219 - 228 (2004)

G. Fiedler, T. Schwanzara-Benoit, *State and object oriented specification of interactive VoiceXML information services*, F. Mezziane, E. Metais (Eds.), NLDB'2004, LNCS 3136, 13 - 25 (2004)

G. Fiedler, T. Schwanzara-Benoit, P. Schmidt, B. Thalheim, *State-, HTML-, and object-based dialog design for voice-web applications*, M. Matera, S. Comai (Eds.), Engineering Advanced Web Applications, Rinton Press, 27 - 38 (2004)

G. Fiedler, B. Thalheim, *Towards linguistic foundations of content management*, F. Mezziane, E. Metais (Eds.), NLDB'2004, LNCS 3136, 348 - 353 (2004)

S. Hartmann, S. Link, K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Error-robust functional dependencies*, Fundamenta Informaticae, XXVI, Vol. 59(4), 365 - 372 (2004)

K.-P. Jantke, S. Lange, G. Grieser, P. Grigoriev, B. Thalheim, B. Tschiedel, K.-P. Jantke, K.-P. Jantke, K.-P. Jantke, K.-P.

- Jantke, K.-P. Jantke, *Learning by doing and learning when doing - dovetailing e-learning and decision support with a data mining tutor*, ICEIS'2004, INSTICC, 238 - 241 (2004)
- H.-J. Klein, *Retrieval of isomorphic substructures in crystallographic databases*, M. Hatzopoulos and Y. Manolopoulos, editors, 16th Int. Conference on Scientific and Statistical Database Management, Santorini Island, Greece, IEEE, 255 - 264 (2004)
- H.-J. Klein, *Searching for substructures in polyhedral topologies of inorganic crystal structures*, I. Molnar, editor, 22nd European Crystallographic Meeting, Budapest, Hungary, ActaCryst. A60, 245 (2004)
- R. Kaschek, K.-D. Schewe, B. Thalheim, B. Tschiedel, *Learner typing for electronic learning systems*, ICALT 2004, IEEE Computer Society, 375 - 379 (2004)
- O. Rostanin, K.-D. Schewe, B. Thalheim, O. Rostanin, *Managing the data in electronic learning systems*, ICALT 2004, IEEE Computer Society, 395 - 399 (2004)
- J. Sonnberger, A. Binemann-Zdanowicz, *Kopra - Ein adaptives Lehr-Lernsystem für kooperatives Lernen*, Proc. GMW'2004, Graz, Austria, 274 - 285 (2004)
- K.-D. Schewe, R. Kaschek, B. Thalheim, *A deontic logic for group-oriented web information systems*, EMISA 2004, I-Edition Lecture Notes in Informatics (LNI P-56), 107 - 116 (2004)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, B. Thalheim, K.-D. Schewe, *Reasoning about web information systems using story algebra*, ADBIS'2004, LNCS 3255, 54 - 66 (2004)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *Structural media types in the development of data-intensive web information systems*, Chapter in D. Taniar, J.W. Rahayu (Eds.), Web Information Systems, IDEA Group, 34 - 70 (2004)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, *The co-design approach to wis development in e-business and e-learning applications*, Springer, Workshop Fragmentation versus Integration, co-located with Fifth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2004), LNCS 3307, 181 - 189 (2004)
- P. Schmidt, B. Thalheim, *Component-based modeling of huge databases*, ADBIS'2004, LNCS 3255, 113 - 128 (2004)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, S. Zlatkin, *Modeling actors and stories in web information systems*, ISTA'04, Lecture Notes in Informatics P-48, 13 - 23 (2004)
- B. Thalheim, *Application development based on database components*, Y. Kiyoki H. Jaakkola, editor, EJC'2004, Information Modeling and Knowledge Bases XVI. IOS Press, (2004)
- B. Thalheim, *The co-design framework to content specification*, W. Abramowicz, editor, BIS'2004. IEEE Press, (2004)
- B. Thalheim, *Codesign of structuring, functionality, distribution and interactivity*, S. Hartmann, J.F. Roddick (Eds.), APCCM 2004, CRPIT volume 31, 3 - 12 (2004)
- B. Thalheim, K.-D. Schewe, I. Romalis, T. Raak, G. Fiedler, *Website modeling and website generation*, N. Koch, P. Fraternali, M. Wirsing (Eds.), ICWE 2004, LNCS 3140, 577 - 578 (2004)
- K.-D. Schewe, B. Thalheim, A. Binemann-Zdanowicz, R. Kaschek, T. Kuss, B. Tschiedel, *A Conceptual View of Web-Based E-Learning Systems*, Journal: Education and Information Technologies, Publisher: Kluwer, (2004)

Präsentationen

- A. Binemann-Zdanowicz, *Content Conditioning in Distributed Learning Environments*, Freie Universität Berlin, im Berlin-Brandenburger Graduiertenkolleg, Berlin, 21.01.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Context-Aware Storyboarding: Reusing Knowledge-Conveying Content in a Variable Utilization Context*, Gemeinsamer Workshop mit dem Lehrstuhl von Prof. Witold Abramowicz, Poznan University of Economics, Poznan, Polen, 31.01.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *SiteLang::Edu - Towards a Context-Driven E-Learning Content Utilization Model*, Internationale Konferenz ACM SAC 2004 ELS (Special Track on Engineering e-Learning Systems), Nicosia, Zypern, 16.03.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Integrating Structure and Functionality for Content-Intensive Applications*, Berlin-Brandenburger Graduiertenkolleg, Schloss Hubertusstock, Tagungszentr. BBW b. Berlin, 01.11.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Integrating Structure and Functionality for Content-Intensive Applications*, Berlin-Brandenburger

Graduiertenkolleg, Kiel, 30.04.2004

- A. Binemann-Zdanowicz, *Adaptation to Learning Styles*, ICALT 2004 (International Conference on Advanced Learning Technologies), Joensuu, Finnland, 31.08.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Supporting Differing Learning and Perception Styles with Content Conditioning*, ICALT 2004 (International Conference on Advanced Learning Technologies), Joensuu, Finnland, 01.09.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Towards Generic Content Management*, Berlin-Brandenburger Graduiertenkolleg, Kiel, 27.10.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Automatic Functionality Generation Conditioned by Content Structure*, Freie Universität Berlin, im Berlin-Brandenburger Graduiertenkolleg, Berlin, 01.11.2004
- A. Binemann-Zdanowicz, *Towards Generative Engineering of Content-Intensive Applications*, PRISE 2004 (PRInciples of Software Engineering), Buenos Aires, Argentinien, 24.11.2004
- G. Fiedler, T. Schwanzara-Benoit, *State- and Object Oriented Specification of Interactive VoiceXML Information Services*, NLDB 2004, Manchester, UK, 23.06.2004
- G. Fiedler, B. Thalheim, *Towards Linguistic Foundations of Content Management*, NLDB 2004, Manchester, UK, 23.06.2004
- G. Fiedler, U. Krautz, *SeSAM - Support on Profile, Portfolio and Demand for (e-)Parliamentarians*, Konferenz eSociety 2004, Avila, Spanien, 16.07.2004
- H.-J. Klein, *Graphtheoretic and Algebraic Methods for the Analysis and Prediction of Crystal Structures*, Gemeinsamer Workshop Kiel/Poznan University of Economics, Poznan, Polen, 31.01.2004
- H.-J. Klein, *Retrieval of Isomorphic Substructures in Crystallographic Databases*, 16th Int. Conf. of Scientific and Statistical Database Management, Santorin, Griechenland, 21.06.2004
- H.-J. Klein, *Analyse und Aufzählung von Polyedernetzwerken in Kristallen*, Kolloquium Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig, 20.07.2004
- H.-J. Klein, *Searching for Substructures in Polyhedral Topologies of Inorganic Crystal Structures*, 22nd European Crystallographic Meeting, Budapest, Ungarn, 26.08.2004
- A. Salski, *A fuzzy and neuro-fuzzy approach to modelling cattle grazing on pastures with low stocking rates in Middle Europe*, 4th International Conference of the International Society for Ecological Informatics (ISEI'04), Busan, Süd Korea, 27.10.2004
- B. Thalheim, *Co-design of structuring, functionality, distribution, and interactivity*, APCCM'2004, 21.01.2004
- B. Thalheim, *Context-Aware Web Services*, APCCM'2004, 22.01.2004
- B. Thalheim, *Database Component Ware*, Palmerston North, Kolloquium, 26.01.2004
- B. Thalheim, *From Databases to XML-Suites: Pearls and Hereditary Diseases*, Workshop, Poznan, Polen, 31.01.2004
- B. Thalheim, *Content Management - Hype oder Chance ?*, GI-Regionalgruppe, Cottbus, 02.02.2004
- B. Thalheim, *The Co-Design Framework to Content Specification*, BIS'04, Poznan, Polen, 22.04.2004
- B. Thalheim, *Websites fuer Jedefrau*, Nacht der Profs., Kiel, 14.05.2004
- B. Thalheim, *A three-level architecture for distributed web information systems*, ICWE'2004, München, 27.07.2004
- B. Thalheim, *Website modeling and website generation*, ICWE'2004, München, 27.07.2004
- B. Thalheim, *State-, HTML-, and object-based dialog design for voice-web applications*, IWWOST'04, München, 28.07.2004
- B. Thalheim, *Learner typing for electronic learning systems*, ICALT'04, Joensuu, Finnland, 29.08.2004
- B. Thalheim, *Component-Based Modeling of Huge Databases*, ADBIS'04, Budapest, Ungarn, 23.09.2004
- B. Thalheim, *From Databases to XML-Suites: Pearls, pitfalls and challenges*, Kolloquium, Kuwait University, Mathematics Department, Kuwait, 07.10.2004
- B. Thalheim, *Database Component Ware*, Kuwait University, Engineering Department, Kuwait, 10.10.2004
- B. Thalheim, *Architectures of Content Management Systems*, Kuwait University, Colloquium Mathematics Dept., Kuwait, 11.10.2004
- B. Thalheim, *Visual SQL-An ER-Based Introduction to Database Programming*, ER '04, Shanghai, China, 08.11.2004

B. Thalheim, *Graphical and Spreadsheet Reasoning for Sets of Functional Dependencies*, ER'04, Shanghai, China, 11.11.2004

B. Thalheim, *Storyboarding for Large and Information-Intensive Websites*, Norwegian University of Technology, Faculty of Science and Technology, Colloquium, Trondheim, Norway, 14.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

H.-J. Klein:

Mitglied des Programmkomitees bei FoIKS '04, Wien, Februar 2004

Mitglied des Sprechergremiums des GI-AK „Grundlagen von Informationssystemen“

A. Salski:

Mitglied des Programmkomitees bei: ISEI'04, 4th International Conference of the International Society for Ecological Informatics, Busan, South Korea, 24- 28.10.2004

B. Thalheim:

Programmkomitee Co-Chairman ASM 2004

Programmkomitee Co-Chairman WISE 2004 Workshop "Fragmentation versus Integration: Perspectives of the Web Information Systems discipline"

Mitglied des Programmkomitees bei:

SOFSEM 2004, Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics, Prague, January 2004

APCCM'04, Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling, Dunedin, January 2004

FoIKS'04, Vienna, February 2004

MKWI 2004, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, Essen, March 2004

EJC'04, European-Japanese Symposium on Conceptual Modeling, Skövde, May 2004

CAiSE'04, Riga, June 2004

DB & IS Riga, June 2004

ISTA'04, International Conference on Information Systems Technology and its Applications, Salt Lake City, July 2004

ICWE'04, Conference on Web Engineering, Munich, July 2004

e-Society'04, IADIS e-Society Conference, Spain, July 2004

IWWOST 2004, Munich, July 2004

DEXA'04, Zaragoza, Spain, September 2004

LIT'04, Leipzig, September 2004

NLIS'04, Zaragoza, Spain, September 2004

ISD'04, Information Systems Development, Vilnius, Lithuania, September 2004

QSIC 2004, 4th International Conference on Quality Software 2004, Braunschweig, Sept. 2004

DW 2004, Auf dem Weg zur Integration Factory, Friedrichshafen, November 2004

Internationale Gremien:

Chair des Steering Committees der ER- bzw. FoIKS-Konferenzen

Sprecher und Gründer des German Chapters von DAMA (Data Management) International

Theoretische Informatik

Die Arbeitsgruppe forscht auf den Gebieten Logik in der Informatik, Automaten und formale Sprachen, automatische Verifikation und kryptographische Protokolle.

Ergebnisse

Die Forschungsergebnisse der Arbeitsgruppe, die im Jahr 2004 veröffentlicht wurden, betreffen Anfragesprachen für räumliche Datenbanken, automatische Analyse kryptographischer Protokolle und Sicherheitsdefinitionen für kryptographische Protokolle.

Anfragesprachen für räumliche Datenbanken: In der Theorie der relationalen Datenbanken fällt der Prädikatenlogik erster Stufe eine zentrale Rolle zu, da sie in ihrer Ausdrucksstärke mit SQL übereinstimmt. Will man nun die Ausdrucksstärke von Anfragesprachen für räumliche Datenbanken studieren, so liegt es nahe, auch hier die Prädikatenlogik erster Stufe zu Grunde zu legen, jedoch mit dem reellen Zahlkörper als Grundbereich und versehen mit einem eigenen Prädikat, das auf die in der Datenbank abgelegten Punkte zutrifft. Um die Ausdrucksstärke dieser natürlichen Anfragesprache zu charakterisieren, hat die Arbeitsgruppe in einem internationalen Team mit Kollegen aus Aachen, Belgien und den USA gezeigt, dass sie sich nicht unterscheidet von der Ausdrucksstärke einer Sprache, die lediglich Aussagen darüber treffen kann, wie häufig Punkte mit bestimmten Umgebungsformen vorkommen.

Analyse kryptographischer Protokolle: Der automatische Analyse kryptographischer Protokolle sind wegen der Komplexität der Fragestellung enge Grenzen gesteckt. Ein Ziel der Arbeitsgruppe ist es, diese Grenzen auszuloten und dadurch eine möglichst große Klasse von kryptographischen Protokollen einer automatischen Analyse zugänglich zu machen. Im Berichtszeitraum ist es der Arbeitsgruppe gelungen, entsprechende Ergebnisse zu erzielen. Zum einen hat die Arbeitsgruppe ein erstes Modell für Protokolle mit listenartigen Datenstrukturen vorgestellt und gezeigt, dass sich Sicherheit in diesem Modell entscheiden lässt. Zum anderen hat die Arbeitsgruppe zusammen mit Wissenschaftlern aus Nancy zeigen können, dass sich Sicherheitseigenschaften kryptographischer Protokolle auch dann noch entscheiden lassen, wenn man die Annahme der perfekten Verschlüsselung abschwächt. Insbesondere lässt sich Sicherheit dann entscheiden, wenn man bei asymmetrischen Verfahren Kommutativität annimmt, wie dies zum Beispiel bei RSA der Fall ist.

Sicherheitsdefinitionen für kryptographische Protokolle: Auf der Suche nach geeigneten Sicherheitsbegriffen für kryptographische Protokolle wurden in den letzten Jahren weltweit diverse miteinander konkurrierende, sehr komplexe Definitionen vorgeschlagen. Um Aufschluss zu gewinnen über Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser Definitionen, hat die Arbeitsgruppe zusammen mit Kollegen aus den USA unter Benutzung von Prozesskalkülen einen geeigneten Rahmen entwickelt und auf dessen Grundlage erste Vergleichsergebnisse erzielt.

Personal

Leiter: Prof. Dr. Th. Wilke; Sekretariat: M. Krause (50%)

Technisches Personal: T. Hess (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. C. Fritz	01.01.-29.02.2004	CAU
Sicherung der Lehre		
Dipl.-Inf. C. Fritz	01.03.-31.12.2004	DFG
Verifikation		
Dr. R. Küsters	01.01.-31.12.2004	CAU
Kryptographische Protokolle		

Dipl.-Inf. D. Kähler	01.01.-31.12.2004	CAU
Verifikation kryptographischer Protokolle		
Dr. E. Valkema	01.01.-31.12.2004	CAU



Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Informatik IV, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Th. Wilke (+ H. Fecher, D. Kähler)

Moderne Kryptographie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Bioinformatik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
J. Grötzinger, M. Krawczak, Th. Wilke

Informatik für Nebenfächler, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
E. Valkema

Hardware-Praktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
E. Valkema

Sommer 2004

Informatik II für Ingenieure, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
E. Valkema (+ D. Kähler)

Informatik II für Ingenieure, 2 Std. Praktikum/Woche,
D. Kähler

Secure Communications, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Küsters (+ D. Kähler)

Secure Communications, 1 Std. Diskussionsrunde/Woche,
D. Kähler

Verifikation kryptographischer Protokolle, 1 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Küsters

Winter 2004/2005

Informatik IV, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Th. Wilke (+ D. Kähler)

Kryptographie, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Küsters, Th. Wilke (+ D. Kähler)

Automaten und formale Sprachen, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Küsters, Th. Wilke (+ C. Fritz)

(t,i)-Café, 1 Std. Seminar/Woche,
C. Fritz, D. Kähler, R. Küsters, Th. Wilke

Informatik für Nebenfächler, 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
E. Valkema

▼ Drittmittel

- German-Israeli Foundation for Scientific Research and Development (GIF), *Incremental Model Checking*, 01.01.2001-31.12.2004 (59400 EUR)
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), *Minimierung von Automaten mit Anwendungen in der Verifikation nichtterminierender Systeme*, 01.03.2004-28.02.2006 (125000 EUR)
- Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD), *PROCOPE - Personenaustausch mit Frankreich*, 01.01.2003-31.12.2004 (10056 EUR)
- EU-Programm IST: Network of Excellence (NoE), *Semantic Interoperability and Datamining in Biomedicine*, 01.01.2004-31.12.2006 (28520 EUR)

▼ Diplom- und Master-Arbeiten

- A. Obermann, *Verifikation kryptographischer Protokolle mit Baumtransduktionen*, 28.10.2004
- J. Solomon, *A Java Library for Linear Cryptanalysis*, 17.11.2004
- M. Sridharan, *A Java Library for Differential Cryptanalysis*, 11.11.2004
- M. Wendel, *Implementierung und Bewertung eines Constraint-basierten Ansatzes zur Verifikation kryptographischer Protokolle*, 15.01.2004

▼ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- D. Thérien, Th. Wilke, *Nesting Until and Since in Linear Temporal Logic*, *Theory Comput. Syst.*, **37(1)**, 111 - 131 (2004)
- R. Küsters, Th. Wilke, *Automata-Based Analysis of Recursive Cryptographic Protocols*, STACS 2004, 21st Annual Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science, Montpellier, Frankreich, 382 - 393 (2004)
- M. Benedikt, C. Löding, J. van den Bussche, Th. Wilke, M. Benedikt, M. Benedikt, M. Benedikt, *A Characterization of First-Order Topological Properties of Planar Spatial Data*, Proceedings of the Twenty-third ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems, Paris, Frankreich, 107 - 114 (2004)
- R. Küsters, *On the Decidability of Cryptographic Protocols with Open-ended Data Structures*, *International Journal of Information Security*, DOI: 10.1007/s10207-004-0050-z, 1 - 22 (2004)
- Y. Chevalier, R. Küsters, M. Rusinowitch, M. Turuani, *Deciding the Security of Protocols with Commuting Public Key Encryption*, IJCAR 2004, Workshop W6, Automated Reasoning for Security Protocol Analysis (ARSPA 2004), 1 - 11 (2004)
- A. Datta, R. Küsters, J. Mitchell, A. Ramanathan, V. Shmatikov, *Unifying Equivalence-Based Definitions of Protocol Security*, IFIP 2004, WG 1.7, ACM SIGPLAN and GI FoMSESS Workshop on Issues in the Theory of Security (WITS 2004), 1 - 16 (2004)

▼ Präsentationen

- Th. Wilke, *Automata-based Analysis of Recursive Cryptographic Protocols*, Kolloquium Departement Informatik, ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 02.07.2004
- Th. Wilke, *Automata-based Analysis of Recursive Cryptographic Protocols*, DIMACS Workshop on Protocol Analysis, Piscataway, NJ, USA, 07.06.2004
- Th. Wilke, *Verifikation kryptographischer Protokolle*, Jährliches Treffen Algorithmische Modelltheorie, Berlin, Deutschland, 25.02.2004
- Th. Wilke, *Automaten – Theorie und Anwendung*, Kolloquium Fachbereich Informatik, TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland, 08.07.2004

- R. Küsters, *Sequential Probabilistic Process Calculus and Machine Models for Simulation-based Security*, DIMACS Workshop: Security Analysis of Protocols, Piscataway, USA, 08.06.2004
- R. Küsters, *Automatische Analyse kryptographischer Protokolle*, GI-Fachgruppentreffen FoMSESS, Darmstadt, Deutschland, 24.06.2004
- R. Küsters, *Sequential Probabilistic Process Calculus and Machine Models for Simulation-based Security*, Stanford Security Seminar, Stanford, USA, 03.08.2004
- R. Küsters, *Automatic Analysis of Recursive Cryptographic Protocols*, Security Seminar at University of Pennsylvania, Philadelphia, USA, 09.08.2004
- R. Küsters, *Deciding Cryptographic Protocols with Game-theoretic Security Requirements*, Meeting of the EU Training Network GAMES 2004, Bordeaux, Frankreich, 18.09.2004
- R. Küsters, *Tree Transducer-based Analysis of Cryptographic Protocols*, 14. Theorietag der GI-Fachgruppe Automaten und Formale Sprachen, Caputh, Deutschland, 30.09.2004
- R. Küsters, *Automatic Analysis of Cryptographic Protocols with Exclusive Or and Diffie-Hellman Exponentiation*, Gemeinsames Jahrestreffen der GI-Fachgruppen Deduktionssysteme und Logik in der Informatik, Saarbrücken, Deutschland, 10.10.2004
- C. Fritz, *From LTL to Small Büchi Automata Via Alternating Büchi Automata*, Minerva Formal Verification School, Kibbutz Shfayim, Israel, 19.05.2004
- D. Kähler, *Program Complexity of Dynamic LTL Model Checking*, Minerva Formal Verification School, Kibbutz Shfayim, Israel, 16.05.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

- Th. Wilke war im Berichtszeitraum stellv. Sprecher der Fachgruppe Logik in der Informatik der Gesellschaft für Informatik.
- Th. Wilke war Mitglied des Programmkomitees von FOSSACS 2004 (Foundations of Software Sciences and Computations Structures).
- R. Küsters war Mitglied des Programmkomitees von DL 2004 (International Workshop on Description Logics).

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
- (d) Nicht-Approximierbarkeitsergebnisse zu graphentheoretischen Problemen (wie Maximum Independent Set)



Abb. 1: Unser Mitarbeiter Dr. Alexey V. Fishkin erhielt im Juli 2004 beim 6. Universitätstag der CAU den Fakultätspreis der TF für seine herausragende Doktorarbeit mit dem Titel *Approximation and Online Algorithms in Scheduling and Coloring*.

Personal

Leiter: Prof. Dr. K. Jansen; Sekretariat: U. Iaquinto (50%)

Technisches Personal: P. Karimi Massouleh (50%)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. J. Chlebikova
ARACNE

01.01.-31.03.2004

EU

Dr. J. Chlebkova APPOL II	15.09.-31.10.2004	EU
Dipl.-Inf. F. Diedrich Entwicklung und Analyse von Approximativen Algorithmen für Gemischte und Verallgemeinerte Packungs- und Überdeckungsprobleme	01.-31.12.2004 (50%)	DFG
Dr. A. V. Fishkin CRESCCO	01.01.-31.12.2003	EU
O. Gerber Stipendiatin Graduierten Kolleg	01.01.-31.12.2004	DFG
Dipl.-Math. G. Marchand Entwicklung und Analyse von Approximativen Algorithmen für Gemischte und Verallgemeinerte Packungs- und Überdeckungsprobleme	01.04.-30.11.2004	DFG
Dipl.-Math. G. Marchand Entwicklung und Analyse von Approximativen Algorithmen für Gemischte und Verallgemeinerte Packungs- und Überdeckungsprobleme	01.-31.12.2004 (50%)	DFG
Dipl.-Inf. R. Thöle	15.03.-31.12.2004	CAU
D. Ye Stipendiat DAAD	01.01.-30.09.2004	DAAD
Dr. G. Zhang CRESCCO	01.-31.01.2004	EU
H. Zhang CRESCCO	01.04.-30.09.2004	EU

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Effiziente Algorithmen (080223), 2 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Jansen (+ A. V. Fishkin)

Fortgeschrittenen Praktikum Implementierung von Algorithmen (FP-IvA) (080130), 4 Std. Praktikum/Woche,
K. Jansen

Sommer 2004

Informatik II - Algorithmen und Datenstrukturen (Inf II) (080044), 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Jansen

Oberseminar: Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität (OS: Alg., Komb., u. Kompl.exit) (080224), 2 Std. Seminar/
Woche,
K. Jansen (+ A. Srivastav)

Seminar Effiziente Algorithmen I (Sem. Eff. Alg.) (080045), 2 Std. Seminar/Woche,
K. Jansen (+ R. Thöle)

Programmierpraktikum P2 (G2.3) (080188) (PpP2) (080055), 3 Std. Praktikum/Woche,
K. Jansen

Winter 2004/2005

Approximative Algorithmen I (Appr.Alg.) (080060), 4 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Jansen (+ R. Thöle, F. Dierich)

Diplomandenseminar (080137), 2 Std. Seminar/Woche,
K. Jansen (+ R. Thöle)

Oberseminar: Algorithmen, Kombinatorik und Komplexität (OS: Alg., Komb. u. Kompl.) (080224), 2 Std. Seminar/Woche,
K. Jansen

Seminar Effiziente Algorithmen (S Eff.Alg.) (080066), 2 Std. Seminar/Woche,
K. Jansen (+ R. Thöle)

Softwarepraktikum - A3.3 (SW-Prakt.) (080068), 3 Std. Praktikum/Woche,
K. Jansen (+ R. Thöle)

Drittmittel

DFG Graduiertenkolleg 357, *Stipendiaten, Reisen, Workshops*, 01.10.1999-31.03.2005 (150.000 EUR)

EU - Projekt APPOL II, *Personalkosten, Reisen*, 01.11.2001-31.10.2004 (50.800 EUR)

EU - Projekt ARACNE, *Personalkosten, Reisen*, 01.05.2000-30.04.2004 (145.000 EUR)

EU - Projekt CRESCO, *Personalkosten, Reisen, Anschaffungen*, 01.01.2002-31.05.2005 (296.000 EUR)

DAAD - Projekt PROCOPE, *Wissenschaftlichen Austausch*, 01.01.2003-31.12.2004 (14.300 EUR)

DFG - Projekt Algorithmik großer und komplexer Netzwerke mit Prof. Srivastav, *Wissenschaftl. Mitarbeiter, Sachmittel*,
01.09.2003-31.08.2005 (134.460 EUR)

DFG - Projekt Packungs- und Überdeckungsprobleme, *Wissenschaftl. Mitarbeiter, Sachmittel*, 01.04.2004-31.07.2006
(128.107 EUR)

Diplom- und Master-Arbeiten

R. Thöle, *Geradenfärbung von Hypergraphen - Über eine Vermutung von Erdős, Faber und Lovász*, 19.02.2004

F. Dierich, *Approximative Algorithmen für Rucksackprobleme*, 26.11.2004

Dissertationen

H. Zhang, *Approximation algorithms for Min-Max Resource Sharing and Malleable Task Scheduling*, 20.12.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

J. Chlebikova, M. Chlebig, *Improvement of Nemhauser-Trotter Theorem and its applications in parameterized complexity*,
Proceedings of 9th Scandinavian Workshop on Algorithm Theory (SWAT) 2004, LNCS, Springer, **3111**, 174 - 186
(2004)

J. Chlebikova, M. Chlebig, *On Approximability of the Independent Set Problem for Low Degree Graphs*, Proceedings of the
11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO) 2004, LNCS, Springer, **3104**,
47 - 56 (2004)

A. V. Fishkin, O. Gerber, K. Jansen, *On weighted rectangle packing with large resources*, 3rd IFIP Conference on Theoretical
Computer Science, TCS 2004, Kluwer Academic Publisher, 237 - 250 (2004)

K. Jansen, G. Zhang, *On rectangle packing: maximizing benefits*, 15th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete
Algorithms, SODA 2004, 197 - 206 (2004)

- K. Jansen, G. Zhang, *Maximizing the number of packing rectangles*, 9th Scandinavian Workshop on Algorithm Theory, SWAT 2004, LNCS, **3111**, 362 - 371 (2004)
- K. Jansen, *Approximation algorithms for the general max-min resource sharing problem: faster and simpler*, 9th Scandinavian Workshop on Algorithm Theory, SWAT 2004, LNCS, **3111**, 311 - 322 (2004)
- K. Jansen, *Approximation algorithms for mixed fractional packing and covering problems*, 3rd IFIP Conference on Theoretical Computer Science, TCS 2004, Kluwer Academic Publisher, 223 - 236 (2004)
- D. Ye, H. Zhang, *The Range Assignment Problem in Static Ad-Hoc Networks on Metric Spaces*, Proceedings of the 11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (Sirocco 2004) Springer Verlag, LNCS, **3104**, 291 - 302 (2004)
- D. Ye, H. Zhang, *On-line scheduling of parallel jobs*, 11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity, SIROCCO 2004, LNCS, **3104**, 279 - 290 (2004)
- H. Zhang, *Packing: Scheduling, Embedding and Approximating Metrics*, Proceedings of the 2004 International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA 2004), Springer, LNCS, **3045**, 764 - 775 (2004)
- H. Zhang, *Solving Packing Problem with Weaker Block Solvers*, Proceedings of the 3rd IFIP Conference on Theoretical Computer Science, TCS 2004, Kluwer Academic Publisher, 293 - 306 (2004)

Präsentationen

- J. Chlebikova, *Approximation Hardness of Minimum Edge Dominating Set and Minimum Maximal Matching*, 14th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC), Kyoto, Japan, 15.12.2003
- J. Chlebikova, *Optimal version of Nemhauser-Trotter Theorem*, Combinatoric Optimization 2004, Lancaster, UK, 28.03.2004
- J. Chlebikova, *On approximability of the Independent Set Problem for Small Degree Graphs*, Combinatoric Optimization 2004, Lancaster, UK, 28.03.2004
- J. Chlebikova, *Approximation Hardness of Optimization Problems*, Approximation Algorithms for NP-Hard Problems, Oberwolfach, Deutschland, 06.06.2004
- J. Chlebikova, *On Approximability of the Independent Set Problem for Low Degree Graphs*, 11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO) 2004, Smolenice, Slowakei, 21.06.2004
- J. Chlebikova, *Optimal crown reductions and Nemhauser-Trotter reductions*, 9th Scandinavian Workshop on Algorithm Theory (SWAT), Humlebaek, Dänemark, 08.07.2004
- A. V. Fishkin, *On Minimizing Average Weighted Completion Time: A PTAS for the Job Shop Problem with Release Dates*, ISAAC'03, Kyoto, Japan, 15.12.2003
- A. V. Fishkin, *n minimizing the number of SONET ADMs in ring networks*, APPOL II final meeting, Rom, Italien, 15.10.2004
- A. V. Fishkin, *On efficient weighted rectangle packing*, CRESSCO workshop, Athen, Griechenland, 25.07.2004
- O. Gerber, *On Weighted Rectangle Packing with Large Resources*, The 3rd IFIP International Conference on Theoretical Computer Science (TCS 2004), Toulouse, Frankreich, 22.08.2004
- K. Jansen, *Approximation algorithms for the max-min resource sharing problem*, Scandinavian Workshop on Algorithm Theory, SWAT 2004, Humlebaek, Dänemark, 08.07.2004
- K. Jansen, *On rectangle packing: maximizing benefits*, Symposium on Discrete Algorithms, SODA 2004, New Orleans, USA, 11.01.2004
- K. Jansen, *Approximation algorithms for mixed fractional packing and covering problems*, Workshop on Approximation and Online Algorithms, WAOA 2004, Bergen, Norwegen, 14.09.2004
- G. Zhang, *On-line scheduling of parallel jobs with dependencies on 2-dimensional mesh*, 14th Annual International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC), Kyoto, Japan, 15.12.2003
- D. Ye, *On-line scheduling of parallel jobs*, 11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity, Smolenice, Slowakei, 21.06.2004

- D. Ye, *The range assignment problem in static ad-hoc networks on metric spaces*, 11th Colloquium on Structural Information and Communication Complexity, Smolenice, Slowakia, 21.06.2004
- H. Zhang, *Improved Approximation Algorithms for Scheduling Malleable Tasks with Precedence Constraints*, International Workshop on Global Computing (GC 2004), Rovereto, Italien, 09.03.2004
- H. Zhang, *Packing: Scheduling, Embedding and Approximating Metrics*, the 2004 International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA 2004), Assisi, Italien, 14.05.2004
- H. Zhang, *Solving Packing Problem with Weaker Block Solvers*, The 3rd IFIP International Conference on Theoretical Computer Science (TCS 2004), Toulouse, Frankreich, 22.08.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Dagstuhl Seminar 04221

Robust and Approximative Algorithms on Particular Graph Classes

23 - 28 May 2004

Dagstuhl, Deutschland

organisiert gemeinsam mit A. Brandstädt (Univ. Rostock), D. Corneil (Univ. of Toronto) und J. Spinrad (Vanderbilt Univ.)

WASC 2004

1st Bertinoro Workshop on Algorithms for Scheduling and Communication

27 June - 3 July 2004

Bertinoro (Forlì), Italien

organisiert gemeinsam mit Samir Khuller (University of Maryland), Guiseppe Persiano (Università di Salerno) und Denis Trystram (IMAG)

APPROX 2004 + RANDOM 2004

7th. International Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization Problems and

8th. International Workshop on Randomization and Computation

22 - 24 August 2004

Harvard University, USA

organisiert gemeinsam mit José Rolim (U. of Geneva), Sanjeev Khanna (U. of Pennsylvania) und Dana Ron (Tel Aviv University and Radcliffe Institute, Harvard)

almanach 04

Allgemeine Materialwissenschaft

Technologietransfer und Mitarbeit an anwendungsbezogenen Projekten stehen weiterhin im Vordergrund der Arbeiten; zunehmend auch in der Solarik. Darüber hinaus wurden jedoch die grundlagenbezogenen Arbeiten im Bereich „Elektrochemie der Halbleiter“ intensiviert sowie die Kooperationen bei „Metamaterialien mit ungewöhnlichen optischen Eigenschaften“ vertieft.

Ergebnisse

Technologietransfer: Die Aktivitäten zum Großflächenätzen von Si Wafern und, in geringerem Umfang zur „CELLO“ Methodik beider Charakterisierung von Solarzellen, kulminierten im Frühjahr 2004 in der Gründung der ET&TE GmbH (<http://www.et-te.com>). Die Vorlaufphase wurde mit tatkräftiger Hilfe des Lehrstuhls für Gründungs- und Innovationsmanagement (WiSo Fakultät; Prof. Dr. Achim Walter und Dipl. Wi.-Ing. Jens Schmidthals) im Rahmen des „Gründungspraktikums“ bewältigt. ET&TE hat von der Patent- und Verwertungsagentur (PVA) S.-H. eine Lizenz auf die von Lehrstuhlmitarbeitern dort hinterlegten Patente erworben (und bereits, als erste Firma überhaupt, an die PVA Lizenzgebühren bezahlt) und vermarktet sowohl Anlagen zur elektrochemischen Ätzung von Halbleitern als auch, später, die „CELLO-Technik“.

Kooperationen und BMBF Projekte: Die Kooperation mit Neah Power Systems, Seattle, ist wg. Finanzschwierigkeiten von Neah nicht im geplanten Umfang zustande gekommen, läuft aber auf informeller Ebenen weiter, mit dem Ziel einer späteren Intensivierung. Neah hat, wie im übrigen alle Mitbewerber auch, die technischen und ökonomischen Schwierigkeiten zur Entwicklung von Mikrobrennstoffzellen weit unterschätzt.

Die Kooperation mit der Fa. Lakeshore (USA) im Großflächenätzen läuft problemlos, dazugekommen sind gemeinsame theoretische Arbeiten zu ungewöhnlichen optischen Eigenschaften poröser Halbleiter (die zwischenzeitlich in 5 Veröffentlichungen mündeten). Grundlage ist die durch bestimmte Porenstrukturen erzeugte Symmetriebrechung der Materialien, die zu vollständig neuen anisotropischen und nichtlinearen optischen Effekten führen. Ende 2004 wurde die Kooperation erweitert und schließt jetzt Fragestellungen des Lehrstuhls für Materialverbunde (Prof. Faupel) mit ein. Dabei geht es insbesondere um die optischen Eigenschaften von Metamaterialien im System Polymermatrix-eingebettete metallische Nanopartikel.

Die in Zusammenarbeit mit Würth Solar durchgeführte Diplomarbeit von Herrn Stefan Mathijssen zum Generalthema „CIS Solarzellen“ hat den Preis für die beste Diplomarbeit des VDE bekommen. Die dadurch auch entstandene Kooperation mit dem ZSW Stuttgart wird auch in 2004 / 05 fortgesetzt; als neuer Kooperationspartner kommt Siemens mit seinen CIS Aktivitäten dazu.

Zur Thematik „photonische Kristalle mit effektivem Brechungsindex < 1 und < 0 “ wurde die Ende 2003 begonnene Kooperation zwischen dem Lehrstuhl, dem Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik (Prof. Knöchel) und der Technischen Universität Chisinau (Prof. Tiginyanu, Dr. Sergentu) intensiviert; insbesondere wurden umfangreiche Experimente aufgenommen. Einige herausragende Ergebnisse sind in Fig. 1 dargestellt; erste Veröffentlichungen werden in 2005 erscheinen. Ein neuer BMBF Antrag (Netz Diagnostik) zur Entwicklung spezieller Methoden für die Diagnostik bei Solarzellen wurde Anfang 2005 positiv beschieden (mit Rückwirkung auf 2004). Das Projekt „ASIS (Angewandtes Solar Silizium)“; BMU; mit u.a. der gesamten deutschen Si Solarindustrie sowie Forschungsinstituten, Universitäten und Großforschungseinrichtungen) ist sehr erfolgreich und wird in 2005 (neu aufgelegt) als sog. „Clusterforschungsprojekt“ weiterlaufen.

Das BMBF Projekt „PHOKISS“ (Gassensor auf der Basis photonischer Kristalle; mit u.a. Dräger Lübeck), ist erfolgreich angelaufen und wird in 2005 fortgesetzt. Am Lehrstuhl werden insbesondere die produktbezogenen Entwicklungsarbeiten zum Porenätzen durchgeführt.

An weiteren Kooperationen sind zu nennen:

Mit der Technischen Universität Chisinau (Prof. Tiginyanu, M.Sc. Sergiu Albu) wurde ein neues Projekt begonnen; Ziel ist u.a. die Herstellung spezieller poröser Metamaterialien, mit denen Experimente im optischen Bereich zu den o.g. Theorien

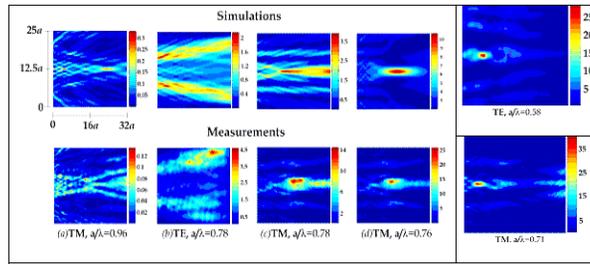


Abb. 1: Vergleich Simulation - Messung der Wirkung einer „Konkavlinse“ mit effektivem Brechungsindex $n < 1$ oder sogar $n < 0$ (links) und Beste gemessene Fokussierung für TE und TM Polarisation (rechts).

gemacht werden können. Dazu wurde ein kompletter Porenätzplatz leihweise nach Chisinau transferiert, der von S. Albu im Rahmen einer gemeinsamen Promotionsarbeit genutzt wird.

Die Kooperation mit dem ISiT über Herrn Jacobsen entwickelt sich erfreulich. Die bisher erzielten Ergebnisse zum Arbeitsthema „Integration von piezoelektrischen Funktionsschichten in MEMS Strukturen“ ist, nach Anlaufschwierigkeiten, inzwischen sehr erfolgreich und hat das Potential in neuen Produkten zu münden.

Mit den Solarikern des Forschungszentrums Jülich (IPV) wurde eine Kooperation im Bereich mikrokristalliner Silizium Dünnschichtzellen begonnen, die bereits erste Veröffentlichungen gezeitigt hat.

Im Rahmen des EU-Marie-Curie-Programms wurde eine Kooperation mit Prof. Chazalviel und Dr. Ozanam von der Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich, gestartet. Wir untersuchen dabei poröse Strukturen (Abb. 2), die sich selbstorganisiert während der anodischen Oxidation von Silizium bilden. Mehrere Veröffentlichungen sind hierzu in Vorbereitung.

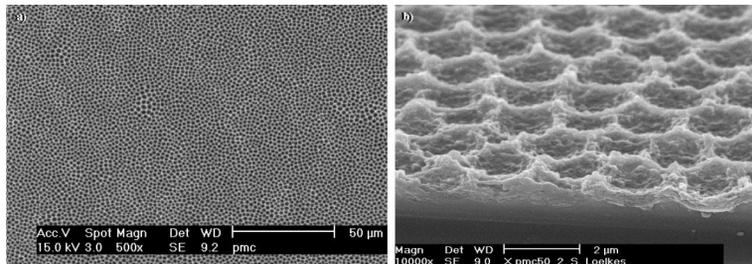


Abb. 2: Erstmals beobachtete selbstorganisierte Makrostrukturen in anodischem Siliziumoxid (Kooperation mit der Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich).

Wie schon im Vorjahr, hat Herr Dr. G. Popkirov von der bulgarischen Akademie der Wissenschaften in Sofia sowohl Lehrveranstaltungen durchgeführt (1. Einführung in die Elektrochemie für Materialwissenschaftler; 2. Elektrochemische Impedanzspektroskopie; 3. Elektronische Messmethoden mit Praktikum) und aktiv an der weiteren Entwicklung von CELLO sowie elektrochemischer Techniken mitgearbeitet.

In Zusammenarbeit mit der AG Prof. Jäger wurden TEM Untersuchungen zu Poren in III.V Halbleitern durchgeführt.

Forschung und Entwicklung: In einem Vorlaufprojekt mit der Fa. Siltronic und der FH GmbH Kiel wurde lichtgesteuertes rein chemisches Ätzen von Si im Nanobereich untersucht. Das Projekt hat Grundlagencharakter; aber auch Anwendungspotential. Die Ergebnisse sind positiv; das Projekt wird bis mindestens 9/05 fortgesetzt.

Die Forschung zu Poren in Germanium (DFG Projekt) wurde mit dem Eintreffen von Dr. Cheng Fang intensiviert; die Ergebnisse sind äußerst vielseitig und noch nicht voll verstanden. Als Highlight wurde ein Bild in den „Materials Today“ Kalender aufgenommen (Fig. 3a); weitere Bilder erschienen im DFG Kalender. Ein Hauptziel, die Herstellung von nanostrukturierten schaltbaren Membranen, konnte (teilweise) erreicht werden, Fig. 3b zeigt, wie die Umschaltung von hydrophob auf hydrophil durch Änderung der externen Spannung die Durchlässigkeit einer porösen Ge Membran beeinflusst.

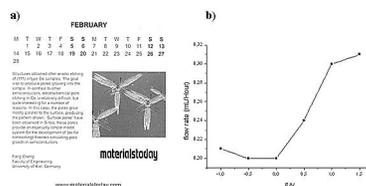


Abb. 3: a „Aliens“ im MRS Kalender 2005, b Umschaltung einer porösen Ge Membran (hydrophob - hydrophil) durch Spannung und damit bewirktes Ein- und Ausschalten des Durchflusses.

Das Verständnis der selbstorganisierten Strom- und Spannungszosillationen der Si Elektrode im am Lehrstuhl entwickelten „Current Burst“ Modell wurde weiter vertieft; eine umfassende Veröffentlichung ist in Vorbereitung. Die Kooperation mit der Ecole Polytechnique (Prof. Chazalviel / Dr. Ozanam) hat hier wichtige Impulse gebracht. Damit ist ein entscheidender Fortschritt bei der Modellierung der Fest-Flüssig-Grenzfläche im Nanobereich erzielt worden.

Parallel dazu werden minimale Modelle (global gekoppelte stochastische Automaten mit kinetischer Monte-Carlo Dynamik) untersucht, um genauer zu verstehen, welche Komponenten des Current-Burst-Modells essentiell für die Porenbildung sind, eine Publikation hierzu (Dr. Claussen / Dr. Carstensen) ist in Vorbereitung.

Hyperskripte: Die im Netz frei verfügbaren Hyperskripte des Lehrstuhls gehören, nach Meinung vieler Nutzer, zum Besten was in dieser Kategorie geboten wird. Folgende Daten sprechen für sich: Monatlich bis zu 1,45 Mio „Hits“, von bis zu 56.000 „Hosts“ bei „downloads“ von bis zu 140 GBytes. Die genaue Statistik ist unter <http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/index.html>, „Hyperskripte“, „General Info“, einsehbar.

Personal

Leiter: Prof. Dr. Helmut Föll; Sekretariat: Katrin Brandenburg (50%)

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bahr

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. Jürgen Carstensen	01.01.-31.12.2004	
Dr. Marc Christophersen	01.01.-31.12.2004	
zur Zeit beurlaubt		
Dr. Cheng Fang	15.03.-31.12.2004	DFG
Porenätzung in Germanium		
M. Sc. Eugen Foca	01.04.-31.12.2004 (50%)	BMBF
Photonische Kristalle in der Sensorik (PHOKISS)		
Dipl.-Phys. Stefan Frey	01.01.-31.12.2004	DFG
Preparation of two and three dimensional photonic crystals in Si and III-V semiconductors by pore etching		
Dipl.-Ing. Gunther Hasse	01.01.-31.03.2004	DFG
Elektrochemische Untersuchungen am Kontakt Si / Elektrolyt		
Dipl.-Ing. (FH) Harald Jacobsen	01.01.-31.12.2004	FhG-ISiT
Einsatzmöglichkeiten von Hochleistungskeramiken in der Mikrosystemtechnik		
Dipl.-Ing. Sergiu Langa	01.01.-30.04.2004	DFG
Porenätzung in III-V Halbleitern		
Dipl.-Ing. Stefan Mathijssen	01.04.-31.12.2004	

Dr. Georgi Popkirov 01.03.-31.08.2004 DAAD

Förderung ausländischer Gastdozenten zu Lehrtätigkeiten an deutschen Hochschulen

Dr. Oliver Riemenschneider (Gastwissenschaftler) 28.08.-31.12.2004 Siltronic

Lichtgesteuertes Ätzen

M. Sc. Maxim Shakhray 01.01.-31.12.2004 FHG-ISiT

Untersuchungen zu mikromechanisch schaltbaren variablen Hochfrequenzbauelementen und Zuverlässigkeitsuntersuchungen an neuartigen HF-MEMS-Schaltern

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Electronic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll

Semiconductors, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll

Quantummechanical Aspects in Materials Science, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Jürgen Carstensen

Aktuelle Fragen der Forschung, 2 Std. Seminar/Woche,
Helmut Föll (+ Jürgen Carstensen)

Einführung in die Materialwissenschaft I, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll (+ Gunther Hasse)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
Jürgen Carstensen (+ Gunther Hasse)

Aktuelle Fragen der Strukturbildung in der Silizium-Elektrochemie, 2 Std. Seminar/Woche,
Helmut Föll (+ Jens Chr. Claussen)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Kai Dolgner (+ Marlies Schwitzke, Klaus Rätzke, Wing Fong Chu, Franz Faupel, Helmut Föll, Wolfgang Jäger, Werner Weppner)

Sommer 2004

Einführung in die Materialwissenschaft II, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Jürgen Carstensen (+ Gunther Hasse)

Statistical Methods in Materials Science, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Jürgen Carstensen

Seminar des Lehrstuhls für Allg. Materialwissenschaft, 2 Std. Seminar/Woche,
Helmut Föll (+ Jürgen Carstensen)

Lab Course: Electronic measurement techniques for Master-, Diplom- and PhD-students in Materials Science, 1 Std. Praktikum/Woche,
Georgi Popkirov

Electrochemical Impedance Spectroscopy, 2 Std. Vorlesung/Woche,
Georgi Popkirov

Electronic measurement techniques for Master-, Diplom- and PhD-students in Materials Science, 2 Std. Vorlesung/Woche,
Georgi Popkirov

Introduction to Electrochemistry for Materials Scientists, 2 Std. Vorlesung/Woche,
Georgi Popkirov

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
Stefan Frey (+ Stefan Mathijssen)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien II, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Kai Dolgner (+ Marlies Schwitzke, Klaus Rätzke, Klaus Rätzke, Franz Faupel, Helmut Föll, Wolfgang Jäger)

Winter 2004/2005

Electronic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll

Semiconductors, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll

Quantummechanical Aspects in Materials Science, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Jürgen Carstensen

Aktuelle Fragen der Forschung, 2 Std. Seminar/Woche,
Helmut Föll (+ Jürgen Carstensen)

Einführung in die Materialwissenschaft I, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Helmut Föll

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
Eugen Foca (+ Stefan Mathijssen, Jürgen Carstensen)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Kai Dolgner (+ Klaus Rätzke, Franz Faupel, Helmut Föll, Wolfgang Jäger, Werner Weppner)

Drittmittel

DFG, *Elektrochemische Untersuchungen am Kontakt Silizium-Elektrolyt*, 01.06.2001-31.03.2004 (120578 EUR)

DFG, *Porenätzung in III-V Halbleitern*, 01.05.2003-30.04.2004 (44546 EUR)

FhG-ISiT, *Fortführung: Untersuchungen zu mikromechanisch schaltbaren variablen Hochfrequenzbauelementen und Zuverlässigkeitsuntersuchungen an neuartigen HF-MEMS-Schaltern*, 01.10.2003-30.09.2004 (52950 EUR)

FhG-ISiT, *Einsatzmöglichkeiten von Hochleistungskeramiken in der Mikrosystemtechnik*, 01.08.2003-31.07.2005 (108924 EUR)

FhG-ISiT, *Fortführung: Untersuchungen zu mikromechanisch schaltbaren variablen Hochfrequenzbauelementen und Zuverlässigkeitsuntersuchungen an neuartigen HF-MEMS-Schaltern*, 01.11.2004-31.01.2005 (13237 EUR)

DFG, *Schwerpunktprogramm Photonische Kristalle*, 01.09.2003-31.08.2005 (112860 EUR)

DFG, *Porenätzung in Germanium*, 15.03.2004-14.03.2006 (104240 EUR)

DFG, *Publikationskosten im Rahmen des Schwerpunktprogrammes Photonische Kristalle*, 12.05.2003-11.05.2004 (9000 EUR)

DFG, *Reisemittel zur Durchführung von Workshops im Rahmen des Schwerpunktprogrammes Photonische Kristalle*, 10.10.2003-09.10.2004 (15000 EUR)

DFG, *Zentralprojekt im Rahmen des Schwerpunktprogrammes Photonische Kristalle*, 15.12.2003-14.12.2005 (5112 EUR)

FhG-ISE, *Alternatives Silizium für Solarzellen - ASIS - TP 1: Schnelle Verfahren, rasches thermisches Prozessieren und schnelle Charakterisierung*, 15.02.2003-30.09.2005 (78000 EUR)

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)*, 01.11.2003-31.10.2006 (200599 EUR)

DAAD, *Förderung ausländischer Gastdozenten zu Lehrtätigkeiten an deutschen Hochschulen*, 01.03.-31.08.2004 (31515 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

IMEC, Leuven, Belgien; wissenschaftliche Kooperation: Austausch von Proben und CELLO-Untersuchungen.

NEAH POWER SYSTEMS Inc., Bothell, USA; Allg. Consulting im Rahmen eines Scientific Advisors; Forschungsgegenstand: Erprobung der Makroporenätzung in n-Typ Silizium mit Rückseitenbeleuchtung und p-Typ Makroporen.

Technical University Moldova, Chisinau, Moldova; wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Prof. Dr. I.M. Tiginyanu.

Drägerwerk AG, Lübeck, Germany; Mehrere Konsultationen im Rahmen eines gemeinsamen BMBF-Projektes.

Universität Paderborn, Germany; wissenschaftliche Kooperation, BMBF-Projekt mit Prof. Dr. R. Wehrspohn.

Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle, Germany; wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Prof. Dr. U. Gösele.

Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle, Germany; wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Dr. Breitenstein im ASIS-Projekt und im Netzwerk „Diagnostik“ .

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe, Germany; gemeinsame Doktoranden.

Lakeshore Cryotronics Inc., Westerville, USA; Kooperation mit dem Ziel der Entwicklung einer Großflächenätzenanlage für optoelektronische Komponenten.

Wacker Siltronic, Burghausen, Germany; lichtgesteuertes Ätzen.

Fraunhofer-Inst. für Solare Energiesysteme, Freiburg, Gelsenkirchen, Germany; wissenschaftliche Kooperation mit Herrn Dr. Warta und Herrn Prof. Dr. Schindler im ASIS-Projekt und im Netzwerk „Diagnostik“ .

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; Kooperation zur Charakterisierung von Solarzellen.

ISFH, Hameln/Emmerthal, Emmerthal, Germany; Charakterisierung von Solarzellen im Rahmen des ASIS-Projektes.

IHP GmbH, Frankfurt/Oder, Germany; wissenschaftliche Kooperation.

Forschungszentrum Jülich, Jülich, Germany; wissenschaftliche Kooperation zur Charakterisierung von Solarzellen.

ZSW, Stuttgart, Germany; Charakterisierung von CIS-Solarzellen.

ECN, Petten, Niederlande; Austausch von Proben und Vergleich zwischen Corescan und CELLO.

Diplom- und Master-Arbeiten

Le Jiang, *Optimization of Porous Ge-Membrane with Tunable Pore Geometries*, 28.09.2004

Zhen Yang, *Fast Pore Etching in Silicon*, 09.11.2004

Dissertationen

Sergiu Langa, *Electrochemical pore etching of porous III-V compounds*, 30.04.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- K. Busch, S. Lölkes, R.B. Wehrspohn, H. Föll, *Photonic Crystals (Table of Contents)*, Wiley-VCH, Weinheim, (2004)
- R.B. Wehrspohn, J. Schilling, J. Choi, Y. Luo, S. Matthias, S.L. Schweizer, F. Müller, U. Gösele, S. Lölkes, S. Langa, J. Carstensen, H. Föll, *Electrochemically-prepared 2D and 3D photonic crystals*, K. Busch, S. Lölkes, R.B. Wehrspohn, and H. Föll (eds.) *Photonic Crystals - Advances in Design, Fabrication, and Characterization*, Wiley-VCH, Weinheim, 63 (2004)
- I.M. Tiginyanu, S. Langa, L. Sirbu, E. Monaico, M.A. Stevens-Kalceff, H. Föll, *Cathodoluminescence microanalysis of porous GaP and InP structures*, *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, **27**, 81 (2004)
- M.V. Shakhrai, C. Huth, H.J. Quenzer, T. Lisec, *Characterization of microelectromechanical (MEMS) HF-switches*, Proc. of SPIE Seventh International Workshop on Nondestructive Testing and Computer Simulations in Science and Engineering; Alexander I. Melker; Ed., **5400**, 34 - 37 (2004)
- T. Lisec, C. Huth, B. Wagner, M. Shakhrai, *Surface-micromachined capacitive RF switches with high thermal stability and low drift using Ni as structural material*, Proc. MEMSWAVE, Uppsala, (2004)
- V. Kochergin, M. Christophersen, H. Föll, *Effective medium approach for calculations of optical anisotropy in porous materials*, *Appl. Phys. B*, **79** (6), 731 (2004)
- V.V. Sergentu, E. Foca, S. Langa, J. Carstensen, H. Föll, I.M. Tiginyanu, *Focusing effect of photonic crystal concave lenses made from porous dielectrics*, *Phys. Stat. Sol. (a)*, **201** (5) R, 31 (2004)
- J. Carstensen, *CELLO: Ein Instrument zur Solarzellendiagnostik*, *Photon-DAS SOLARSTROM-MAGAZIN*, **10**, 52 (2004)
- J. Carstensen, *CELLO: An instrument for solar cell diagnostics*, *PHOTON-International*, **10**, 44 (2004)

Patent-Anmeldungen

- Jürgen Carstensen, Helmut Föll, Sergiu Langa, Stefan Frey, *Herstellung v. schnellwachsenden Poren in Si m. besonderen geometr. u. morphologischen Eigenschaften*, Deutsches Patent- und Markenamt, 18.02.2004, AZ 10 2004 011 394.7-33
- Helmut Föll, Jürgen Carstensen, Marc Christophersen, *Verf. z. Herst. v. durchgäng. Membranen aus Halbleitermat. unter Ntzg. v. Makro- u. Mesoporenätzung*, Deutsches Patent- u. Markenamt u. int. PCT-Verfahren, 23.04.2004, PCT/DE2004/000864
- Helmut Föll, Jürgen Carstensen, Marc Christophersen, *Verf. z. Ätzung v. durchgäng. Membranen aus Halbleitermat. unter Ntzg. v. Makro- u. Mesoporenätzung*, Deutsches Patent- u. Markenamt u. int. PCT-Verfahren, 23.04.2004, PCT/DE2004/000865

Präsentationen

- Helmut Föll, *Vortrag zur Materialwissenschaft*, Jahr der Technik an der Toni-Jensen-Gesamtschule, Kiel, Deutschland, 28.04.2004
- Helmut Föll, *Schmiede, Schwerter und Computer*, Saturday Morning Physics, CAU zu Kiel, Kiel, Germany, 27.11.2004
- S. Lölkes, M. Kemell, J. Carstensen, S. Langa, H. Föll, *Fast pore etching*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology (Best presentation award), Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004
- S. Langa, L. Sirbu, E. Monaico, J. Carstensen, H. Föll, I.M. Tiginyanu, *Morphology and chemical composition microanalysis of 2D and 3D ordered structures on porous InP*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology, Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004

S. Langa, J. Carstensen, H. Föll, I.M. Tiginyanu, *Nucleation and growth of macropores on (100) n-type Ge*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology, Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004

S. Langa, S. Lölkes, J. Carstensen, M. Hermann, G. Boettger, I.M. Tiginyanu, H. Föll, *Engineering the morphology of porous InP for waveguide applications*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology, Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004

Eugen Foca, *Posterbeitrag*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology, Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004

Helmut Föll, *Posterbeitrag*, 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology, Valencia, Spanien, 14.-19.03.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied des Fachbeirats des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik, Halle.

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied des Kuratoriums am Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe (Teilnahme an der Kuratoriumssitzung am 04.03.2004 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 Sprecher des DFG-Schwerpunktprogrammes „Photonische Kristalle“.

Herr Prof. Dr. H. Föll ist der Vertrauensdozent für Angelegenheiten der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Herr Prof. Dr. H. Föll ist Mitglied der Jury im Förderprogramm HWT (Hochschule - Wirtschaft - Transfer) der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein.

Herr Prof. H. Föll war Chairman der 4th International Conference: Porous Semiconductors Science and Technology „PSST 2004“, Valencia, Spanien, 14.03.2004 - 19.03.2004.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat am 04.05.2004 an dem Workshop zum 6. Forschungsrahmen an der CAU zu Kiel teilgenommen.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat am 30.09.2004 an der IHK-Veranstaltung „Abschlüsse Bachelor und Master im Vergleich zum Ingenieur“ an der IHK Lübeck teilgenommen.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat am 12.11.2004 das Christian Doppler Labor für oberflächenoptische Methoden in Linz evaluiert.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat am 24.11.2004 die Laudatio anlässlich der Possehl-Ingenieur-Preisverleihung für die Diplom-Arbeit von Herrn F. Strenge in Lübeck gehalten.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat vom 25. - 27.11.2004 auf Einladung an dem 11. Siltronic Silicium-Symposium in Ising teilgenommen.

Herr Dipl.-Ing. Stefan Mathijssen hat am 07.12.2004 den Prof. Dr. Werner Petersen-Preis (3. Preis) für seine Diplomarbeit zum Thema „Charakterisierung einer Linienquelle bei hohen und höchsten Raten“ erhalten.

Herr Prof. Dr. H. Föll hat im Jahr 2004 diverse Vorträge / Beiträge / Laudationen zu verschiedenen Anlässen gehalten.

Gäste

26.01.2004 Dr. habil. Rainer Hintsche, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Elektrische Biochips“.

09.02.2004 Gerold Neumann, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Lithium-Polymer-Akkumulatoren: Neue Fertigungstechnologien für neue Anwendungen“.

24.05.2004 Dr. Bernhard Weßling, Ormecon GmbH, Ammersbek; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Organische Metalle - eine Idee wird Realität - Problemstellung, Hypothesen, Vorgehen und Hindernisse in Forschung und Markteinführung einer nanotechnologischen Basisinnovation“ .

30.09.2004 Prof. Dr. Grimmeis, Universität Lund, Schweden.

29.11.2004 Dr. Hans Bohn, Forschungszentrum Jülich, Institut für Schichten und Grenzflächen, Jülich; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Poröses Silizium: Der weite Weg vom Labor zur Anwendung“ .

13.12.2004, Dr. Francois Ozanam, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, CNRS-École Polytechnique, Palaiseau-Cedex, Frankreich; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Functional organic monolayers on silicon“ .

Praktikanten

08.03.2004 - 12.03.2004 Katharina Fikas, Schülerpraktikum des 12. Jahrgangs des Gymnasiums Elmschenhagen.

05.07.2004 - 19.11.2004 Torsten Grotendorst, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein GmbH, ÜAZ Elmshorn.

05.07.2004 - 19.11.2004 Ronald Sarnow, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein GmbH, ÜAZ Elmshorn.

almanach 04

Materialverbunde

Wie auch schon in den Vorjahren, wurden die am Lehrstuhl bearbeiteten Projekte überwiegend über Drittmittel finanziert. Dabei zeichnete sich eine weitere Verlagerung der Arbeiten in Richtung auf polymerbasierte Nanomaterialien mit interessanten magnetischen, optischen, elektronischen und weiteren funktionellen Eigenschaften ab. Die Forschung fand auch in der im Auftrag der Innovationsstiftungen Schleswig-Holstein und Hamburg erstellten Studie zur Nanotechnologie besondere Beachtung. Prof. Faupel wurde als Koordinator der „Norddeutschen Initiative Nanomaterialien“ eingesetzt und mit dem Aufbau eines Netzwerks beauftragt. Inzwischen ergeben sich bei den zahlreichen Forschungsprojekten des Lehrstuhls auch zunehmend Berührungspunkte mit den Lebenswissenschaften, etwa bei der Funktionalisierung von Polymeroberflächen zur Steuerung von Zelladhäsion und -wachstum, bei silberhaltigen Nanokompositen mit antibakterieller Wirkung oder bei der Untersuchung von Haftungseigenschaften an Zahnoberflächen. Die Arbeiten von Dr. Adelung zur Nanodrahtherstellung haben sich inzwischen zu einem wichtigen Forschungszweig des Lehrstuhls entwickelt. Viele neue Ergebnisse gab es auch bei Metallisierung organischer Halbleiter für billige Feldeffekttransistoren und bei den mit dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht durchgeführten Untersuchungen zu Membranpolymeren. Letztere wurden mit einem „Best Poster Award“ und einem eingeladenen Beitrag in *Membrane News* ausgezeichnet. Insgesamt war die Arbeitsgruppe in Jahr 2004 besonders produktiv und hat 30 Arbeiten veröffentlicht. Dabei wurden fast ausschließlich Zeitschriften mit ausgezeichneter internationaler Reputation gewählt. Im Folgenden werden nur einige Ergebnisse exemplarisch dargestellt.

Ergebnisse

a) Polymerbasierte Nanokomposite

Der Lehrstuhl arbeitet weiterhin mit Hochdruck an der Entwicklung von Nanokompositen, die aus metallischen Nanopartikeln in einer Polymermatrix bestehen, und über Kodeposition von organischen und metallischen Komponenten über die Gasphase hergestellt werden (s. Almanach 2002, 2003). Inzwischen ist es gelungen, neben kugelförmigen Partikeln auch Nanosäulen mit extrem hohem Aspektverhältnis herzustellen. Diese entstehen während der Koverdampfung eines Fluoropolymers und einer magnetischen Legierung bei erhöhten Temperaturen oberhalb eines kritischen Aufdampfverhältnisses (Abb. 1). Die magnetischen Säulen sind nur wenige nm dick und könnten sich für die Herstellung von Speichermedien mit Kapazitäten im Tb/cm²-Bereich eignen. Das Verfahren wurde zum Patent angemeldet.

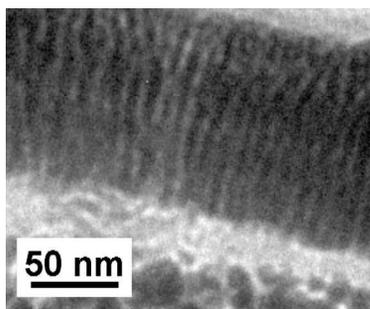


Abb. 1: Schichtsystem aus Nanosäulen einer magnetischen Legierung (Fe-Ni-Co) und aus sphärischen Silber-Nanopartikeln in einer Fluoropolymermatrix mit polymerer Zwischenschicht.

Bei den optischen Nanokompositen (s. Almanach 2003) wurden inzwischen Schichten mit variablen Brechungsindizes von 0,96 bis 2,6 hergestellt und erste Bragg-Reflektoren gebaut. Durch kontrollierte Einstellung des Füllfaktors gelang eine Variation des elektrischen Widerstandes um mehr als zehn Größenordnungen mit einem extrem steilen Abfall in der Nähe der Perkolationschwelle. In diesem Bereich tritt eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber kleinsten Variationen des Abstandes der Nanopartikel durch mechanische Spannungen, Aufnahme von Lösungsmitteln, thermische Ausdehnung etc. auf, die sich für Sensoranwendungen ausnutzen lässt.

Komposite mit Silber-Nanopartikeln setzen Silberionen frei, die antibakterielle Wirkung zeigen. Diese Komposite werden gegenwärtig zusammen mit Prof. R. Podschun von der Universitätsklinik Kiel und Dr. G. Grundmeier vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf untersucht.

Ebenfalls zu medizinischer Anwendung könnte die Funktionalisierung und Strukturierung von Polymeroberflächen mittels niederenergetischer Ionen führen. Die Arbeiten wurden zunächst mit dem Ziel begonnen, die Wechselwirkung der Ionen mit Polymeroberflächen zu verstehen und gezielt für Haftungssteigerungen einzusetzen. Dazu wurde im letzten Jahr ein Schichtmodell der Ionenmodifizierung innerhalb der ersten 10 nm entwickelt. Ausgehend von den Modellvorstellungen konnten für einige Metall/Polymer-Systeme Haftungssteigerungen von mehr als zwei Größenordnungen erreicht werden. Jetzt soll die Ionenstrahlmodifizierung zur gezielten Einstellung von Zelladhäsion und -wachstum auf Polymeren eingesetzt werden. Erste Arbeiten wurden soeben mit Prof. S. Rose-John von der Mikrobiologie der Universität Kiel begonnen.

b) Nanodrähte

Das 2004 eingeworbene DFG-Projekt zur Nanodrahterstellung im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1165 dient der systematischen Untersuchung der Herstellung von Nanodrähten durch Risse in Dünnschichten. Das Herstellungsverfahren konnte im Laufe des Jahres wesentlich erweitert werden. Ausschlaggebend war die Möglichkeit, Delamination von Risskanten gezielt zu nutzen, um eine Geometrie wie in Abb. 2a zu erzeugen. Diese Anordnung läßt sich aufgrund ihrer Öffnung über dem Substrat als Schattenmaske verwenden und so zur gezielten Strukturierung der Nanodrähte nutzen. Ein Beispiel zeigt Abb. 2b, hier sind zwei parallele Drähte aus unterschiedlichen Metallen in einem Abstand von weniger als 50 Nanometern erzeugt worden, indem unter unterschiedlichen Winkeln Material durch die Nanostruktur der delaminierten Risse deponiert wurde. Prinzipiell können so komplexe Strukturen wie Multischichten, Core-Shell Strukturen oder ähnliches realisiert werden. Es zeigte sich, dass sich diese Art von Nanostrukturmaske (Abb 2a) sich nicht nur zur Nanodrahterstellung eignet, sondern auch zum Entfernen von Material. So können gezielt ausgerichtete Nanokanäle in Materialien eingebracht werden, was zur Zeit durch Sputterätzen geschieht. Abb 2c zeigt solche Nanokanäle, die in einem Dünnschicht aus Gold hergestellt wurde. Auch dieses Verfahren wurde von der PVA-SH zum Patent angemeldet.

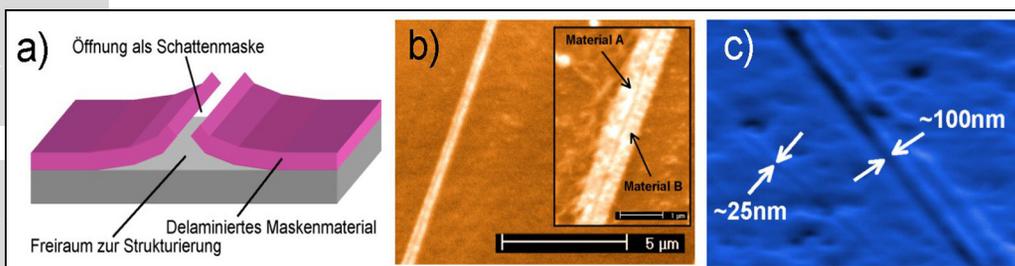


Abb. 2: Nanostrukturen a) Die Skizze zeigt einen delaminierten, gerissenen Dünnschicht b) Rasterelektronenmikroskopiebild paralleler Nanodrähte aus unterschiedlichen Materialien, erhalten durch Deposition durch eine Dünnschichtmaske wie in (a) nach anschließender Entfernung des Dünnschichts. c) Rasterelektronenmikroskopiebild von Nanokanälen, hergestellt durch Sputterätzen durch die Öffnung in (a).

c) Organische Feldeffekttransistoren

Die Diffusion von Metall in organische Dünnschichten ist wahrscheinlich einer der Gründe, warum sogenannte organische Top-Contact-Feldeffekttransistoren sehr unterschiedliche elektronische Eigenschaften haben. Jedoch gab es bisher noch kein Messverfahren, das eine hochauflösende Analyse der Metall-Organik-Grenzfläche liefern konnte. Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes 1121 wurde demonstriert, wie durch Radiotracermessungen mit extrem hoher Auflösung im Nanometerbereich noch kleinste Mengen an Metall detektiert werden können. Diese Ergebnisse sind in *Applied Physics Letters* vorgestellt worden. Darüber hinaus wurden erste Ansätze realisiert, um die Menge der eingebrachten Metallatome zu steuern. Durch das Aufbringen von Nukleationskeimen konnten diese sogenannten Submonolagenbarrieren wirkungsvoll die Eindiffusion von Metall verhindern. Die Ergebnisse wurden in Kooperation mit den Universitäten Paderborn und Stuttgart

erzielt.

d) Haftung von Dentalmaterialien

In einem fakultätsübergreifenden Projekt in Kooperation mit der Zahnmedizin (Prof. M. Kern und B. Yang) wurden die Haftungseigenschaften auf Zahnoberflächen untersucht. Die dazu am Lehrstuhl durchgeführten Untersuchungen mit dem Rasterkraftmikroskop konnten durch Verwenden eines speziellen Messmodus zwischen harten und weichen Strukturen unterscheiden. Damit war es möglich, im Zahn enthaltenes Collagen von Apatit getrennt darzustellen und so den Einfluss von Klebstoffen auf die Nanostruktur von Collagenfasern zu charakterisieren. Die Ergebnisse tragen zum Verständnis der Langzeitstabilität von Zahnersatz bei und werden in Kürze in der Zeitschrift *Biomaterials* veröffentlicht.

e) Freies Volumen in Membranpolymeren

Gastrennung durch Membranen ist ein wesentlicher Prozess bei vielen technischen Anwendungen, bei dem aufgrund einfacher Herstellung, Verarbeitung, Modifikation und geringer Betriebstemperatur häufig Polymere verwendet werden. Die Menge und Verteilung von Hohlräumen auf atomarer Skala, sogenanntes Freies Volumen, bestimmt dabei wesentlich die Transport- und Trennungseigenschaften. Zur Ermittlung dieser Größen sollen Simulationen und Experimente die Membranentwicklung unterstützen.

Im Rahmen einer Kooperation mit dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, Institut für Chemie, werden - aufbauend auf früheren Arbeiten von E. Schmidtke (Diss. 2000) und C. Nagel (Diss. 1999) - Polyimide und Polyamidimide mit hohem freien Volumen untersucht. Einerseits wird mit einer „virtuellen Kugel“ die im Computer simulierte Einheitszelle abgetastet, was die Bestimmung von Größe, Konzentration und Form des Freien Volumens ermöglicht. Andererseits wird die Positronenlebenszeitspektroskopie benutzt, um mit einem etablierten Zusammenhang zwischen Lebenszeit und Lochgröße die mittlere Hohlraumgröße zu bestimmen. Generell ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Methoden, so dass jetzt systematische Untersuchungen vorgenommen werden können.

Erste Ergebnisse aus der Diplomarbeit von Jan Kruse (2003) sind mit dem „Best Poster of Session Award“ auf der Euromembranes 2004 und einem eingeladenen Beitrag bei *Membrane News* ausgezeichnet worden.

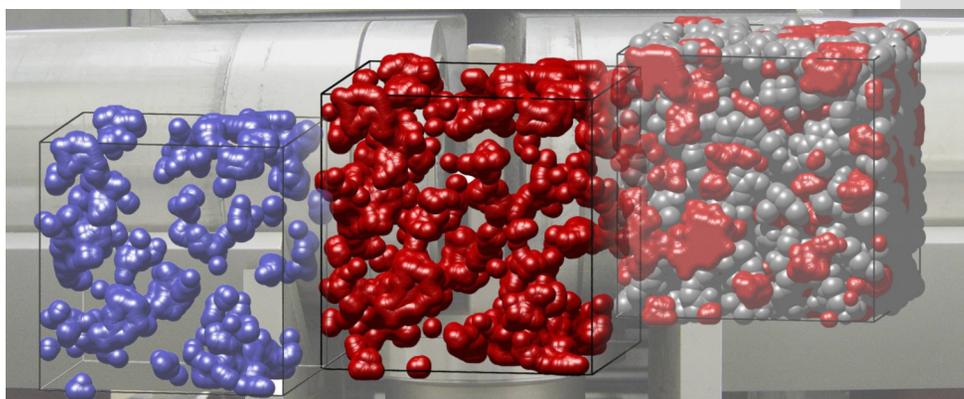


Abb. 3: Visualisierung des erreichbaren Freien Volumens in molekulardynamischen Simulationsdatensätzen. Anzahl, Größe und Form der detektierten Löcher variieren mit der Größe der verwendeten Tracerradien.

Personal

Leiter: Prof. Dr. rer.-nat. F. Faupel; Sekretariat: Dipl.-Geol. B. Minten
Technisches Personal: Dipl.-Ing (FH) R. Kloth, Dipl.-Ing. (FH) S. Rehders

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. R. Adelung	01.01.-31.12.2004	CAU
Nanodrähte, Metallisierung organischer Halbleiter		
Dipl.-Ing. A. Bartsch	01.01.-31.12.2004	DFG
Unterkühlte Metallschmelzen		
Dr. A. Biswas	01.01.-30.09.2004	BMBF, DFG
Nanokomposite		
M.Sc. M. Elbahri	01.01.-31.12.2004	CAU
Nanodrähte		
Dipl.-Ing. H. Greve	01.01.-31.12.2004	DFG, CAU
Magnetische Nanokomposite		
M. Sc. S. Iakovlev	01.01.-31.12.2004	FH, Prof. Es-Souni
Ferroelektrische Schichten		
Dipl.-Phys. J. Kanzow	01.01.-31.12.2004	CAU
Metall-Epoxidharz-Grenzflächen		
Dipl.-Ing. J. Kruse	01.01.-31.12.2004	CAU, GKSS
Membranpolymere		
Dipl.-Phys. R. Kunz	01.01.-31.12.2004	DFG
Schichtkristalle		
Priv. Doz. K. Rätzke	01.01.-31.12.2004	CAU
Metallische Gläser, Positronenvernichtung		
M. Sc. M. Scharnberg	01.01.-31.12.2004	DFG
Metallisierung organischer Halbleiter		
Dipl.-Min. U. Schürmann	01.01.-31.12.2004	BMBF
Sputtern von Nanokompositen		
M. Sc. H. Takele	01.01.-31.12.2004	DFG
Optische Nanokomposite		
Dipl.-Chem. S. Taudin	01.01.-31.12.2004	o.m.t.
Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen		
Dipl.-Chem. T. Will	01.01.-29.02.2004	o.m.t.
Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen		
Dr. V. Zaporozhchenko	01.01.-31.12.2004	DFG
Metall-Polymer-Verbunde		
M. Sc. J. Zekonyte	01.01.-31.12.2004	CAU
Sputtern von Polymeren		

Winter 2003/2004

 Vorlesungen, Seminare und Praktika

Metals I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
F. Faupel (+ M. Scharnberg)

Polymers II, 2 Std. Vorlesung/Woche,
F. Faupel

Polymers II, 1 Std. Seminar/Woche,
F. Faupel

Solid State Physics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Adelung (+ F. Faupel, J. Kanzow)

Thin Films II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Rätzke

Werkstoffe und Werkstofftechnologie I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
F. Faupel (+ W.F. Chu, H. Föll, W. Jäger, K. Rätzke, E. Spiecker, W. Weppner)

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 Members of the Chair for Multicomponent Materials, 1 Std. Seminar/Woche,
F. Faupel

Sommer 2004

Metals II, 2 Std. Vorlesung/Woche,
F. Faupel

Metals II, 1 Std. Seminar/Woche,
F. Faupel

Polymers I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
F. Faupel

Solid State Physics for Engineers II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Adelung

Thin Films I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Rätzke

Werkstoffe und Werkstofftechnologie II, 1 Std. Vorlesung/Woche,
F. Faupel (+ W.F. Chu, H. Föll, W. Jäger, K. Rätzke, E. Spiecker, W. Weppner)

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 des Lehrstuhls für Materialverbunde, 1 Std. Seminar/Woche,
K. Rätzke (+ F. Faupel)

Vacuum Technology and Materials: Introduction to Vacuum and Surface Science, 1 Std. Vorlesung/Woche,
V. Zaporozhchenko

Winter 2004/2005

Metals I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Rätzke (+ J. Kruse)

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,
R. Adelung

Thin Films II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
K. Rätzke (+ H. Greve)

Werkstoffe und Werkstofftechnologie I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
K. Rätzke (+ W.F. Chu, H. Föll, W. Jäger, E. Spiecker, W. Weppner)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
K. Rätzke (+ R. Adelung, H. Föll, W. Jäger, W. Weppner, V. Zaporozhchenko)

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)

Seminar for Members of the Chair for Multicomponent Materials, 1 Std. Seminar/Woche,
V. Zaporozhchenko

 **Drittmittel**

o.m.t., *Entwicklung und Charakterisierung von Kunststoff-Schichtverbunden*, 01.01.2001-31.03.2004 (243.767 EUR)
DFG, *Beryllium als schnell diffundierendes Element in metallischen Massivgläsern*, 01.07.2001-30.06.2004 (131.776 EUR)

BMBF, *Adhäsions- und Alterungsmechanismen in Polymer-Metall-Übergängen*, 01.09.2001-30.04.2004 (221.802 EUR)
BWB, *Materialakustische Untersuchungen an den desorbierenden Beschichtungen zur Minderung der akustischen Signatur von Unterwasserkörpern*, 01.01.2002-31.12.2004 (244.912 EUR)

DFG, *Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, 01.07.2002-30.06.2005 (83.090 EUR)
ISH (TSH), *RF-Sputtern mit Composite Targets*, 01.07.2002-31.03.2004 (105.500 EUR)

BMBF, *Steuerung von Haftmechanismen in Verbundsystemen durch chemische Oberflächenfunktionalisierung in Atmosphärendruckplasma*, 01.10.2002-31.07.2005 (217.777 EUR)

GKSS, *Verbesserte Methoden zur Charakterisierung von Verteilung und Größe des freien Volumens in Polymermembranen*, 01.05.2003-30.04.2005 (81.460 EUR)

DFG, *Diffusion in glasbildenden Metallschmelzen vom Gleichgewichtszustand bis zum kalorischen Glasübergang*, 01.09.2003-31.08.2005 (128.460 EUR)

DFG, *Wachstum und Diffusion von Metallen auf molekularen organischen Halbleitern (OFET)*, 01.10.2003-30.09.2005 (90.460 EUR)

DFG, *Novel preparation methods for metal and alloy nanoparticles in polymers*, 01.11.2003-31.10.2005 (234.040 EUR)
GKN, *Zunderanalyse*, 05.-30.03.2004 (300 EUR)

ORGA, *Smart Cards*, 13.05.-30.09.2004 (250 EUR)

DFG, *Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, 01.07.2004-30.06.2005 (54.460 EUR)

DFG, *Schwerpunktprogramm: Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion - Strain aligned nanowires on insulating substrates*, 01.11.2004-31.10.2005 (98.460 EUR)

DFG, *Slowly diffusing elements in bulk amorphous alloys*, 01.10.2004-31.03.2006 (61.995 EUR)

GKN, *Tonanalyse*, 14.10.-16.12.2004 (330 EUR)

DFG, *Preparation of optical functional nanocomposites of polymer based metallic nanoparticles*, 20.12.2004-19.12.2006 (221.652 EUR)

DFG, *Sol-Gel-Heteroschichten*, 20.12.2004-19.12.2006 (64.240 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Universität:

Prof. Dr. S. Deki, Kobe, Japan, optische Nanokomposite.

Prof. Dr. M. Es-Souni, S. Iakovlev, FH Kiel, Röntgendiffraktion, Kristallographie und Textur von dotierten PZT Schichten.

Prof. Dr. M. Es-Souni, FH-Kiel, Entstehung und Struktur von Grenzflächen zwischen Metallen und Ferroelektrika mit verschiedenen am Lehrstuhl vorhanden Methoden.

Prof. Dr. H. Fischer-Brandis, Zahnklinik Univ. Kiel, Prof. M. Es-Souni, Charakterisierung von Shape-Memory Legierungen.

Prof. U. Hilleringmann, Universität Paderborn, Metalldiffusion in organische Feldeffekt-Transistoren.

Prof. Dr. M. Kern, Zahnmedizin, Universität Kiel, AFM, XPS und Kontaktwinkelmessungen an Zähnen.

Prof. Dr. L. Kipp, Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Kiel, Eigenschaften von Schichtkristallen.

Dr. G. V. Kornich, Zaporozhye National Technical University, Ukraine, Computersimulation zum Sputtern von Clustern.

Prof. Dr. C.-P. Krüger, Universität Saarbrücken, BMBF-Projekt, Haftung und Enthftung.

Prof. Dr. K. Ludwig, Zahnmedizin, Universität Kiel, AFM und Kontaktwinkelmessungen an Zähnen.

Dr. A. Meyer, TU München, Probenherstellung, Diffusion in Pd-Cu-Ni-P Legierungen.

Dr. M. Morgenstern, Universität Hamburg, Ausdringtiefen von Elektronen aus zweidimensionalen Elektronengasen.

Dr. J. Pflaum, Universität Stuttgart, Metalldiffusion in organische kristalline Halbleiter.

Prof. Dr. W. Possart, Universität Saarbrücken, BMBF-Projekt, Haftung und Enthftung.

Prof. W. Schattke, Theoretische Physik der Universität Kiel, Diffusion von Metallen auf und in Schichtkristallen.

Prof. Dr. M. Silverstein, Materials Engineering, Technion, Haifa, Israel, optische Nanokomposite.

Prof. Dr. Y. Yampolskii, A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, Laboratory of Membrane Gas Separation, Moskau, Positronenvernichtung und Membranpolymere.

Forschungsinstitute:

Dr. Ahrens, Fraunhofer Institut, ISIT, Itzehoe, Charakterisierung von Lötprozessen (Master Thesis Rong Zhang).

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.

Fraunhofer Institut, IFAM Bremen, BMBF-Projekt, Haftung und Enthftung.

Prof. Dr. G. Grundmeier, Max-Planck Institut, Düsseldorf, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

PD. Dr. Hofmann, Dr. M. Heuchel, GKSS Geesthacht, Berlin Teltow, GKSS Hochschulprojekt, Positronenvernichtung und Auswertung von MD Simulationen in Membranpolymeren.

Dr. C.-P. Klages, Fraunhofer Institut, IST, Braunschweig, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Dr. M.-P. Macht, Hahn Meitner Institut, Berlin, Diffusion in Pd-Cu-Ni-P Legierungen.

Dr. E. Quandt, CAESAR, Bonn, magnetische Nanokomposite.

Industrie:

Dow Automotive AG, Freienbach, Schweiz, BMBF-Projekt, Haftung und Enthftung.

inprotec AG, Heitersheim, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Kömmerring Chemische Fabrik GmbH, Pirmasens, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Mankiewicz Gebr. & Co., Hamburg, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Mitsubishi Belting Ltd, Kobe, Japan, Nanokomposite.

Dr. D. Repening, o.m.t. Lübeck, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen.

ORGA Kartensysteme, Ni-Beschichtung von smart-cards

Renolit-Werke GmbH, Salzgitter, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Sennheiser Electronic KG Wedemark, Elektrete.

Sika Technology AG, Zürich, Schweiz, BMBF-Projekt, Haftung und Enthftung.

SOFTAL electronic, Erik Blumenfeld GmbH & Co. KG, BMBF-Projekt, Hamburg, Atmosphären-druckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

tesa AG, Hamburg, BMBF-Projekt, Atmosphärendruckplasmabehandlung zur Haftungssteigerung.

Diplom- und Master-Arbeiten

M. Kirschmann, *Tiefenprofilierung von Metall/Polymer-Grenzflächen mittels Ionenstrahlzerstörung*, 16.04.2004

J.-P. Hu, *Modification of crystalline organic films by sputtering*, 01.07.2004

W.A. Hartung, *Properties of co-sputtered polymer-metal nanocomposites near the percolation threshold*, 13.08.2004

M. Laurynaitis, *Relation of the solution viscosity and molecular structure - Tool for industrial polymer evaluation (zusammen mit D. Schubert, Fa. Freudenberg)*, 27.09.2004

S. Kreitz, *Patterned dielectric barrier discharge treatment for area-selective metallization of polymers (zusammen mit C.-P. Klages, FhG IST Braunschweig)*, 29.10.2004

S.K. Rudra, *A cost effective fabrication technique to form aligned nanowires for potential sensor applications*, 30.11.2004

S. Wille, *Wachstumsuntersuchungen und Methodenentwicklung zur Leitfähigkeit von PTCDA*, 21.12.2004

Dissertationen

T. Wille, *Untersuchungen zum Einsatz von PVD-Verfahren zur Herstellung katalytischer Schichten für Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen (zusammen mit o.m.t. Lübeck)*, 24.02.2004

J. Erichsen, *Untersuchungen des Oberflächenglasüberganges von Polystyrol mittels des Einbettens von Edelmetall-Clustern*, 05.03.2004

- S. Iakovlev, *Lanthanide ions doping effects on structural, electrophysical and functional properties of sol-gel fabricated PbTiO₃ thin films* (zusammen mit Prof. M. Es-Souni, FH Kiel), 26.08.2004
- J. Kanzow, *Struktur, Vernetzung und Metallisierung duroplastischer Polymere*, 04.11.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

- F. Faupel, K. Rätzke, *Diffusion in metallic glasses and supercooled melts*, in: Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärgel (Eds.) Springer, 970 (2004)
- F. Faupel, J. Kanzow, K. Günther-Schade, C. Nagel, P. Sperr, G. Kögel, *Positron annihilation spectroscopy in polymers, plenary talk at the Int. Conf. Positron Annihilation (ICPA-13), Kyoto, September 7-13, 2003*, Mat. Sci. Forum, **445-446**, 219 (2004)
- J. Kanzow, V. Zaporojtchenko, H. Nabika, M. Mizuhata, S. Deki, F. Faupel, *In-situ investigations on the cross-linking process of the epoxy resin system DGEBA-DETA by means of positron annihilation lifetime spectroscopy in comparison with infrared spectroscopy*, Mat. Sci. Forum, **445-446**, 313 (2004)
- F. Faupel, A. Thran, V. Zaporojtchenko, T. Strunskus, M. Kiene, *Metal diffusion in polymers and on polymers surfaces*, in: Diffusion Processes in Advanced Technological Materials, D. Gupta (Ed.), Noyes Publication, William Andrew Publishing, LLC, invited book chapter, (2004)
- E. Schmidtke, K. Günther-Schade, D. Hofmann, F. Faupel, *The distribution of the unoccupied volume in glassy polymers*, Journal of Molecular Graphics and Modelling, **22**, 309 (2004)
- A. Biswas, O.C. Aktas, J. Kanzow, U. Saeed, T. Strunskus, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Polymer-metal optical nanocomposites with tunable particle plasmon resonance prepared by vapor phase co-deposition*, Materials Letters, **58**, 1530 (2004)
- A. Biswas, D.K. Avasthi, D. Fink, J. Kanzow, U. Schürmann, S.-J. Ding, O.C. Aktas, U. Saeed, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, R. Gupta, N. Kumar, *Nanoparticle architecture in carbonaceous matrix upon swift heavy ion irradiation of polymer-metal nanocomposites*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, **219**, 39 (2004)
- J. Erichsen, J. Kanzow, U. Schürmann, K. Dolgner, K. Günther-Schade, T. Strunskus, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Investigation of the surface glass transition temperature by embedding of noble metal nanoclusters into monodisperse polystyrenes*, Macromolecules, **37**, 1831 (2004)
- K. Koziol, K. Dolgner, N. Tsuboi, J. Kruse, V. Zaporojtchenko, S. Deki, F. Faupel, *Dispersion of gold in polycarbonate by vapor-induced crystallization*, Macromolecules, **37**, 2182 (2004)
- A. Biswas, O.C. Aktas, U. Schürmann, U. Saeed, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Tunable multiple plasmon resonance wavelengths response from multicomponent polymer-metal nanocomposite systems*, Appl. Phys. Lett., **84**, 2655 (2004)
- F. Faupel, C. Dimitrakopoulos, A. Kahn, C. Wöll, *Organic Electronics*, J. Mater. Res., **19**, 7, 1887 (2004)
- A. Rehmert, K. Günther-Schade, K. Rätzke, U. Geyer, F. Faupel, *Quenching rate dependence of free volume in a Zr-Cu-Ni-Ti-Be glass as probed by positron annihilation lifetime spectroscopy*, phys. stat. sol. (a), **201**, 3, 467 (2004)
- J. Zekonyte, V. Zaporojtchenko, S. Wille, U. Schürmann, F. Faupel, *Structural and chemical surface modification of polymers by low-energy ions and influence on nucleation, growth and adhesion of noble metals*, in: Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion, K.L. Mittal (Ed.), **3**, 243 (2004)
- R. Adelung, O.C. Aktas, J. Franc, A. Biswas, R. Kunz, M. Elbahri, J. Kanzow, U. Schürmann, F. Faupel, *Strain-controlled growth of nanowires within thin-film cracks*, Nature Materials, **3**, 375 (2004)
- K. Günther-Schade, H.L. Castricum, H.J. Ziegler, H. Bakker, F. Faupel, *Free volume changes in mechanically milled PS and PC studied by positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS)*, Polymer Engineering and Science, **44**, 7, 1351 (2004)
- A. Biswas, R. Kunz, O.C. Aktas, M. Elbahri, R. Adelung, H. Takele, U. Saeed, U. Schürmann, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Arrays of wirelike microstructures of Ag with visible wavelengths transparent plasmonic response at near-ultraviolet*

- and midinfrared regions, *Appl. Phys.*, **85**, 1952 (2004)
- K. Rätzke, F. Faupel, *Diffusion in metallic glasses and undercooled metallic melts*, *Zeitschrift für Metallkunde*, **95**, 956 (2004)
- J. Erichsen, K. Dolgner, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Glass transition temperature in thin polymer films determined by thermal discharge in X-ray photoelectron spectroscopy*, *Macromolecules, Communication*, **37**, 8813 (2004)
- D. Fink, A.V. Petrov, K. Hoppe, W.R. Fahrner, R.M. Papaleo, A.S. Berdinsky, A. Chandra, A. Chemseddine, A. Zrineh, A. Biswas, F. Faupel, L.T. Chadderton, *Etched ion tracks in silicon oxide and silicon oxynitride as charge injection or extraction channels for novel electronic structures*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **218**, 355 (2004)
- S.K. Sharma, V. Zaporojtchenko, J. Zekonyte, A. Büttner, S. Deki, F. Faupel, *Effects of thermal annealing of thin Au film on Fe₄₀Ni₃₈Mo₄₁₈ in ultrahigh vacuum (UHV)*, *Journal of Materials Science*, **39**, 6291 (2004)
- J. Kanzow, P. Schulze Horn, M. Kirschmann, V. Zaporojtchenko, K. Dolgner, C. Wehlack, W. Possart, F. Faupel, *Formation of a metal/epoxy resin interface*, *Applied Surface Science*, **239**, 227 (2004)
- G.V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, A.I. Bazhin, F. Faupel, *Molecular dynamics simulations of low energy ion sputtering of copper nano-dimensional clusters on graphite substrates*, *NIMB (Nuclear Instr. Meth. B)*, **227**, 261 (2004)
- J. Kruse, J. Kanzow, K. Rätzke, F. Faupel, M. Heuchel, J. Frahn, D. Hofmann, *Free volume in polymeric membranes: Experiment and simulation*, *Membrane News*, **66**, 51 (2004)
- G.V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, A.I. Bazhin, *Sputtering of metal clusters on a graphite substrate by low energy ions*, *Izvestija (Bulletin) Russian Academy of Science, Physical Series*, **68**, 304 (2004)
- G.V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, N.I. Belaya, *Simulation of low-energy argon ion scattering from surface copper clusters*, *Technical Physics Letters*, **30**, 7, 545 (2004)
- G.V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, E.V. Pugina, *Simulation of the interaction of low energy ions with copper clusters on a graphite surface*, *Technical Physics Letters*, **30**, 8, 669 (2004)
- S. Iakovlev, K. Rätzke, M. Es-Souni, *Structural investigations of rare-earth doped PbTiO₃ thin films*, *Mat. Sci. Eng. B*, **113**, 259 (2004)
- R. Kunz, R. Adelung, *A production method for aligned nanowires on arbitrary materials*, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, **818**, 5311 (2004)
- R. Adelung, F. Ernst, N. Zheng, U. Landau, *In-situ nanoscale observation and control of electron-beam-induced cluster formation*, *JVST-B*, **22**, 1797 (2004)
- M. Morgenstern, T. Strassner, R. Adelung, M. Gezlaff, L. Kipp, M. Skibowski, W. Schattke, R. Wiesendanger, *Contributions of escape depth to photoelectron intensity of a well defined initial state*, *Phys. Rev. B (Rapid communications)*, **70**, 081305 (2004)

Patent-Anmeldungen

- F. Faupel, A. Biswas, V. Zaporojtchenko, *Verfahren zur Herstellung von Metall-Polymer Nanokompositen*, Internationale Nachmeldung, 07.04.2004, WO2004/092439A2
- A. Biswas, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, H. Greve, *Verfahren zur Herstellung einer Nanosäulen-Arrays in einer Polymermatrix*, Deutsches Patentamt, 18.06.2004, DE 10 2004 029 595.6.
- V. Gorelik, V. Zaporojtchenko, S. Rehders, F. Faupel, *Hochpräzise Herstellung von dünnen Elektretschichten mit beliebiger Struktur*, Deutsches Patentamt, 24.06.2004, SA 5496-01DE
- R. Adelung, S. Rehders, *Verfahren zur Herstellung von Submikrostrukturen auf einem Substrat*, Deutsches Patentamt, 22.10.2004, DE 10 2004 051 662.6

Präsentationen

- H. Greve, U. Saeed, A. Biswas, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, M. Frommberger, E. Quandt, *Preparation and characterization of a Teflon AF/Fe-Ni-Co nanocomposite for magnetic UHF applications (Poster)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- H. Takele, O.C. Aktas, C. Pochstein, U. Schürmann, A. Biswas, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Optical and electrical properties of Teflon AF/Au nanocomposite prepared by vapor phase co - deposition (Poster)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- U. Schürmann, H. Takele, S. Kreitz, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Electrical and optical properties of metal/PTFE nanocomposite films prepared by RF magnetron sputtering*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- J. Zekonyte, S. Wille, U. Schürmann, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Improvement in adhesion of noble metals on polymer surfaces modified with low energy ions*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- J. Kanzow, F. Faupel, C. Wehlack, W. Possart, *Structural and dynamic properties and aging mechanisms of thin epoxy network layers*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- J. Erichsen, T. Shiferaw, J. Kanzow, U. Schürmann, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Surface glass transition of monodisperse polystyrenes and their bimodal mixtures investigated by the embedding of noble metal nanoclusters and the XPS-charging effect*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- O.C. Aktas, A. Biswas, R. Kunz, J. Kanzow, U. Schürmann, M. Elbahri, U. Saeed, J. Kruse, F. Faupel, *Method to generate aligned nanowires on various substrates (Vortrag)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- A. Bartsch, K. Rätzke, V. Zöllmer, A. Meyer, F. Faupel, *P-32 Diffusion in the undercooled melt of Pd₄₃Cu₂₇Ni₁₀P₂₀ (Vortrag)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- M. Elbahri, J. Franc, O.C. Aktas, R. Adelung, F. Faupel, *Growth of platinum nanowire networks on Nafion*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- R. Kunz, R. Adelung, *Metal diffusion on transition metal dichalcogenide surfaces (Poster)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- J. Kruse, J. Kanzow, K. Rätzke, F. Faupel, M. Heuchel, D. Hofmann, *Free volume in polymeric membranes: comparison of positron annihilation lifetime spectroscopy and evaluation of MD simulations (Vortrag)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- M. Scharnberg, J. Kanzow, R. Adelung, K. Rätzke, F. Faupel, C. Pannemann, U. Hilleringmann, J. Pflaum, *Radiotracer diffusion measurements of noble metal atoms in crystalline organic films (Poster)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- C. Ramirez, W. Schattke, R. Adelung, *DFT study of Li adsorption on TiSe₂ (Poster)*, DPG Frühjahrstagung 2004, Regensburg, 08.03.2004
- V. Zöllmer, K. Rätzke, F. Faupel, *Diffusion in bulk-metallic glass-forming Pd-Cu-Ni-P alloys: from the glass to the equilibrium melt (Vortrag)*, Workshop on Dynamics of Viscous Liquids, München, 15.03.2004
- R. Kunz, R. Adelung, *A production method for aligned nanowires on arbitrary materials (Poster)*, MRS Spring Meeting 2004, San Francisco, USA, 11.04.2004
- F. Faupel, *Neue Werkstoffe durch Nanotechnologie*, Night of the profs, Kiel, 14.05.2004
- V. Zaporojtchenko, A. Biswas, U. Schürmann, H. Takele, H. Greve, F. Faupel, *Properties and application of the metal-polymer nanocomposites (eingeladener Vortrag)*, Eleventh Int. Conference on Composites/Nano Engineering, ICC-11, Hilton-Head Island, USA, 25.05.2004
- R. Adelung, M. Elbahri, J. Franc, O.C. Aktas, R. Kunz, *New nanostructure formation process: Pt-Nanowires on Nafion (Poster)*, 7th Intern. Conf. on Nanostructured Materials (NANO 2004), Wiesbaden, 20.-24.06.2004
- R. Adelung, O.C. Aktas, A. Biswas, R. Kunz, J. Kanzow, U. Schürmann, M. Elbahri, U. Saeed, J. Kruse, F. Faupel, *A method to generate aligned nanowires on various substrates (Keynote lecture)*, 7th Intern. Conf. on Nanostructured Materials (NANO 2004), Wiesbaden, 20.06.2004
- H. Greve, U. Saeed, J. Kanzow, A. Biswas, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, M. Frommberger, E. Quandt, *Soft magnetic vapor phase co-deposited polymer-metal nanocomposites for high frequency applications (keynote lecture)*, 7th Intern. Conf. on Nanostructured Materials (NANO 2004), Wiesbaden, 20.06.2004

- U. Schürmann, O.C. Aktas, H. Takele, A. Biswas, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Study on the optical properties of metal/flouropolymer nanocomposites (Poster)*, 7th Intern. Conf. on Nanostructured Materials (NANO 2004), Wiesbaden, 20.06.2004
- V. Zaporojtchenko, A. Biswas, H. Takele, H. Greve, F. Faupel, *Polymer-metal nanocomposite with 3D distributed metal nanoparticles (Vortrag)*, 16th International Vacuum Congress, Venedig, Italien, 27.06.2004
- G.V. Kornich, G. Betz, V. Zaporojtchenko, K.V. Pugina, F. Faupel, *A molecular dynamics simulation of ion sputtering of copper clusters on Cu and C surfaces*, COSIRES-2004, Helsinki, Finnland, 28.06.2004
- M. Scharnberg, J. Hu, R. Adelung, F. Faupel, *Diffusion and sputtering behaviour of organic crystalline thin films (Vortrag)*, DFG Schwerpunkt Satellitentreffen, Kaiserslautern, 06.-07.07.2004
- K. Rätzke, *Diffusion in bulk metallic glass forming Pd-Cu-Ni-P alloys: From the glass to the equilibrium melt (eingeladener Vortrag)*, 12th International Conference on Liquid and Amorphous Metals (LAM 12), Metz, Frankreich, 11.07.2004
- R. Rätzke, V. Zöllmer, A. Bartsch, A. Meyer, F. Faupel, *Diffusion in bulk-metallic glass-forming Pd-Cu-Ni-P alloys from the glass to the equilibrium melt (eingeladener Vortrag)*, DIMAT 2004, Krakau, Polen, 18.07.2004
- M. Scharnberg, J. Kanzow, K. Rätzke, R. Adelung, J. Pflaum, F. Faupel, *Radiotracer diffusion measurements of noble metal atoms in semiconducting organic films (Vortrag)*, DIMAT 2004, Krakau, Polen, 18.07.2004
- F. Faupel, *Mechanisms of diffusion and viscous flow in bulk glass-forming alloys (eingeladener Vortrag)*, 20th General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society (EPS), Prag, Tschechien, 18.07.2004
- F. Faupel, *Nanotechnologie in der Werkstoffforschung (eingeladener Vortrag)*, Workshop Entwicklungsstrategie Nanotechnologie in Norddeutschland, Hamburg, 19.08.2004
- F. Faupel, *Polymer-metal nanocomposites für functional applications (eingeladener Vortrag)*, 6th International Conference School Advanced Materials and Technologies, Palanga, Litauen, 28.08.2004
- J. Kanzow, F. Faupel, W. Egger, P. Sperr, G. Kögel, C. Wehlack, W. Possart, *Depth-resolved analysis of the ageing behaviour of epoxy resin thin films by positron spectroscopy (Vortrag)*, 7th European Adhesion Conference (EURADH), Freiburg, 05.09.2004
- J. Zekonyte, S. Wille, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *The influence of ion beam treatment on the adhesion of Cu on PS and PP (Poster)*, 7th European Adhesion Conference (EURADH), Freiburg, 05.09.2004
- J. Kanzow, V. Zaporojtchenko, P. Schulze Horn, M. Kirschmann, F. Faupel, C. Wehlack, W. Possart, *Formation of a metal/epoxy interface by PVD metallization (Poster)*, 7th European Adhesion Conference (EURADH), Freiburg, 05.09.2004
- V. Zaporojtchenko, J. Zekonyte, S. Wille, U. Schürmann, F. Faupel, *Tailoring of the polymer surface with low energy ions: relevance to growth and adhesion of noble metals (Vortrag)*, 6th International Symposium on Ionizing Radiation and Polymers (IRAP 2004), Houffalize, Belgien, 25.09.2004
- J. Zekonyte, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, *Investigation of the drastic change in the ablation rate of polymers at low ion fluence (Vortrag)*, 6th International Symposium on Ionizing Radiation and Polymers (IRAP 2004), Houffalize, Belgien, 25.09.2004
- K. Rätzke, A. Büttner, H. Kamusewitz, F. Faupel, *Ag-membranes on nanoporous Al₂O₃ substrates: Microstructure, adhesion and permeability (Poster)*, Euromembranes, Hamburg, 28.09.-01.10.2004
- J. Kruse, J. Kanzow, K. Rätzke, F. Faupel, M. Heuchel, D. Hofmann, *Free volume in polymeric membranes: comparison of positron annihilation lifetime spectroscopy and evaluation of MD simulations (Poster)*, Euromembranes, Hamburg, 28.09.2004
- F. Faupel, V. Zaporojtchenko, *Polymer-based nanocomposites for optical and magnetic application (eingeladener Vortrag)*, Workshop Smart Thin Films and Structures, Kiel, 07.10.2004
- F. Faupel, *Polymer-metal nanocomposites für functional applications (eingeladener Vortrag)*, Seminar des Instituts für Nanotechnologie, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe, 27.10.2004
- F. Faupel, *Verständnis von Oberflächenreaktionen auf Polymeren nach Plasmabehandlung durch spektroskopische Methoden*, Wing Statureseminar (BMBF), Bonn, 10.11.2004
- F. Faupel, *Polymer-Metall-Nanokomposite für funktionelle Anwendungen (eingeladener Vortrag)*, DGM-Fachausschuss

Gefüge und Eigenschaften von Polymerwerkstoffen, Hamburg, 26.11.2004
 F. Faupel, *Polymer-Metall-Nanokomposite für funktionelle Anwendungen (eingeladener Vortrag)*, Physikalisches
 Kolloquium der TU Dresden, Dresden, 14.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Auswahl ehrenamtlicher Tätigkeiten von Prof. Faupel

Vorsitzender des *Fachverbandes Metallphysik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* (bis März 2004),
 Associate Editor der Zeitschrift *Journal of Materials Research*, herausgegeben von der *Materials Research Society* (MRS),
 Mitglied des Editorial Advisory Board der Zeitschrift *Journal of Adhesion Science and Tecnology*,
 Mitglied des Advisory Board der Zeitschrift *Diffusion and Defect Data*,
 Herausgeber (Lead Editor) des Focus Issue „*Organic Electronics*“ der Zeitschrift *J. Mater. Res.* 19, 1887 (2004)
 (Mitherausgeber: A. Kahn, Princeton Univ., C. Dimitrakopoulos, IBM, C. Wöll, Univ. Bochum,
 Mitglied des Vorstandsrates der *Deutschen Physikalischen Gesellschaft* (bis März 2004),
 Stellvertretender Vorsitzender des technisch-wissenschaftlichen Beirates des *GKSS-Forschungszentrums Geesthacht* ,
 Mitglied der *Arbeitsgemeinschaft Metallphysik* (Träger: *Deutsche Physikalische Gesellschaft* (DPG), *Deutsche Gesellschaft für Materialkunde* (DGM), *Verein Deutscher Eisenhüttenleute* (VDEH)) (bis März 2004),
 Mitglied des Programmkomitees der *7th European Adhesion Conference* , Freiburg, September 2004,
 Mitglied des Programmkomitees des *International Workshop on Dynamics in Viscous Liquids*, München 14 - 17.03.2004,
 Mitglied des Programmkomitees der internationalen Konferenz *Diffusion in solids: past, present and future* , Moskau, Mai 2005,
 Scientific Committee, 7th European Adhesion Conference - EURADH 2004, Freiburg im Breisgau, 05.-09.09.2004.
 Koordinator der *Norddeutschen Initiative Nanomaterialien* (NINA)
 Vorsitzender des Programmkomitees und Ausrichter des Workshops *Nanomaterialien in Norddeutschland*
 Mitglied der Strukturkommission des Instituts für Raumsimulation, DLR, Köln-Porz.
 Vorsitzender des *Prüfungsausschusses Materialwissenschaft* (2001-2004),
 Verantwortlicher für den *Master-Studiengang Materials Science* (2001-2004).
 Neben den hier aufgeführten Tätigkeiten hat Prof. Faupel u.a. an zahlreichen Begutachtung im In- und Ausland teilgenommen und regelmäßig Gutachten für Zeitschriften und Drittmittelgeber erstellt.

Preise

Dipl.-Ing. Jan Kruse erhielt den **Best Poster of Session Award** auf der Euromembranes 2004.

Dipl.-Ing. Jan Kruse wurde für seine Diplomarbeit „*Freies Volumen in Membranpolymere Vergleich von Positronenannihilationslebensdauerspektroskopie und Auswertung von molekulardynamischen Simulationen*“ der **Professor Dr. Werner Petersen-Preis der Technik 2004 (2. Preis)** verliehen.

almanach 04

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) für die Nanoanalytik mit Elektronen für die 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 2004:

Die Mechanismen der Entstehung von Nanostrukturen bei Metalldeposition auf Oberflächen von Chalkogenid-Schichtkristallen konnten erstmalig mit Hilfe der hochauflösenden und analytischen Methoden der Transmissionselektronenmikroskopie am Beispiel des Modellsystems Cu / VSe₂ aufgeklärt werden (Arbeiten im Rahmen der Dissertation von Dipl.-Ing. S. Hollensteiner und der Habilitation von Dr. E. Spiecker, CAU Forschergruppe DFG FOR 353/2-1). Für eine Reihe weiterer geplanter Kooperations-Projekte im Bereich Nanowissenschaften wurden Drittmittel-Anträge gestellt.

Eine neu entwickelte nanoanalytische Methode zur Analyse der Perfektion von periodischen ultradünnen Multilagensystemen fand erste Anwendungen bei der Entwicklung von kommerziell nutzbaren Filtern für die Röntgenanalytik (Kooperation GKSS Forschungszentrum Geesthacht, ISiT Itzehoe).

Die technologieorientierten Zusammenarbeiten mit der Industrie und mit Forschungsinstituten wurden fortgesetzt. Als herausragendes Ergebnis ist hier die Übergabe eines Förderungsbescheides für ein Kooperationsprojekt im Bereich der Nanotechnologie zu nennen. Aus dem von der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein und dem Forschungsministerium gemeinsam finanzierten Programm „Hochschule-Wirtschaft-Transfer“ werden 100 000 EUR für ein Kooperationsprojekt mit der Industrie (Incoatex GmbH, Geesthacht) bereitgestellt (KN v. 28.12.2004).

Mit dem fakultätsübergreifenden Innovationsfonds-Projekt „Nanoanalytik mit Elektronen für die Material- und Oberflächenforschung“ beabsichtigt die CAU, durch die Beschaffung eines FEG-Transmissionselektronenmikroskopes mit Zusatzausstattung einen Kernbeitrag zu einer Schwerpunktsetzung in den Bereichen Materialforschung, Oberflächenforschung, Nanowissenschaften und Nanosystemtechnik zu leisten. Die Beschaffung ist unter der Federführung der Kieler Materialwissenschaft (Prof. W. Jäger) beantragt worden und kann vermutlich in Kürze erfolgen.

Die Teilnahme an einem Alumni-Treffen in der Universität der schleswig-holsteinischen Partnerregion Zhejiang in Hangzhou / China (KN v. 06.04.2004) und Besuche weiterer Universitäten in Shanghai / China wurden genutzt, um Projekte und Gastaufenthalte von Wissenschaftlern zu vereinbaren und die Technische Fakultät mit ihren int. Master-Studiengängen vorzustellen.

Ergebnisse

Ergebnisse in 2004

1. Quantitative Methoden der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie

Die Materialcharakterisierung mit den Verfahren der analytischen Transmissions-Elektronenmikroskopie ermöglicht die quantitative Analyse von Struktur und chemischer Zusammensetzung bis in den atomaren Bereich. In Verbindung mit unseren Untersuchungen von Nanostrukturen, zum epitaktischen Schichtwachstum und zur Charakterisierung von Defekten und Grenzflächen von Dünnschichtsystemen wurden verschiedene neue Verfahren entwickelt, experimentell getestet und mit Bildsimulationen auf der Basis der dynamischen Elektronenbeugung verglichen. Im experimentellen Bereich wurden diese Arbeiten auch von Weiterentwicklungen bei der Herstellung elektronentransparenter Probenpräparate begleitet.

Schwerpunkte der Arbeiten in 2004:

– Erstmalige Erprobung einer nanoanalytischen Methode der geometrischen Phasenanalyse – zur Analyse von periodischen Multilagensystemen und Übergittern. Die Methode erlaubt es, die Perfektion und Orientierung der Multilagenperioden aus TEM-Abbildungen von Probenquerschnitten hochpräzise zu ermitteln. Eine erste Veröffentlichung des Verfahrens wurde als Late-Poster-Beitrag beim 13th European Congress EMC 2004 sofort akzeptiert (Master-Thesis S. Yang; D. Häußler, E. Spiecker, Kooperation Forschungszentrum GKSS Geesthacht, Fraunhofer ISiT Itzehoe, Förderung CAU).

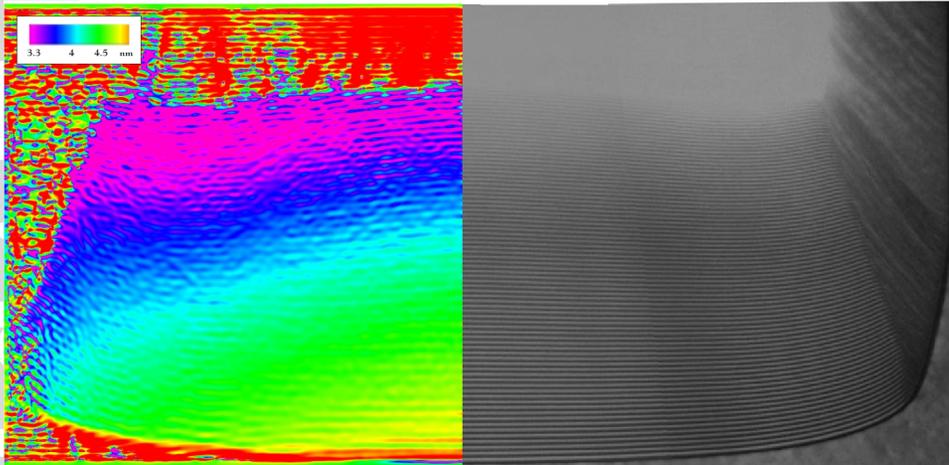


Abb. 1: Anwendung der Geometrischen Phasenanalyse zur Charakterisierung von Metall-Nichtmetall-Multilagenschichtsystemen für Röntgenspiegel. Rechter Teil: Transmissionselektronenmikroskopische Hellfeldabbildung einer Multilagenschicht des La-B-C-Systems im kritischen Bodenbereich einer strukturierten Oberfläche. Linker Teil: Mittels der Geometrischen Phasenanalyse ermittelte lokale Schichtperiode.

– Numerische Simulation und Experimente zur TEM-Kontrastanalyse von Fehlpassungsversetzungen in großflächigen Anordnungen und quantitative Analyse ihres Beitrages zur Schichtspannungsrelaxation in der Si-Ge-Heteroepitaxie (Studienarbeit J. Schöne; E. Spiecker, Kooperation Fraunhofer ISE Freiburg, Förderung CAU).

– Entwicklung einer nanoanalytischen Elektronenbeugungsmethode zur Analyse der Kristallpolarität in ultradünnen AlN-Schichten über Simulation der Elektronenbeugung und Anwendung bei der Strukturanalyse von industriell gefertigten Schichten (E. Spiecker, D. Häußler, Auftrag der Firma EPCOS, München).

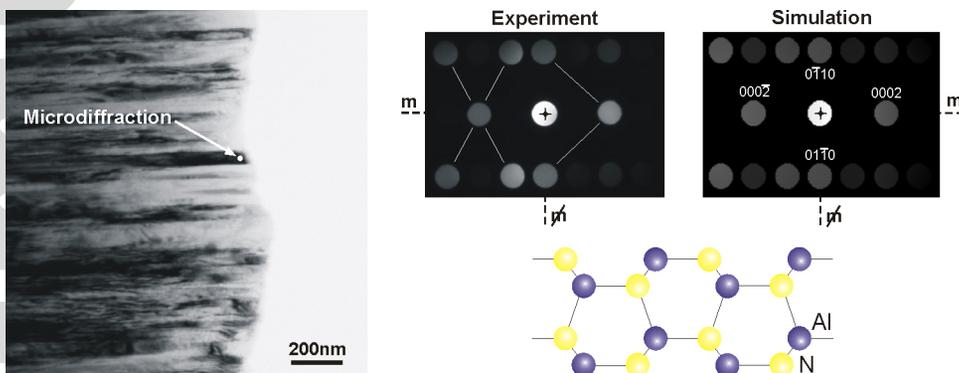


Abb. 2: Polaritätsanalyse von AlN.

– Weiterentwicklung einer Methode der Elektronenbeugung mit konvergentem Strahl (englisch: convergent beam electron diffraction, CBED) zur Bestimmung der Polarität von III-V-Verbindungshalbleitern für das Materialsystem InP als Basismaterial

für die Mikroelektronik und Optoelektronik. Die Methode ist insbesondere auch für die hochauflösende Charakterisierung von Nanomaterialien und von Grenzflächen anwendbar und wurde bei der Charakterisierung der Grenzflächenpolarität von Nanoporen in InP angewendet (Studienarbeit M. Rudel; E. Spiecker, Kooperation Lehrstuhl Prof. Föll, Förderung CAU).

2. Nanostrukturen auf Oberflächen von Übergangsmetall-Chalkogenid-Schichtsystemen

Kooperation DFG Forschergruppe CAU Kiel / Förderung durch DFG FOR353 Kooperation Forschungszentrum Jülich, Kooperation / Förderung NCEM LBL Berkeley USA, Kooperation MPI Metallforschung Stuttgart

Schwerpunkte dieses Projektes sind die Untersuchungen zur Metalldeposition auf Chalkogenid-Schichtkristall-Substrate, die selbstorganisierte Bildung von Nanostrukturen und die Interkalation von Metallen und organischen Molekülen. Die Untersuchungen konzentrieren sich weiterhin auf den Modellfall der Metalldeposition auf VSe₂-Schichtkristallsubstrate.

Schwerpunkte der Arbeiten in 2004:

- Verschiedene Verfahren der analytischen und hochauflösenden TEM und der Niederenergie-Elektronenmikroskopie wurden in Verbindung mit verbesserten Methoden der Probenpräparation (Verwendung von Focussed-Ion-Beam (FIB)-Methoden) angewendet, um weitere Rückschlüsse über die Natur und die Entstehungsmechanismen von Nanostrukturen auf VSe₂-Schichtkristalloberflächen und über die Interkalation von Kupfer während der Metalldeposition zu erhalten (E. Spiecker, Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), Berkeley, California, USA, und Kooperation mit Dr. U. Dahmen).
- Erste Untersuchungen der elektronischen und strukturellen Eigenschaften von Nanostrukturen mittels EELS/ELNES, STEM Z-Kontrast-Abbildung und EDXS wurden mit einem dedizierten hochauflösenden Elektronenmikroskop am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart durchgeführt (S. Hollensteiner, E. Spiecker, Kooperation Dr. W. Sigle MPI Metallforschung Stuttgart, Kooperation Prof. L. Kipp IEAP-CAU Kiel).

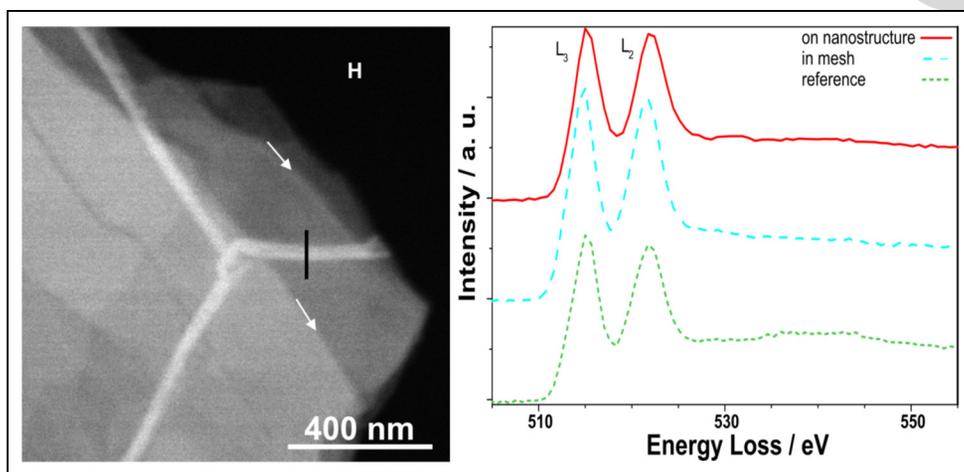


Abb. 3: Metallinduzierte Nanostrukturen auf VSe₂: STEM HAADF-Abbildung und EELS-Messung.

- Erste Experimente und TEM-Analysen zu den Effekten nicht-interkalierender Metalle auf Oberflächen mit Nanostrukturen (Studienarbeit F. Dietz; S. Hollensteiner, E. Spiecker, Kooperation Dr. H. Schroeder, Forschungszentrum Jülich, Kooperation Prof. L. Kipp IEAP-CAU Kiel).

3. Wachstum und Grenzflächenphänomene von Chalkogenid-Schichtstrukturen

Kooperation DFG Forschergruppe CAU Kiel / Förderung durch DFG FOR353

Aktuelle Arbeiten in diesem Projekt konzentrieren sich auf die Frühstadien des epitaktischen Wachstums von Schichtkristallen mit Fehlpassung, auf die Struktur von Grenzflächen sowie auf Untersuchungen der Mikrostruktur von Volumenkristallen und

von Strukturdefekten und deren Entstehung. Die Mikrostruktur solcher Materialien ist für die Deutung der elektronischen Eigenschaften, beispielsweise des Ladungstransfers zwischen den unterschiedlichen Schichten, von Interesse.

Schwerpunkt der Arbeiten in 2004:

– Die Epitaxie und der Spannungszustand dünner PbS-Filme auf TiS₂-Substrat-Oberflächen konnte mit den Methoden der hochauflösenden TEM und mittels Elektronenbeugung aufgeklärt werden. Zu den wichtigsten Ergebnissen gehören die Aufklärung der Atomanordnungen an den Grenzflächen beim Kristallwachstum und der Orientierungsbeziehung zwischen Substrat und Schichtkristall. Eine Veröffentlichung dieser Resultate ist in Vorbereitung (E. Spiecker, Kooperation Prof. L. Kipp IEAP-CAU Kiel).

4. Nanostrukturen und deren Grenzflächen in kristallinen Halbleitermaterialien

Grundlegende Untersuchungen, die auf ein Verständnis der die Grenzflächeneigenschaften von Nanostrukturen bestimmenden materialphysikalischen Parameter zielen, sind in Hinblick auf deren mögliche Anwendung in den Bereichen Optoelektronik, photonische Kristalle und Mikrostrukturierung von Interesse.

Aktuelle Untersuchungen in 2004:

– Die von uns entwickelte Methode der Elektronenbeugung mit konvergentem Strahl (englisch: convergent beam electron diffraction, CBED) zur Bestimmung der Polarität von III-V-Verbindungshalbleitern wurde bei ersten hochauflösenden Charakterisierungen der Grenzflächenpolarität von Nanoporen in InP erfolgreich angewendet (Studienarbeit M. Rudel; E. Spiecker, Förderung CAU, Kooperation Lehrstuhl Prof. Föll).

– Bei der Anwendung der Methode auf die Charakterisierung diffusionsinduzierter nanoskaliger Einschlüsse in III-V-Verbindungshalbleitermaterialien (GaAs, GaP, InP) ergaben sich Hinweise auf ähnliche Partikelformen und Grenzflächenpolaritäten für die verschiedenen Materialien. Unsere früheren Untersuchungen für GaP (Almanach 2003) ergaben Hinweise auf die wichtige Rolle der lokalen Fehlstellen-Gleichgewichte für die Partikelmorphologie (E. Spiecker, frühere Förderung durch DFG, Kooperation Universität Münster).

Die Untersuchungen zur Grenzflächenmorphologie von nanoskaligen Einschlüssen und Nanoporen auf weitere Halbleitermaterialien (Si, Ge, III-V-Verbindungshalbleitermaterialien) ausgedehnt und mit dem Ziel fortgesetzt, weitere Aufschlüsse über die in diesen Materialien typischen Grenzflächenmorphologien und die sie bestimmenden Faktoren zu bekommen (Drittmittel-Antrag „Controlling embedded nanostructures“, EU Marie Curie Programm / EU-USA).

5. Wachstum und Defekte bei der Halbleiter-Heteroepitaxie

Die Arbeiten konzentrieren sich auf Untersuchungen zum selbstorganisierten Wachstum von Inseln bei der auch für industrielle Anwendungen interessanten Niederdruck-Gasphasendeposition (LPCVD) von GeSi-Schichten auf Si(001) und Si(011)-Substrate sowie auf Untersuchungen zur Grenzflächenstruktur und Spannungsrelaxation von SiGe/Si-Schichtstrukturen mit niedriger Fehlpassung, welche für die Herstellung von schnellen Transistoren für die Mikroelektronik von Interesse sind (Kooperation Forschungszentrum Jülich, Dr. Vescan / Förderung CAU). Wegen ihrer besonderen elektronischen Eigenschaften sind Inselstrukturen mit Dimensionen im Nanometerbereich als Quantendots für potentielle Anwendungen in einer zukünftigen Nanoelektronik und Nanooptoelektronik von Interesse.

Aktuelle Arbeiten in 2004:

– Die TEM-Untersuchungen zum CVD Wachstum und zur Spannungsrelaxation von Ge-Inseln auf Si(110)-Substraten ergaben neue Mechanismen der Spannungsrelaxation durch Versetzungsbildung. Einige der Ergebnisse wurden veröffentlicht (E. Spiecker, H. Lu, L. Zhang).

– Die TEM-Untersuchungen der Effekte von Germanium-Inseln auf die Oberflächenmorphologie in Ge-Si Vielfachschichten und der Vergleich mit optischen Eigenschaften (Photolumineszenz-Eigenschaften) wurden veröffentlicht (H. Lu, E. Spiecker).

Neu begonnen wurden Strukturuntersuchungen von Grenzflächen heteroepitaktischer Dünnschichtsysteme aus Verbindungshalbleiter-Materialien, um einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Optimierung der Herstellungskonzepte für Solarzellen mit den derzeit weltweit besten Wirkungsgraden zu leisten (Diplomarbeit J. Schöne; E. Spiecker, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE Freiburg, AG Dr. Bett, Förderung CAU).

6. Multilagensysteme ultradünner Schichten für Röntgenoptiken

Masterthesis S. Yang (jetzt Doktorand an der University of Twente, Netherlands), D. Häußler, E. Spiecker, Kooperationen Dr. Stoermer GKSS Forschungszentrum Geesthacht, Dr. Zwicker Fraunhofer-Institut ISiT Itzehoe / Förderung CAU

Die Arbeiten in diesem Themenbereich befassen sich mit der Charakterisierung von Nanomaterialien für Röntgenoptiken und zielen auf die Optimierung der Schichtsysteme und der Röntgenreflexions-Eigenschaften.

Aktuelle Arbeiten in 2004:

– Frühere Arbeiten zur Herstellung von ultradünnen Vielfachschichten des La-B-C-Systems auf planaren Si-Substraten wurden erweitert um Untersuchungen zur Herstellung von Metall-Nichtmetall-Multilagenschichtsystemen auf strukturiertem Silizium. Dabei wurde erstmals eine nanoanalytische Methode der geometrischen Phasenanalyse zur Charakterisierung von periodischen Multilagensystemen und Übergittern entwickelt. Mit der Anwendung der Methode gelang die hochpräzise Ermittlung der entscheidenden – Qualitätsparameter von Multilagensysteme aus TEM-Abbildungen von Probenquerschnitten.

Personal

Leiter: Prof. Dr. Wolfgang Jäger; Sekretariat: Katrin Brandenburg (50%)

Technisches Personal: Dr. Dietrich Häußler

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Ing Stefan Hollensteiner DFG-Forschergruppe	01.01.-31.12.2004	DFG
Dr. Erdmann Spiecker (wiss. Assistent)	01.01.-31.12.2004	

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

Materials Analysis I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Microscopy with Electrons - Mikroskopie mit Elektronen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Erdmann Spiecker

Methods of Analytical TEM, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Microstructure Research of Thin Films and Nanostructures, 2 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Erdmann Spiecker)

Forschergruppenkolloquium WS 03/04, 1 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Richard Berndt, Wulf Depmeier, Franz Faupel, Olaf Magnussen, Michael Skibowski)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel, Helmut Föll, Werner Weppner)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Kai Dolgner (+ Marlies Schwitzke, Klaus Rätzke, Wing Fong Chu, Franz Faupel, Helmut Föll, Wolfgang Jäger, Werner Weppner)

Sommer 2004

Materials Analysis II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Electron Microscopy - Mikroskopie mit Elektronen II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Erdmann Spiecker

Microstructure Research of Thin Films and Nanostructures, 2 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Erdmann Spiecker)

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel, Helmut Föll, Werner Weppner)

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaft (Schwerpunkt im SS: Festkörperoberflächen und Grenzflächen), 1 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel, Richard Berndt, Lutz Kipp, Olaf Magnussen)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien II, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Kai Dolgner, Klaus Rätzke, Werner Weppner, Franz Faupel, Marlies Schwitzke, Klaus Rätzke)

Defects in Crystals, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Winter 2004/2005

Materials Analysis I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Microscopy with Electrons - Mikroskopie mit Elektronen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Wolfgang Jäger

Analytical Methods in Materials Research, 2 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Erdmann Spiecker)

Forschergruppenkolloquium WS 03/04, 1 Std. Seminar/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Richard Berndt, Wulf Depmeier, Franz Faupel, Olaf Magnussen, Lutz Kipp)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel, Helmut Föll, Werner Weppner)

Praktische Transmissionselektronenmikroskopie - Practical Transmission Electron Microscopy, 1 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
Erdmann Spiecker

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
Kai Dolgner (+ Klaus Rätzke, Franz Faupel, Helmut Föll, Wolfgang Jäger, Werner Weppner)

 **Drittmittel**

DFG, *Forschergruppe: Wachstum und Grenzflächeneigenschaften von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen, TP 8*,
15.11.2001-31.12.2004 (136537 EUR)

DFG, *Forschergruppe: Wachstum und Grenzflächeneigenschaften von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen, TP 8,*
01.11.2002-30.06.2005 (60252 EUR)

DFG, *Forschergruppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8,*
01.07.2002-31.12.2005 (94346 EUR)

DFG, *Forschergruppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8,*
01.07.2004-31.12.2005 (62305 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Die Abteilung Mikrostrukturanalytik hat auch in **2004** 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 und bei der Defektanalyse und bei der Optimierung und Qualitätskontrolle von Funktionsschichten. Einige Partner und Themen sind im folgenden aufgeführt:

Industrie

Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH, Bremen: TEM-Untersuchungen von Nanopartikel-Materialien

Ormecon International Ormecon GmbH, Ammersbek: TEM-Untersuchungen von organischen Nanometallen

EPCOS AG, Surface Acoustics Wave Components Division, München: TEM-Untersuchungen von strukturellen Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen

INCOATEC GmbH Geesthacht: TEM-Untersuchungen zum Wachstum von ultradünnen Schichten

Hochschulen

Verschiedene wissenschaftliche Zusammenarbeiten mit Arbeitsgruppen in der CAU: Prof. Dr. W. Bensch, Prof. Dr. H. Föll, Prof. Dr. L. Kipp, Prof. Dr. O. Magnussen

CAU Mineralogie: Präparation von Mineralien für TEM-Experimente

CAU Technische Fakultät: Einweisung von Diplomanden und Doktoranden in die Präparation von TEM-Proben

CAU Technische Fakultät: Einweisung von Doktoranden in die Nutzung von TEM

Universität Kaiserslautern, FB Physik, Prof. Dr. H. Gnaser: wissenschaftliche Zusammenarbeit, TEM-Untersuchungen der Struktur von Partikeln und von Partikelschichten aus nanokristallinen Halbleiter-Materialien mittels analytischer TEM

Forschungseinrichtungen

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Werkstoffforschung, Geesthacht, Dr. M. Stoermer / Prof. Dr. R. Bormann, wissenschaftliche Kooperation / Master-Arbeit: TEM-Charakterisierung von Nanoschichten für die Röntgenoptik

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISiT), Itzehoe, Dr. P. Lange, Dr. P. Merz, wissenschaftliche Kooperation / Master-Arbeit: TEM-Charakterisierung für die Entwicklung von Sensormaterialien

Fraunhofer-Institut für Solare Energietechnik (ISE), Freiburg, Dr. A. Bett, wissenschaftliche Kooperation / Diplom-Arbeit: TEM-Untersuchungen von Halbleiterschichtstrukturen für hocheffiziente Solarzellen

Forschungszentrum Jülich, Institut für Festkörperforschung, Dr. H. Schroeder, wissenschaftliche Kooperation / Studienarbeit: TEM-Untersuchungen der Metalldeposition auf Oberflächen von Chalkogenid-Schichtkristallen

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Werkstoffforschung, Geesthacht, Dr. G. Barkhordarian / Prof. Dr. R. Bormann: Analytische TEM von Nanopulvermaterialien für die Katalyse

▶ **Diplom- und Master-Arbeiten**

Shangjiang Yang, *La-B4C nanolayers on structured Si(001) substrates for X-ray optics: characterizations by transmission electron microscopy, scanning electron microscopy and atomic force microscopy (Herr Yang arbeitet jetzt als Doktorand an der Univ. of Twente, NL), 22.09.2004*

▶ **Veröffentlichungen**

erschieden im Jahre 2004

- E. Spiecker, W. Jäger, *Quantitative large-area analysis of misfit dislocation arrays by bend contour contrast evaluation*, Inst. Phys. Conf. Ser., **180**, 259 - 264 (2004)
- E. Spiecker, Ch. Jäger, H. Lu, W. Jäger, *Unified polarity analysis of <110> and <001> sphalerite-type crystal samples using Bragg-line contrast rules*, Inst. Phys. Conf. Ser., **180**, 233 - 238 (2004)
- W. Schroeter, A. Doeller, A. Zozime, V. Kveder, M. Seibt, E. Spiecker, *Phosphorus diffusion gettering of metallic impurities in silicon: Mechanisms beyond segregation*, Diffusion and Defect Data - Solid State Data, Pt. B: Solid State Phenomena, **95-96**, 527 - 538 (2004)
- E. Spiecker, W. Jäger, *Polarity analysis of zincblendetype compound semiconductors using Bragg-line contrast rules: comparison of GaAs and InP*, Proceedings of the 13th European Microscopy Congress EMC 2004, **Vol. I**, 151 - 152 (2004)
- S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, H. Haselier, H. Schroeder, *Cu-induced surface phenomena on VSe₂ crystals: nanostructures and thin layer phases*, Proceedings of the 13th European Microscopy Congress EMC 2004, **Vol. II**, 171 - 172 (2004)
- E. Spiecker, S. Hollensteiner, W. Jäger, *Nanoroofs formed upon Cu-deposition onto VSe₂ layered crystals: formation, structure and geometry*, Proceedings of the 13th European Microscopy Congress EMC 2004, **Vol. II**, 247 - 248 (2004)

▶ **Präsentationen**

- E. Spiecker, *Wachstumsphänomene und Dichalkogenid-Schichtkristalloberflächen: Ausbildung von Nanostrukturnetzwerken bei Metalldeposition und Epitaxie und Spannungszustand dünner PbS-Filme*, Eingeladener Vortrag im Kolloquium über Elektronenmikroskopie und Mikrobereichsanalyse am Institut für Mikrostrukturforschung am Forschungszentrum Jülich, Jülich, Deutschland, 21.01.2004
- W. Jäger, S. Hollensteiner, E. Spiecker, *Metal-Induced Nanostructures on Surfaces of Layered Chalcogenides*, 9th Int. Symposium on Advanced Physical Fields (APF-9), Characterization of Artificial Nanostructures and Nanomaterials (Invited), Tsukuba, Japan, 01.03.2004
- W. Jäger, *Dopant diffusion and defects in III-V compound semiconductors*, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai, Japan, 06.03.2004
- W. Jäger, *Dopant diffusion and defects in III-V compound semiconductors*, Engineering Research Institute, School of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 08.03.2004
- E. Spiecker, S. Hollensteiner, W. Jäger, *TEM Investigation of the Structure and Geometry of Nanotunnels formed upon Cu Deposition on VSe₂ Surfaces*, Frühjahrstagung der DPG, Regensburg, Deutschland, 08.-12.03.2004
- S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, H. Haselier, H. Schroeder, *Early Stages of Self-Assembled Nanostructure Formation during Cu Deposition onto VSe₂ Crystals*, Frühjahrstagung der DPG, Regensburg, Deutschland, 08.-12.03.2004
- E. Spiecker, S. Hollensteiner, W. Jäger, *TEM Investigation of the Structure and Geometry of Nanotunnels formed upon Cu Deposition on VSe₂ Surfaces*, 12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie, Jena, Deutschland, 15.-19.03.2004
- S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, H. Haselier, H. Schroeder, *Early Stages of Self-Assembled Nanostructure Formation during Cu Deposition onto VSe₂ Crystals*, 12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie, Jena,

- Deutschland, 15.-19.03.2004
- E. Spiecker, W. Jäger, *Using Bend Contour Splittings in Transmission Electron Microscopy Images for Burgers Vector Analysis of Dislocations in Two-dimensional Dislocation Arrays*, 12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie, Jena, Deutschland, 15.-19.03.2004
- W. Jäger, *High-resolution electron microscopy of nanomaterials and interfaces*, Dept. of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China, 31.03.2004
- E. Spiecker, *In-situ LEEM observation and TEM investigation of the formation of nanostructure networks during Cu deposition onto layered crystals*, Workshop held at the National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), Berkeley/California, U. S. A., 16.04.2004
- E. Spiecker, H. Lu, L. Zhang, W. Jäger, L. Vescan (FZ Jülich), *Transmission electron microscopy investigations of low-pressure CVD growth and strain relaxation of Ge islands on Si(110)*, Frontiers of Surface and Interface Science and Engineering 2004 (FSISE 2004) Conference, Guangzhou, China, 14.-16.05.2004
- H. Lu, E. Spiecker, W. Jäger, L. Vescan (FZ Jülich), *The influence of island-induced strain on the Si surface morphology in Ge-Si multilayers: A transmission electron microscopy study (Invited)*, Frontiers of Surface and Interface Science and Engineering 2004 (FSISE 2004) Conference, Guangzhou, China, 14.-16.05.2004
- E. Spiecker, A.K. Schmid (Lawrence Berkeley National Lab., USA), S. Hollensteiner, A. Minor (Lawrence Berkeley National Lab., USA), U. Dahmen (Lawrence Berkeley National Lab., USA), W. Jäger, *In-situ LEEM observation and TEM investigation of the formation of nanostructure networks during Cu deposition onto layered crystals (Invited)*, EuroConference 'Interfaces in Nanostructured Materials', Kloster Irsee, Irsee, Deutschland, 06.-11.06.2004
- S. Hollensteiner, W. Sigle (MPI f. Metallforschung, Stuttgart), E. Spiecker, W. Jäger, *Combined EELS, EDX and STEM Investigations of Cu-induced Nanostructures and Thin Surface Layer Phases (Invited)*, EuroConference 'Interfaces in Nanostructured Materials', Kloster Irsee, Irsee, Deutschland, 06.-11.06.2004
- E. Spiecker, *Polarity Determination*, 2nd German-Japanese School for Convergent-Beam Electron Diffraction (CBED), Invited Lecture, Ilmenau, Deutschland, 21.-23.06.2004
- W. Jäger, *High-Resolution Transmission Electron Microscopy of Nanomaterials and Interfaces*, Technische Universität Chemnitz, Kolloquium des Institutes für Physik, Chemnitz, Deutschland, 23.06.2004
- E. Spiecker, *Zur Untersuchung ultradünner epitaktischer Schichten in plan-view Geometrie*, Treffen des Arbeitskreises Hochauflösende Elektronenmikroskopie (AK-HREM) der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (DGE), Kiel, Deutschland, 05.07.2004
- W. Jäger, *Hochauflösende Elektronenmikroskopie von Nanomaterialien und Grenzflächen*, Physikalisches Kolloquium, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland, 12.07.2004
- W. Jäger, S. Hollensteiner, E. Spiecker, *Metal-Induced Nanostructures on Surfaces of Layered Chalcogenides*, PICS2004 Workshop on Interfaces, Department of Pure and Applied Physics, Queen's University, Belfast, Irland, 30.-31.07.2004
- E. Spiecker, W. Jäger, *Polarity analysis of zincblendetype compound semiconductors using Bragg-line contrast rules: comparison of GaAs and InP*, 13th European Microscopy Congress EMC 2004, Antwerpen, Belgien, 22.-27.08.2004
- E. Spiecker, S. Hollensteiner, W. Jäger, *Nanoroofs formed upon Cu-deposition onto VSe₂ layered crystals: formation, structure and geometry*, 13th European Microscopy Congress EMC 2004, Antwerpen, Belgien, 22.-27.08.2004
- S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, H. Haselner, H. Schroeder, *Cu-induced surface phenomena on VSe₂ crystals: nanostructures and thin layer phases*, 13th European Microscopy Congress EMC 2004, Antwerpen, Belgien, 22.-27.08.2004
- D. Häußler, S. Yang, E. Spiecker, W. Jäger, M. Störmer (GKSS, Geesthacht), G. Zwicker (FhG-ISiT, Itzehoe), *Characterization of La/B4C multilayer systems by the geometric phase method*, 13th European Microscopy Congress EMC 2004, Antwerpen, Belgien, 22.-27.08.2004
- E. Spiecker, *Transmissions-Elektronenmikroskopie an Halbleiter-Heterostrukturen: Wachstumsinduzierte Ordnung und Fehlpassungsepitaxie*, Eingeladener Vortrag im Seminar des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg, Deutschland, 05.-10.10.2004
- A.W. Bett (Fraunhofer ISE, Freiburg), C. Baur (Fraunhofer ISE, Freiburg), F. Dimroth (Fraunhofer ISE, Freiburg), J. Schöne,

Metamorphic GaInP-GaInAs Layers for Photovoltaic Applications, MRS Fall Meeting 2004, Symposium L, Boston, U. S. A., 28.11.-03.12.2004

J. Schöne, F. Dimroth (Fraunhofer ISE, Freiburg), I. Druschke (Fraunhofer ISE, Freiburg), A.W. Bett (Fraunhofer ISE, Freiburg), E. Spiecker, W. Jäger, *Charakterisierung metamorpher GaInAs Pufferschichten auf GaAs und Ge*, 19. Workshop des DGKK-Arbeitskreises 'Epitaxie von III-V-Halbleitern', Freiburg, Deutschland, 09.-10.12.2004

W. Jäger, *High-Resolution Transmission Electron Microscopy of Nanomaterials and Interfaces*, Materialwissenschaftliches Kolloquium, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Deutschland, 13.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Dr. Erdmann Spiecker

Forschungsaufenthalt im Rahmen einer Forschungskoooperation am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley/California, U. S. A., 22.02. - 16.04.2004

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Fakultätsübergreifendes Innovationsfonds-Projekt "Nanoanalytik mit Elektronen für die Material- und Oberflächenforschung", Schwerpunktbereich der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Innovationsfonds der Landesregierung 2004/05 (Antrag der Technischen Fakultät unter Beteiligung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät für ein fakultätsübergreifendes Verbundprojekt unter Einschluss der Einrichtung eines zentralen Labors für die Nutzung in Materialwissenschaft, Physik, Chemie, Biologie / Lebenswissenschaft und Medizin, HBF-G-Antrag für die DFG) – Initiative, Antragstellungen, Projektkoordination, mehrere Konsultationen zur Herstellung von Kontakten mit regionaler Industrie und mit Forschungseinrichtungen in Schleswig-Holstein, Teilnahme an mehreren Veranstaltungen (auf Einladung):

Teilnahme an der Veranstaltung „Wissenschaft ohne Wirtschaft?“ , Kulturzentrum Rendsburg, 25.03.2004

Teilnahme an der Veranstaltung „Nanotechnologie: Vom Studium zum eigenen Unternehmen“ an der Universität Hamburg, 30.04.2004

Teilnahme an dem Workshop „Entwicklungsstrategien Nanotechnologie in Norddeutschland“, Innovationsstiftung Hamburg, 19.08.2004

Teilnahme am Parlamentarischen Abend „DESY“ der Vertretung der Freien und Hansestadt Hamburg beim Bund in Berlin, 21.09.2004

Teilnahme an der Schmidt-Römhild-Preisverleihung in Lübeck, 18.11.2004

Teilnahme an der Veranstaltung „Krümmeler Alfred Nobel Tage“ in Geesthacht, 08.12.2004

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

China-Reise mit Teilnahme an einem Alumni-Meeting an der Partner-Universität Zhejiang, University/Hangzhou, sowie weitere Besuche von Universitäten in Shanghai (Fudan University, Tongji University), mit wissenschaftlichem Vortrag sowie Vorstellung der Technischen Fakultät, insbesondere auch Vorstellung der internationalen Master-Studiengänge „Materials Science and Engineering“ (TF Materialwissenschaft) und „Digital Communications“ (TF Elektrotechnik und Informationstechnik)

Dr. Erdmann Spiecker Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Veranstaltung des alle 2 Jahre stattfindenden Workshops des Arbeitskreises „Hochauflösende Transmissions-Elektronenmikroskopie“ der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie, Technische Fakultät, CAU Kiel (gemeinsam mit Dr. M. Lehmann, TU Dresden), 04.-05.06.2004

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Session Chair 9th Int. Symposium on Advanced Physical Fields (APF-9), Characterization of Artificial Nanostructures and Nanomaterials, Tsukuba, Japan, March 1-4, 2004

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Member of the International Advisory Committee of the Frontiers of Surface and Interface Science and Engineering 2004 (FSISE 2004) Conference - 2004 Joint International Conference of the 7th International Conference on Advanced Surface Engineering (ASE 2004) and the 2nd International Conference on Surface and Interface Science and Engineering (SISE 2004), Guangzhou, China, May 14-16, 2004

Gutachtertätigkeiten Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Verschiedene Gutachtertätigkeiten für Forschungsgeldgeber (DFG, AvH, ...).

Gutachtertätigkeiten für mehrere internationale wissenschaftliche Fachzeitschriften (APL, JAP, ...).

Fachliche Begutachtungen im Ausland (Tokyo).

Promotionsverfahren im Inland (Berlin).

Universitätsgremien Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Vorsitz des Prüfungsausschusses der Materialwissenschaft (seit Okt. 2004)

Berufungskommission der TF (Anorganische Funktionsmaterialien NF Weppner)

Berufungskommission der MNF (NF Plasmaphysik)

Weitere Tätigkeiten Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Mitglied des Geschäftsführungsgremiums der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie.

Mitgliedschaften Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (DGE), Deutsche Gesellschaft für Kristallographie (DGK), European Microscopy Society (EMS).

Gäste

Prof. Dr. Aleksandra Czyrska-Filemonowicz

AGH University of Science and Technology, Faculty of Metallurgy and Materials Science, Krakow, Polen

Prof. Dr. Werner Petersen - Gastprofessur

06.02.2004

Gastvorlesung

“ Analytical transmission electron microscopy of materials for advanced power generation - Chromium Steels for Advanced Steam Power Plants“

Prof. Dr. Michiyoshi Tanaka

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai, Japan

Übersichtsvortrag 01.07.2004 gemeinsames Seminar der FoGruppe “ Recent Development of Electron Microscope Methods: Convergent Beam Electron Diffraction and Wavelength-Dispersive Spectroscopy“

Gastvorlesungen in der TF 8 h

29.06.2004, 02.07.2004

“ The electron microscope methods for materials characterization - microscopy, diffractometry and spectroscopy -

Gäste zu Seminaren und Kolloquien

26.04.2004 Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Hartmut Fieß, Technische Universität Darmstadt; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Materialentwicklung für die heterogene Katalyse“

03.05.2004 Prof. Dr. Michael Hietschold, Technische Universität Chemnitz; Vortragender im Rahmen des Kolloquiums der Technischen Fakultät der CAU zu Kiel zum Thema „Nanospektroskopie mit Raster-Sonden-Techniken“

09.12.2004 Dr. Miran Ceh, Josef Stefan Institut, Ljubljana; Vortragender im Rahmen des Forschergruppen-Kolloquiums zum Thema „Atomic resolution HAADF-STEM imaging: applications in materials science“

Weiterbildung

06. - 07.05.2004, Dr. Dietrich Häubler, Zweitägige Anwenderschulung „Ionenstrahlätzen“ der Firma BAL-TEC GmbH in Würzburg

Jahr der Technik 2004

Nanotruck Wellingdorf, W. Jäger, *Nanowelten - Elektronenmikroskopie in der Materialforschung*

Nanotruck Gettorf, W. Jäger, *Nanowelten - Elektronenmikroskopie in der Materialforschung*

Girl's Day der TF 2004, S. Hollensteiner, Präsentation der TF zum Jahr der Technik (Jan. 2005) Sophienhof Kiel:

Posterpräsentationen mit dem Titel:

Mikroskopie mit Elektronen

Nanoanalytik für neue Materialien und Dünnschichtsysteme

Sensorik und Festkörper-Ionik

Der Transport von Ionen in Festkörpern ist von herausragender Bedeutung für das Verständnis zahlreicher natürlicher und technischer Prozesse. Eine große Rolle spielen aktuell neue Technologien der Energieumwandlung und -speicherung und des Umweltschutzes unter Anwendung fester Elektrolyte. Beispiele sind Brennstoffzellen, Elektrolysezellen zur Herstellung von Wasserstoff, Sekundärbatterien mit hohen Energie- und Leistungsdichten, Thermoelektrische Konverter, Chemische Sensoren und Elektrochrome Scheiben. Die Fortschritte sind langsam, weil zahlreiche physikalische und chemische Anforderungen erfüllt sein müssen. Für nahezu alle Anwendungen stehen gegenwärtig geeignete Materialien noch nicht zur Verfügung.

In der Arbeit am Lehrstuhl für Sensorik und Festkörper-Ionik geht es einerseits um das Verständnis des atomaren Transports in Festkörpern im Zusammenhang mit der Fehlordnung, chemischen Bindung, Kristallstruktur und anderen physikalisch-chemischen Eigenschaften. Auf der anderen Seite werden konkret auf der Basis des aktuellen Wissensstandes Materialien entwickelt, die für praktische Anwendungen geeignet sind. An breiter Front werden Materialien für nahezu alle einwertigen Ionen und Oxidionen gesucht und charakterisiert. Von Interesse sind sowohl überwiegend ionisch als auch gemischt ionisch-elektronisch leitende Festkörper. Neben der Eigenschaft des schnellen Ionentransports und der schnellen chemischen Diffusion spielen Fragen der elektrochemischen und chemischen Stabilität der Elektrolyt-Elektroden-Grenzflächen eine wichtige Rolle.

Ergebnisse

Lithium-Ionenleiter. Herausragendes Ereignis war die Entdeckung der höchsten bisher beobachteten Lithiumionenleitung in Festkörpern mit Granatstruktur. Es handelt sich um Metalloxide der nominalen chemischen Zusammensetzung



Abb. 1: Herstellung und Charakterisierung neuer fester Lithium-Ionenleiter in Handschuhkästen mit Argon-Schutzgas-Atmosphäre

$Li_5La_3M_2O_{12}$ ($M = Nb, Ta$), bei denen das dreiwertige Lanthan partiell durch zweiwertige Erdalkalitionen substituiert wurde.

Mit der damit verbundenen erhöhten Lithiumkonzentration zeigt sich bei der Stöchiometrie $Li_6BaLa_2M_2O_{12}$ eine Volumenleitfähigkeit von $4 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$ bei 22°C zeigen.

Der Lithiumtransport erfolgt dreidimensional zwischen Oxid-Polyedern der höhervalenten Metalle. Die Bewegungspfade der Lithiumionen konnten durch „Bond-Valence-Mismatch“-Berechnungen sichtbar gemacht werden. Alle Verbindungen

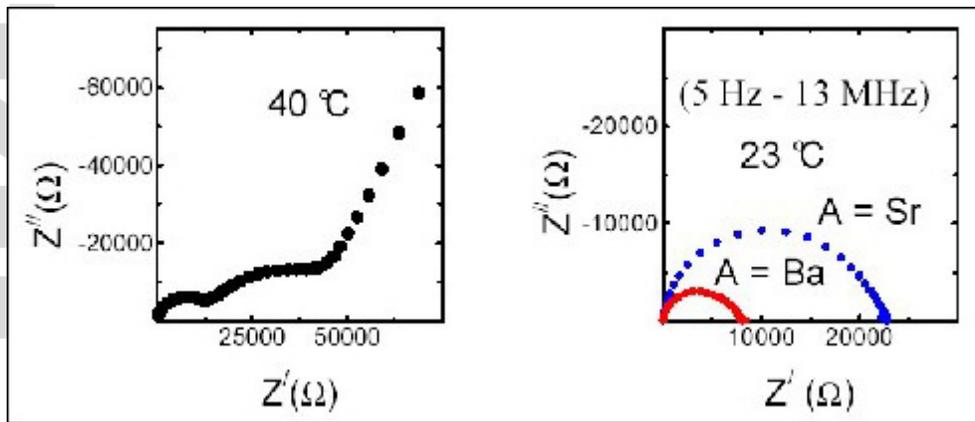


Abb. 2: Impedanzdiagramme von $Li_5La_3Ta_2O_{12}$ (links) und $Li_6La_2Ta_2O_{12}$ (A = Sr, Ba) (rechts). Ohne Erdalkalitionen wird ein Beitrag der Korngrenzen von annähernd gleicher Größe wie der Volumen-Widerstand zum Gesamt-Widerstand beobachtet. Bei Dotierung mit Erdalkalitionen wird der Korngrenzen-Widerstand drastisch reduziert und gleichzeitig der Gesamt-Widerstand wesentlich erniedrigt.

zeigen elektrochemische Stabilitäten von mehr als 6V gegen Lithium. Die Tantalverbindung erwies sich auch chemisch stabil gegenüber elementarem Lithium als Anodenmaterial sowie gegenüber $LiCoO_2$ als potentiell Kathodenmaterial.

Überraschenderweise zeigten die erdalkalitionen-substituierten Granate nur einen sehr kleinen Anteil des Widerstandes durch die Korngrenzen und den Elektrolyt-Elektroden-Übergang. Die lithium-ionenleitenden Granate wecken ein großes Interesse der Anwendung in All-Festkörper-Batterien. Neben den Vorteilen des Aggregatzustandes spielen Aspekte der Sicherheit, chemischen Stabilität und der höheren Energiedichte eine wesentliche Rolle.

Auf der Basis fester Elektrolyte wurden Dünnschicht-Batterien mit den Methoden des Sputterns und Verdampfens hergestellt. Als Kathode wurde $Li_2MMn_3O_8$ ($M = Co, Fe$) und als (ungeladene) Anode Aluminium verwendet. Die chemische Diffusion des Spinells liegt im Bereich von $10^{-12} cm^2/sec$ bei Raumtemperatur.

Oxid-Ionenleiter. Für praktische Anwendungen besteht ein großer Bedarf an Sauerstoffionenleitern mit hoher Leitfähigkeit bei mittleren Temperaturen im Bereich von 400-700°C. Auf der Basis von LSGM ($La_{0.9}Sr_{0.1}Ga_{0.8}Mg_{0.2}O_{2.85}$), einem schnellen Oxid-Ionenleiter mit Perowskitstruktur, wurden zahlreiche Substitutionen der chemischen Elemente vorgenommen. Das Gallium wurde partiell oder vollständig durch Indium ersetzt, was zu einer ionischen Leitfähigkeit von $3 \times 10^{-5} S/cm$ bei 200°C führt. Dotierungen mit Praseodymiumoxid zeigten bei Sauerstoffpartialdrücken im Bereich von 10^{-5} bis 0.21 atm bei 750°C überwiegende p-Leitung, wie es nach dem Kieler SEA-Konzept verlangt wird.

Überraschenderweise zeigte sich auch bei der festen Lösung der elektronischen Halbleiter $SrSnO_3$ und $SrFeO_3$ ein Bereich überwiegender Ionenleitung mit p-Leitung bei hohen und n-Leitung bei niedrigen Sauerstoffpartialdrücken.

Ferner wurde Ceroxid mit Samariumoxid dotiert, welches eine hohe Ionenleitung bei vernachlässigbarer Elektronenleitung aufweist. Schließlich zeigten auch Scheelite der Zusammensetzung ABO_4 (A = Ca, Sr, Ba, Pb; B = Mo, W) eine überwiegende ionische Leitung im Sauerstoffpartialdruckbereich von 10^{-4} - 10^{-19} atm bei 600 - 850°C.

Sensorik. Durch Anwendung des Thetaprinzips gelang der simultane Nachweis von SO_2 und NO_2 in Gasgemischen. In der Fourier-Analyse zeigen bereits die ersten Koeffizienten die Möglichkeit der Separation der einzelnen Gas-Komponenten. Für das Ansprechen des NO_2 ist der Ladungstransfer an der Elektrode geschwindigkeitsbestimmend, während der Redoxprozess von SO_2 durch Diffusion kontrolliert wird.

Das Prinzip wurde auch auf fluide Systeme erfolgreich übertragen. Es lassen sich gelöste ionische und molekulare Bestandteile in wässrigen Medien aus der Phasenverschiebung und Amplitude des Strom-Spannungs-Zusammenhangs ermitteln.

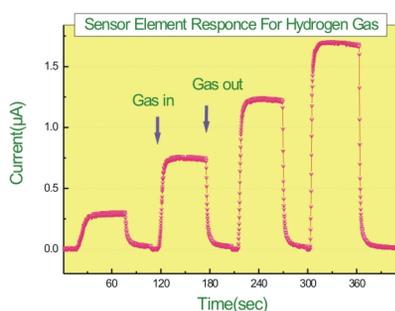
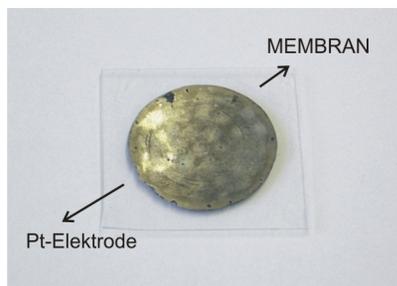


Abb. 3: Pt-Nafion Electrode, die mit der Imprägnierungs-Reduktions-Methode hergestellt wurde (oben). Der Kurzschlußstrom unter Verwendung von Wasserstoff-Konzentrationen von 1-4 % bezogen auf eine Lufterlektrode zeigt ein schnelles Ansprechverhalten bei Änderung des H_2 -Partialdrucks und ein lineares Verhalten des stationären Stroms als Funktion der H_2 -Konzentration.

Wegen der wachsenden Bedeutung von Wasserstoff als Energieträger wurde auch ein Wasserstoffsensoren auf der Basis von Nafion als protonenleitendem Polymer entwickelt. Besonders einfach erwies sich die Anwendung unter Kurzschluss der Elektroden und die Verwendung von Luft als Referenz. Die Kurzschlussströme liefern einen definierten Zusammenhang mit der Wasserstoffkonzentration in praktisch relevanten Bereichen. Eine wesentliche Voraussetzung war die Entwicklung einer gut haftenden Platinelektrode. Dazu wurde in-situ die Imprägnierungs-Reduktions-Technik verwendet und optimiert.

Als alternativer Protonenleiter wurde auch $ACa_2Nb_3O_{10}$ ($A = K, Rb, Cs$) mit Dion-Jacobson-Schichtperowskitstruktur verwendet. Sowohl Leitfähigkeits- als auch EMK-Messungen erlaubten den Nachweis von Ammoniak.

Schließlich wurden erfolgreich feste Lithium-Ionenleiter für den potentiometrischen Nachweis von CO_2 eingesetzt. Sie weisen gegenüber festen Natrium-Ionenleitern eine Reihe von Vorteilen auf, insbesondere im Hinblick auf die Stabilität der gassensitiven Schichten in feuchter Umgebung.

Personal

Leiter: Prof. Dr. W. Weppner; Sekretariat: G. Schroeder

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) T. Metzger

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W.F. Chu	01.01.-31.12.2004	CAU
Chemische Sensorik, Electrochromie, Brennstoffzellen, Batterien, Thermoelektrische Konverter		
Dr. Ch. Dietz	01.01.-31.12.2004	BASF
Keramische Lithiumionenleiter		

M.Sc. Q.-P. Fang Keramische Oxid- und Protonenleiter	01.01.-31.12.2004	(50%)	CAU
Dipl.-Phys. G. Holstermann Protonenleitende Oxide	01.01.-31.08.2004	(50%)	CAU
Prof. R. Huggins Neue Materialien für Lithiumbatterien	01.01.-31.12.2004	(50%)	Sanyo
Dipl.-Chem. Ch. Knittlmayer Depositionsverfahren, Lithium-Batterien	06.05.-31.12.2004	(50%)	
Dipl.Phys. P. Raimann SEI-Schichten in Lithium-Batterien	01.10.-31.12.2004	(50%)	Hermann-Quandt-Stiftung VARTA
Dr. R. Ruffo Neue Lithiumbatterie-Kathoden	15.10.-31.12.2004		
M.Sc. M. Sakthivel Wasserstoffsensoren	01.01.-31.12.2004	(50%)	CAU
Dr.Ing. J. Schwenzel Dünnschicht-All-Festkörper-Lithium-Batterie	01.01.-31.05.2004	(50%)	CAU
M.Sc. T. Shiferaw Supercaps, ionische Grenzflächen	01.01.-31.12.2004	(50%)	CAU
Dr. habil. V. Thangadurai Lithium- und Oxid-Ionenleiter, Protonenleitung in Oxiden	01.01.-31.12.2004		DAAD
Dipl.-Phys. E. Tsagarakis Theta-Sensoren	01.01.-31.05.2004	(50%)	CAU
Manos Tsagias Simulation des Ionentransports in Festkörpern	01.10.-31.12.2004		Leonardo-da-Vinci
Dipl.-Ing. (FH) St. Warnat Sensoren für fluide Medien	01.01.-31.12.2004	(50%)	ISH
Martin Wegner Chemische Sensorik, SEA-Konzept	01.07.-30.09.2004		W. Henze
M.Sc. Y. Zhu Thermoelektrische Konverter	01.02.-31.12.2004	(50%)	CAU

 **Vorlesungen, Seminare und Praktika**

Winter 2003/2004

Ionics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner (+ W.F. Chu)

Ceramic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner (+ Q.-P. Fang, J. Schwenzel)

Thermodynamics and Kinetics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner (+ E. Tsagarakis, T. Shiferaw, M. Sakhivel)

Electrochemical and Chemical Aspects of Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.F. Chu

Sensors and Solid State Ionics, 2 Std. Seminar/Woche,
W. Weppner

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Weppner (+ Helmut Föll, F. Faupel, K. Dolgner)

Werkstoffe und Werkstofftechnologien, 1 Std. Vorlesung/Woche,
W. Weppner (+ Helmut Föll, F. Faupel, K. Dolgner)

Development of Materials with Functional Properties for Energy and Environmental Technologies, 2 (+ 1) Std. Vorlesung
(+ Übungen)/Woche,
V. Thangadurai

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
Q.-P. Fang (+ T. Shiferaw, M. Sakhivel)

Solid State Synthesis Methods, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
V. Thangadurai

Sommer 2004

Sensors, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner

Thermodynamics and Kinetics of Solids II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner

Sensors and Solid State Ionics, 2 Std. Seminar/Woche,
W. Weppner

Surface Analysis Methods, 2 Std. Vorlesung/Woche,
W.F. Chu (+ W.F. Chu)

Laboratory Technique and Materials Preparation, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.F. Chu

Development of Materials with Functional Properties for Energy and Environmental Technologies, 2 Std. Vorlesung/Woche,
V. Thangadurai

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
Q.-P. Fang (+ T. Shiferaw, M. Sakhivel)

Solid State Synthesis Methods, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
V. Thangadurai

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
W. Weppner (+ H. Föll, F. Faupel, K. Dolgner)

Winter 2004/2005

Ionics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner

Ceramic Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner

Thermodynamics and Kinetics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Weppner

Electrochemical and Chemical Aspects of Materials, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W.F. Chu

Sensors and Solid State Ionics, 2 Std. Seminar/Woche,
W. Weppner

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Weppner (+ H. Föll, F. Faupel, K. Dolgner)

Drittmittel

BASF, *Identifizierung eines Lithiumionen-leitenden Systems*, 01.11.2002-31.10.2004 (131,250 EUR)

BASF, *Entwicklung eines Lithiumionen-leitenden Systems*, 01.11.2004-31.12.2006 (131.250 EUR)

ISH, *Chemische Sensorik für flüssige Medien*, 01.11.2002-30.04.2004 (71.766 EUR)

ISH, *Chemische Sensorik für flüssige Medien*, 01.05.2004-31.10.2005 (75.100 EUR)

DAAD, *Innovatec*, 01.08.2002-29.02.2004 (76.518,68 EUR)

DAAD, *Innovatec*, 01.03.-30.09.2004 (24.379,33 EUR)

ISH, *Entwicklung eines Allfestkörper-Supercaps mit festen Alkaliionenleitern*, 01.01.2001-31.12.2004 (25.826,60 EUR)

Diplom- und Master-Arbeiten

Xin Wang, *Preparation and Characterization of Lithium Titanate used in Electrochromic Devices*, 08.09.2004

Amareshwar Siddiram, *Preparation and Characterization of Garnet-Type Compounds*, 23.08.2004

Dissertationen

J. Schwenzel, *Entwicklung und Charakterisierung von Dünnschicht-Akkumulatoren auf Basis von Festkörpermaterialien*, 20.02.2004

E. Tsagarakis, *Investigation of Kinetic Processes of Gas-Solid-Ionic-Conductor-Interfaces with Respect to Potential Application in Chemical Sensors*, 29.03.2004

V. Thangadurai, *Habilitation, Catalysis with Inorganic Metal Oxides*, 24.11.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

V. Thangadurai, W. Weppner, *Li_{0.3}Sr_{0.6}B_{0.5}Ti_{0.5}O₃ (B = Nb, Ta) and Li_{0.3}Sr_{0.6}Ta_{0.5}Ti_{0.5}-xFe_xO₃ (0 < x < 0.3): Novel Perovskite-Type Materials for Monolithic Electrochromic Displays*, J. Electrochem. Soc., **151**, 1 - 6 (2004)

W. Weppner, V. Thangadurai, Ch. Knittlmayer, *Metathetic Room Temperature Preparation and Characterization of Scheelite-Type ABO₄ (A = Ca, Sr, Ba, Pb; B = Mo, W) Powders*, Materials Science and Engineering, **B 106**, 228 - 233 (2004)

S. Stramare, V. Thangadurai, W. Weppner, *Structure and Conductivity of B-site Substituted (Li,La)TiO₃*, Materials Science and Engineering, **B 113**, 85 - 90 (2004)

V. Thangadurai, W. Weppner, *Ce_{0.8}Sm_{0.2}O_{1.9}: Characterization of Electronic Charge Carriers and Application in Limiting Current Oxygen Sensors*, Electrochim. Acta, **49**, 1577 - 1585 (2004)

- V. Thangadurai, W. Weppner, *Mixed Potential Protonic-Electronic Conductivity in the Dion-Jacobson-type Layered Perovskites in Hydrogen Containing Atmosphere and Their Application in Ammonia Sensors*, *Solid State Ionics*, **174**, 175 - 183 (2004)
- Y. Zou, N. Inoue, K. Ohara, V. Thangadurai, W. Weppner, *Structure and Lithium Ionic Conduction of B-site Al-Ho Substitution in $La_{4/3-y}Li_3yTi_2O_6$* , *Ionics*, **10**, 463 - 468 (2004)
- A. Netz, R. Huggins, *Amorphous Silicon Formed In-Situ as Negative Electrode Reactant in Lithium Cells*, *Solid State Ionics*, **175**, 215 - 219 (2004)
- R. Huggins, *Alloys and Intermetallic Anodes*, *Lithium Batteries; Science and Technology*, 270 - 270 (2004)
- R. Huggins, *Use of Non-Aqueous Electrochemical Cells to Investigate Air- and Water-Sensitive Hydrogen Storage Materials*, *Ionics*, **10**, 327 - 327 (2004)

Patent-Anmeldungen

- G. Holstermann, D. Lukas, T. März, W. Weppner, *Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer Kohlenwasserstoffkonzentration in Wasser*, European Patent Office, 12.02.2003, EU 01 119 089.9
- V. Thangadurai, W. Weppner, *Chemisch stabiler fester Lithiumionenleiter*, Deutsches Patentamt, 06.03.2004, DE 10 2004 010 892.7

Präsentationen

- V. Thangadurai, *Present Status and Future Directions in Solid State Ionics*, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, Deutschland, 08.04.2004
- R.A. Huggins, *Lithium Electrode Reactants Containing Hydrogen or Water*, Battery and Fuel Cell Materials Symposium, International Battery Association, Graz, Österreich, 18.-22.04.2004
- V. Thangadurai, *Solid-State Synthesis in a Round-Bottom Flask*, Habilitationsvorlesung, Kiel, Germany, 28.04.2004
- W. Weppner, *Experimentalvortrag: Regenerative Energie-Strategien*, Solartage 2004, Kiel, 05.05.2004
- W. Weppner, *Materials Aspects of Solid State Ionic Devices*, 2nd Italian-German Workshop in Electrochemistry, Bologna, Italien, 19.05.2004
- W. Weppner, *Li-Ionen-Batterie; Aufbau und Kathodenmaterialien*, BASF, Ludwigshafen, Deutschland, 28.05.2004
- W. Weppner, *Garnet Type Structures as Solid Electrolytes for Advanced Lithium Batteries and Other Applications in Ionics*, 9th Asian Conference on Solid State Ionics (ACSSI-9), Jeju, Korea, 06.-11.06.2004
- W. Weppner, *Interfacial Effects of Solid State Ionic Conductors for Advanced Chemical Sensors*, 9th Asian Conference on Solid State Ionics (ACSSI-9), Jeju, Korea, 06.06.2004
- W. Weppner, *From Nernst's Mass and Ion Exchangers to Modern Ionics-32 Years Alongside - A Tribute*, R.A.-Huggins Symposium, Kiel, Deutschland, 14.06.2004
- W. Weppner, *Concluding Remarks 1972 - Revisited*, R.A.-Huggins Symposium, Kiel, Deutschland, 14.06.2004
- V. Thangadurai, *Garnets: A Revolution in Lithium Ion Conducting Ceramics*, R.A.-Huggins Symposium, Kiel, Deutschland, 14.06.2004
- W. Weppner, *Dünnschicht-Batterien*, MAT Seminar, ZSW,, Stuttgart, Deutschland, 15.07.2004
- V. Thangadurai, J. Schwenzel, W. Weppner, *Tailoring Ceramics for Specific Applications: A Case Study on All-Solid-State Lithium Batteries*, Patras Conference on Solid-State Ionics - Transport Properties, Patras, Griechenland, 14.-18.09.2004
- M. Sakthivel, W. Weppner, *Development of Hydrogen Sensor Based on Solid Polymer Electrolyte Membranes*, Patras Conference on Solid-State Ionics - Transport Properties, Patras, Griechenland, 14.-18.09.2004
- St. Warnat, W. Weppner, *Investigation of Aqueous Electrolytes that Contain Tensides*, Patras Conference on Solid-State Ionics - Transport Properties, Patras, Griechenland, 14.-18.09.2004
- Y.M. Zhu, W. Weppner, *Investigation of Concentration Cells Based on $LiSiPO$ Electrolyte and Li_2CO_3 , Au Electrodes*, Patras Conference on Solid-State Ionics - Transport Properties, Patras, Griechenland, 14.-18.09.2004

- R. Huggins, *Reaction of Lithium with Electrode Reactants Containing Hydrogen or Water*, 206th Meeting of the Electrochemical Society, Honolulu, Hawaii, 03.10.2004
- W. Weppner, *Materials Development for Fuel Cells*, 1st International Workshop on Smart Materials and Structures, Kiel, Deutschland, 07.-08.10.2004
- V. Thangadurai, W. Weppner, *Materials Development for Solid Oxide Fuel Cells*, Optimisation of Solid State FC Processes for all Aspects of Hydrocarbon Oxidation, Teneriffa, Spanien, 10.11.2004
- W. Weppner, *Materials Science for Energy and Environment or The Development of Ionic Junctions*, European Materials Forum (EMF), ESA-Noordwijk, Niederlande, 23.11.2004
- V. Thangadurai, *Catalysis with Inorganic Metal Oxides*, Habilitationsvortrag, Kiel, Deutschland, 24.11.2004
- W. Weppner, *Fundamental Aspects of Solid State Lithium Batteries*, 45th Battery/Fuel Cell Meeting of Japan, Kyoto, Japan, 27.11.2004
- W. Weppner, *Materials Developments for Ionic Devices*, Japanese-German Electrochemical Meeting, Mishima, Japan, 30.11.2004
- W. Weppner, *Interfacing Materials for Solid State Electrochemical Cells*, Japanese Solid State Ionics Meeting, Kyoto, Japan, 01.-02.12.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Mitglied, Editorial Boards der Zeitschriften Journal of Solid State Electrochemistry und European Journal of Solid State and Inorganic Chemistry (W. Weppner).

Vorbereitung und Durchführung des Festkolloquiums aus Anlass des 75. Geburtstags von Professor Robert A. Huggins, Kiel, 14. Juni 2004

Vorbereitung und Durchführung der „International Conference on Solid State Ionics - Transport Properties“, Patras, Griechenland (W. Weppner).

Member-at-Large, Electrochemical Society, High Temperature Materials Division (W. Weppner).

Mitwirkung bei den Gründungspraktika (WS 2003/2004) für „Elektrisch abdunkelbare Gläser (IONIK)“ (WS2003/2004) und „Chemische Sensoren“ (SS2004) des Lehrstuhls für Gründungs- und Innovationsmanagement der CAU (W.F. Chu, Chr. Dietz, G. Holstermann, W. Weppner).

Mitglied der International Advisory Boards der Veranstaltungen „International Conference on Functional Materials and Devices“, Kuala Lumpur, Malaysia, 06.-08.06.2005, CIMTEC 2006, Acireale, Italien, 04.-09.06.2006 und „10th Asian Conference on Solid-State Ionics (ACSSI-10)“, Kandy, Sri Lanka, 18.-23.06.2006.

Mitglied des Beirats der Zeitschrift „TALENTE“.

Mitglied des wissenschaftlichen Beirats von „Science Lab“, München.

Vorträge für die Universitätsgesellschaft Schleswig-Holstein.

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 unverträglichem 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 Schädigungseigenschaften 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
GKSS Research Centre

Max-Planck-Straße 1
D - 21502 Geesthacht
phone: + 49 4152 87 2553
fax: + 49 4152 87 2534
e-mail: brocks@gkss.de
web: <http://www.gkss.de/Themen/W/WMS>

 **Personal**

Leiter: Prof. Dr.-Ing. W. Brocks;

 **Vorlesungen, Seminare und Praktika****Winter 2003/2004**

Finite Element Modelling, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Brocks

Sommer 2004

Modellierung Technischer Systeme, 3 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
W. Brocks

Engineering Mechanics, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
D. Steglich

Winter 2004/2005

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 2004

W. Brocks, P. Anuschewski, *Parametrizing ductile tearing resistance by four parameters*, Engineering Fracture Mechanics, **71**, 127 - 146 (2004)

R. Lin, W. Brocks, *On a finite strain viscoplastic theory based on a new internal dissipation inequality*, Int. J. Plasticity, **20**, 1281 - 1311 (2004)

G. Quan, J. Heerens, W. Brocks, *Distribution Characteristics of Constituent Particles in Thick Plate of Al 2024 T351*, Praktische Metallographie, **41**, 304 - 313 (2004)

P. Nègre, D. Steglich, W. Brocks, *Crack extension in aluminium welds: A numerical approach using the Gurson-Tvergaard-Needleman model*, Engineering Fracture Mechanics, **71**, 2365 - 2383 (2004)

W. Brocks, P. Anuschewski, D. Hellmann, *A concept for scaling JR-curves by plastic constraint factors*, Int. J. Fracture, **130**, 455 - 469 (2004)

 **Präsentationen**

U. Mühlich, W. Brocks, *The regularization behaviour of a nonlocal Gurson-type model*, 15th Europ. Conf. on Fracture (ECF 15): Advanced Fracture Mechanics for Life and Safety Assessments, Stockholm, Schweden, 11.08.2004

- R. Lin, W. Brocks, *The regularization behaviour of a nonlocal Gurson-type model*, Int. Conf. Computational & Experimental Engineering and Sciences (ICCES 04), Madeira, Portugal, 26.07.2004
- R. Lin, W. Brocks, *Numerical comparison of finite strain inelastic constitutive laws based on different internal dissipation inequalities*, 6th World Congress on Computational Mechanics and Second Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, Beijing, China, 05.09.2004
- I. Scheider, W. Brocks, *Simulation of crack propagation and failure in thin walled structures using the cohesive model*, Int. Conf. on Thin Walled Structures, Loughborough, GB, 22.06.2004
- D. Steglich, W. Brocks, A. Pirondi, *Damage Models for Cyclic Plasticity*, 25th Risoe Int. Symp. on Materials Science, Risoe, DK, 06.09.2004
- W. Brocks, I. Scheider, *Cohesive elements for thin-walled structures*, 14th Int. Workshop Computational Mechanics of Materials (IWCMM14), Goa, Indien, 23.09.2004
- S. Graff, D. Steglich, W. Brocks, *Crystal plasticity for hexagonal structured Magnesium alloy AZ31*, JUNIOR EUROMAT 2004, Lausanne, CH, 06.-09.09.2004
- W. Brocks, *Cohesive strength and separation energy as characteristic parameters of fracture toughness and their relation to micromechanics*, 1st Int. Conf. Computational Mechanics, Belgrad, Serbien, 15.-17.11.2004
- D. Steglich, D. Paganelli, T. Pardoen, W. Brocks, *A model for ductile failure applied to anisotropic Al 2024*, Materials Science and Technology 2004, New Orleans, LA (USA), 27.-29.09.2004

almanach 04

Polymerbasierte Multikomponentenwerkstoffe

Prof. Dr. Volker Abetz, Leiter des Institutes für Chemie des GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH in Geesthacht

Das Institut für Chemie des GKSS-Forschungszentrums besteht aus zwei Teilen in Geesthacht und in Teltow. Das Institut beschäftigt insgesamt etwa 120 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Der Standort in Geesthacht (ca. 50 Mitarbeiter) entwickelt Membranmaterialien auf Polymerbasis für vielfältige Anwendungen wie z. B. für die Rückgewinnung organischer Dämpfe aus der Abluft, für protonenleitende Medien in der Brennstoffzelle, für die Wasserstoffaufreinigung, für katalytische Reaktionen in Membranreaktoren). Weiterhin werden Membranmodule entwickelt (Modellierung) und gebaut. Die Produkte werden in vielen Fällen von Lizenznehmern aus der Industrie dann in Serie produziert und vermarktet. Neu hinzukommen werden Forschungs & Entwicklungsarbeiten im Bereich nanostrukturierter Polymerwerkstoffe.

Weitere Informationen über die Arbeitsgebiete des GKSS-Forschungszentrums finden Sie im Internet unter www.gkss.de.

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
Institut für Chemie
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht
25524 Itzehoe

Institutsleitung: Professor Dr. Volker Abetz
Tel. 04152/87-2461 (Sekretariat)
Fax 04152/87-2444
Email abetz@gkss.de

almanach 04

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. W. Weppner

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
- 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 Industrieanfragen 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.

Seit dem 01.05.2003 wurde das Aufgabenspektrum um die Einrichtung, Betreuung und Weiterentwicklung der materialwissenschaftlichen Studiengänge erweitert:

- 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
- Entwurf und Versand von Werbe- und Informationsbroschüren

Zu den zentralen Aufgaben gehört ferner die Organisation und Durchführung aller Materialwissenschaftlichen Praktika sowie der gemeinsamen Grundpraktika.

Materials Testing, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ M. Schwitzke, J. Kanzow, G. Holstermann, M. Sakhivel, J. Zekonyte, V. Thangadurai, Q.P. Fang, L. Jiang, H. Greve, C. Knittelmeyer)

Lab Course Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ G. Hasse, J. Carstensen, E. Tsagarakis, J. Schwenzel, V. Zaporajtchenko, R. Kunz, H. Takele, E. Spieker, S. Hollensteiner)

Sommer 2004

Gemeinsames Grundpraktikum für Ingenieure II, 3 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ J. Tornow, J. Noss, R. Thobaben, K. Scholz, R. Kunz, M. Schwitzke, H. Greve, M. Nordhausen, H. Behrens, B. Albers, K. Seget)

Einführung in die Chemie der Werkstoffe, 1 Std. Vorlesung/Woche,

K. Dolgner

Werkstoffe und Werkstofftechnologien II, 1 Std. Vorlesung/Woche,

K. Dolgner (+ K. Rätzke, F. Faupel, H. Föll, W. Weppner, W.F. Chu, W. Jäger)

Lab Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ Q.P. Fang, M. Scharnberg, H. Greve, E. Foca, S. Mathijssen, M. Sakhivel, U. Schürmann, E. Spieker, V. Thangadurai)

Tutorium for Junior Students, 1 Std. Seminar/Woche,

K. Dolgner

Tutorium for Senior Students, 1 Std. Seminar/Woche,

K. Dolgner

Winter 2004/2005

Gemeinsames Grundpraktikum für Ingenieure I, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ M. Albrecht, M. Albrecht, A. Bartsch, S. Christiansen, H. Kaack, M. Jeppel, R. Bock, U. Schürmann, J. Tornow)

Tutorium for Junior Students, 1 Std. Seminar/Woche,

K. Dolgner

Tutorium for Senior Students, 1 Std. Seminar/Woche,

K. Dolgner

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,

K. Dolgner (+ K. Rätzke, M. Schwitzke, F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Materials Testing, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ M. Schwitzke, M. Elbahri, G. Holstermann, M. Sakhivel, J. Zekonyte, V. Thangadurai, Q.P. Fang, H. Takele, H. Greve, T. Wille)

Lab Course Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,

K. Dolgner (+ Eugen Foca, G. Hasse, J. Carstensen, Y. Zhu, S. Tesfaye, V. Zaporajtchenko, W. Chu, H. Takele, E. Spieker, S. Hollensteiner)

Drittmittel

Auftragsarbeiten, *Geräteinstandsetzung und Erweiterung*, 01.01.-31.12.2004 (229,68 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers 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. Zwick, Prüfmaschinen
2. Megacom, EDV
3. FH Kiel, Nano Focus Oberflächenmessungen
4. Cohereut, Lasersysteme, Nano Focus Oberflächenmessungen
5. HDW Bereiche Kunststoff u. Metall, Kiel
6. Metalldruckerei Thate, Preetz
7. Danfoss, Flensburg
8. Eydam, Kiel, Laborgroßhandel
9. Tricumed Medizintechnik, Kiel
10. Ahlborn, Messtechnik

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Akkreditierung: Im Frühjahr 2004 wurde der Masterstudiengang „Materials Science and Engineering“ akkreditiert.

almanach 04

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>

