



Universität Karlsruhe (TH)

Forschungsuniversität • gegründet 1825

## **Jahresbericht der Fakultät für Informatik**

und der mit ihr verbundenen Informatikeinrichtungen

**2006**



Fakultät für **Informatik**





Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

# Jahresbericht der Fakultät für Informatik

und der mit ihr verbundenen Informatikeinrichtungen

## 2006

Postanschrift: 76128 Karlsruhe  
Sitz der Fakultät: Informatik-Hauptgebäude (Geb. 50.34)  
Am Fasanengarten 5  
Telefon: +49 721 608-3976  
Fax: +49 721 697760  
E-Mail: [dekanat@ira.uka.de](mailto:dekanat@ira.uka.de)  
WWW: <http://www.ira.uka.de/>



## **Impressum**

Herausgeber: Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe (TH)

ISSN: 0934-7267

Redaktion: Silke Natzeck, Wilhelm Denz, Thomas Griesbaum

Titelbildgestaltung: Simone Winter

Druck: Druck + Verlagsgesellschaft Südwest mbH, Karlsruhe

Bildnachweis: Fakultät für Informatik

## Vorwort

Der Bericht, den Sie in der Hand halten, repräsentiert die Sicht der Fakultät für Informatik auf das „Jahr der Informatik“. Der Intention gemäß half auch unsere Fakultät mit, den Einfluss, den Informatik-Systeme und -Produkte auf unser Leben haben, einer breiteren Öffentlichkeit bewusst zu machen. Solches muss natürlich in eher holzschnittartiger Darstellung geschehen; Details dieses Bildes und vor allem Skizzen für ein zukünftiges können Sie im vorliegenden Band finden. Sie werden dabei feststellen, dass die „Karlsruher Informatik“ ihre Breite beibehält, sowohl hinsichtlich der Thematik – auf den Gebieten von Hardware *und* Software forschend – als auch in Bezug auf die Methodik – grundlagenorientiert *und* systemimplementierend.

2006 war auch für die gesamte Universität ein besonderes Jahr, bekam sie doch am 13.10.2006 ihre Exzellenz „offiziell“ bestätigt. Vor diesem Datum waren große Anstrengungen, insbesondere der Universitätsspitze, zur Formulierung eines Antrags notwendig. Nach der Entscheidung war und ist die gesamte Universität gefordert, gilt es doch, nicht nur neue Strukturen zu finden, sondern den Enthusiasmus in wissenschaftliche Erfolge umzusetzen. Über die Auswirkungen auf unsere Fakultät werden Sie ganz sicher im nächsten Jahresbericht etwas finden.

Allen, die durch ihre Ideen und ihren Einsatz zu den im Jahresbericht 2006 referierten Ergebnissen beitrugen, sei vielmals gedankt. Für ihr Engagement zur Fertigstellung in solch ansprechender Form ein herzliches Dankeschön an Frau Natzeck und Herrn Dr. Denz!



Prof. Dr. Roland Vollmar  
Dekan der Fakultät für Informatik



## Inhaltsverzeichnis

### Vorwort

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Fakultät für Informatik</b>	1
1.1	Entwicklung und Überblick	2
1.2	Lehrkörper	11
1.3	Struktur der Fakultät	16
<b>2</b>	<b>Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2005</b>	17
2.1	Rankings - Karlsruher Informatikfakultät behauptet Spitzenpositionen	18
2.2	Veranstaltungshöhepunkte 2006	19
	■ Semesterkolloquium am 13. Februar 2006	19
	■ Tag der Informatik am 20. Juli 2006	22
	■ Kick Off des DFG-Graduiertenkollegs 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" am 19. Mai 2006	26
	■ Einweihung des Laborgebäudes am Adenauerring am 24. Mai 2006	28
	■ "Universität im Rathaus" am 13. Juni 2006	30
	■ "Nacht der Informatik" am 14. Juli 2006 in Karlsruhe	32
	■ Informatikwoche "Dank Informatik aus Karlsruhe" im Rathaus	33
	■ Symposium "Informatikrevolution zwischen Alltag und Zukunft"	34
2.3	Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium	35
2.4	Verabschiedungen	36
	■ Festkolloquium anlässlich der Emeritierung von Professor Goos	36
2.5	Antrittsvorlesungen	38
	■ Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling, LL.M.	38
	■ Prof. Dr. Ralf Reussner	39
	■ PD Dr. Alexander Wolff	40
2.6	Rufe und Berufungen	42
2.7	Ehrungen und Preise	42
2.8	Habilitationen und Promotionen	45
<b>3</b>	<b>Die Einrichtungen der Fakultät</b>	49
3.1	Die Institute und ihre Forschungsvorhaben	49
	■ Institut für Theoretische Informatik	50
	■ Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme	82
	■ Institut für Betriebs- und Dialogsysteme	100
	■ Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation	119

■	Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik	150
■	Institut für Telematik	181
■	Institut für Technische Informatik	213
■	Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) – Institut für Informationsrecht	259
3.2	Angegliederte, verbundene und kooperierende Einrichtungen	271
3.2.1	Angegliederte Einrichtungen	272
■	Interfakultatives Institut für Entrepreneurship	272
■	Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS)	275
3.2.2	Mit der Fakultät verbundene Einrichtungen	278
■	Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”	278
■	Graduiertenkolleg 1126 “Intelligente Chirurgie”	280
■	Sonderforschungsbereich 588: Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter	282
■	Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)	283
■	Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik	284
■	Freundeskreis Informatik (FFI)	285
3.2.3	Kooperierende Informatikeinrichtungen in der Universität	287
■	Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren	287
■	Graduiertenkolleg Informationswirtschaft und Market Engineering	296
3.3	Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte	297
■	Dekanat	298
■	Fakultätsgeschäftsführung	298
■	Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI)	301
■	Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)	305
■	Fachbibliothek Informatik	310
<b>4</b>	<b>Die Lehre im Jahr 2006</b>	<b>311</b>
4.1	Das Studium der Informatik in Karlsruhe	312
■	Diplomstudiengang Informatik	313
■	Diplomstudiengang Informationswirtschaft	316
■	Bachelorstudiengang Informationswirtschaft	317
■	Aufbaustudium Informatik	319
4.2	Das Lehrangebot im Jahr 2006	320
■	Lehrbeauftragte	320
■	Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik	322



4.3	Studienbegleitende Statistik	338
	■ Studienergebnisse im Vordiplom	338
	■ Studienergebnisse im Hauptdiplom	339
	■ Studierende an der Fakultät für Informatik	341
<b>5</b>	<b>Ein Blick in die Arbeit der Fakultät</b>	<b>343</b>
5.1	Mitwirkung in Körperschaften	344
5.2	Wissenschaftliche Präsentation	348
5.3	Forschungsförderung	354
5.4	Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien	361
	■ Konferenzen, Workshops, Meetings und Foren	361
	■ Informatik-Kolloquien	368
	■ MoDe – „Montags-Demo“	370
5.5	Internationale Gäste und Gastwissenschaftler	371



# **Die Fakultät für Informatik**

## 1.1 Entwicklung und Überblick

„Rückblick“ und „Ausblick“ werden oft in einem Atemzug genannt. Der vorliegende Jahresbericht sollte unter diesen beiden Aspekten gesehen werden: Eine Reihe der darin beschriebenen Ereignisse wird voraussichtlich die Fakultät in der Zukunft stark beeinflussen.

Einen schweren Verlust erlitt die Fakultät mit dem Tod von Herrn Prof. Wettstein. Er gehörte zu der ersten Generation von Professoren an der Fakultät und stand auch nach seiner Emeritierung im Jahr 1998 mit seinen Erfahrungen und seiner ausgleichenden, vornehmen Persönlichkeit als Ratgeber zur Verfügung.

Ein Festkolloquium am 19. November 2006 markierte den offiziellen Übergang von Herrn Prof. Goos in den Emeritusstand, was aber sicher nicht zum Abbruch der Beziehungen zur Fakultät führt, ist er ihr doch als der erste Professor für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) besonders verbunden.

Mit Antrittsvorlesungen stellten sich Herr Prof. Kühling und Herr Prof. Reussner der Universitätsöffentlichkeit vor.

Den Bereich „Kognitive Systeme“ wird Frau Prof. Schultz, die von der Carnegie Mellon University an die Fakultät kommen wird, verstärken. Mit der Gewinnung von Herrn Dr. Kirchberg als Honorarprofessor wird dies im Bereich „Angewandte Rechtswissenschaft“, der für unseren Studiengang Informationswirtschaft essentiell ist, geschehen.

Zum Wintersemester wechselte turnusgemäß der Fakultätsvorstand von Frau Prof. Zitterbart als Dekanin, Frau Prof. Wagner als Prodekanin, Herrn Prof. Dreier und Herrn Prof. Hanebeck als Studiendekane auf Herrn Prof. Vollmar als Dekan und Herrn Prof. Sanders als Studiendekan, während Frau Prof. Wagner als Prodekanin und Herr Prof. Dreier als Studiendekan nochmals die entsprechenden Ämter übernahmen und so Kontinuität und Wechsel gleichermaßen zum Ausdruck kommen.

Zu Beginn des Jahres startete das Graduiertenkolleg „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“ der Fakultät für Informatik und der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik. In ihm werden grundlegende Fragestellungen wie die der Architektur von Sensor-Aktor-Netzwerken, deren effizienter Betrieb und die Möglichkeiten der gemeinsamen Entwicklung systematischer Vorgehens- und Referenzmodelle geklärt.

Das „Jahr der Informatik“ war auch für unsere Fakultät Grund, sich an Veranstaltungen für eine breite Öffentlichkeit zu beteiligen: Im Sommer präsentierte sie sich in der Reihe „Uni im Rathaus“ und dort auch nochmals im Oktober während der „Informatikwoche im Rathaus“. Das Thema „Mobilkommunikation“ bestimmte die „Nacht der Informatik“. Am

14. Juli 2006 bot die Fakultät in der Karlsruher Innenstadt eine bunte Mischung aus Projektdemonstrationen, Spielen, Wissenschaft zum Anfassen, Informationsständen, SWR3-Showbühne und Videoschaltungen zu anderen Standorten der „Nacht der Informatik“, die bundesweit gleichzeitig an vielen Universitäten und Fachhochschulen stattfand. Beschlossen wurde die Reihe der Veranstaltungen zum Informatikjahr am 16. und 17. November: Gemeinsam mit dem Zentrum für Kunst und Medientechnologie richtete die Fakultät das Symposium „Informatikrevolution zwischen Alltag und Zukunft“ aus.

All diese Aktivitäten sollten generell die „Bringschuld der Wissenschaft“ abtragen helfen, speziell aber auch Jugendliche ansprechen, um ihnen die Chancen informatiknaher Berufe zu verdeutlichen. Ein Ziel war, die Bereitschaft zu einem Informatikstudium, gerade auch von Frauen, die in diesem Fach aus schwer einzusehenden Gründen völlig unterrepräsentiert sind, zu erhöhen.

Der Erfolg dieser Maßnahmen lässt sich noch nicht absehen – im Gegensatz zur Entscheidung vom 13. Oktober 2006, unsere Universität als Exzellenzuniversität auszuzeichnen. In der Antragsphase war natürlich auch unsere Fakultät gefordert, wobei sich Frau Prof. Wagner als Prodekanin für Forschung besonders stark engagierte, nach dem 13.10.2006 gilt dies nun für alle, um aus der Aufbruchstimmung letztlich Energien zu wissenschaftlichem Gewinn zu generieren.

Das als „Verschränkung“ von Forschungszentrum Karlsruhe und Universität konzipierte „Karlsruher Institut für Technologie (KIT)“ bedarf noch der juristischen Form, aber es ist bereits deutlich absehbar, dass insbesondere dem exzellenten wissenschaftlichen Nachwuchs zusätzliche Chancen geboten werden. Unabhängig davon geschah dies auch in unserer Fakultät durch die Schaffung dreier neuer Nachwuchsgruppen – zusätzlich zu den beiden existierenden – durch Mittel des MWK, der Klaus Tschira-Stiftung und der Firmen init und ptv aufgrund der Initiativen des vorigen Fakultätsvorstandes.

Es gibt insoweit gute Gründe, von einem erfreulichen Ausblick zu sprechen.

## Meilensteine der Karlsruher Informatik

- 1958** Elektronische und digitaltechnische Grundlagen moderner Computer werden Arbeitsschwerpunkte des Instituts für Nachrichtentechnik und Nachrichtenübertragung
- 1959** Programmierausbildung, Anfänge einer Softwareentwicklung und Beginn einer zentralen Rechnerversorgung durch den Lehrstuhl Numerische Mathematik und Großrechenanlagen
- 1966** Gründung des Universitätsrechenzentrums
- 1968** Senatskommission für Fragen der Computer Science beschließt die Einführung eines Informatikstudiums in Karlsruhe
- 1969** 01.01.1969 Gründung des Instituts für Informatik
- 1969** 09.07.1969 Erlass des Kultusministeriums Baden-Württemberg über das Inkrafttreten der Prüfungsordnung für die Diplomprüfung in Informatik (Akademischer Grad Diplom-Informatiker)
- 1969** 01.10.1969 Beginn eines eigenständigen Diplomstudiengangs Informatik
- 1969** Beteiligung der Universität Karlsruhe am Überregionalen Forschungsprogramm Informatik (ÜRF)
- 1971** Erste Absolventen erhalten den Titel Diplom-Informatiker
- 1972** Gründung der Fakultät für Informatik mit vier Instituten
- 1973** Programm der Angewandten Informatik: Einrichtung von Informatik-Lehrstühlen an den ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten
- 1979** Gründung des Interfakultativen Instituts für Anwendungen der Informatik
- 1981** Einführung des Aufbaustudiengangs Informatik
- 1984** Beteiligung am Sonderforschungsbereich 314 *Künstliche Intelligenz – Wissensbasierte Systeme*
- 1985** Gründung des Forschungszentrums Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)
- 1986** Gründung des Deutsch-Französischen Instituts für Automation und Robotik (IAR)
- 1987** Neustrukturierung der Fakultät für Informatik in acht Institute
- 1987** Einrichtung des Modellversuchs *Informatik für Blinde – Studium für Sehgeschädigte in Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen*
- 1988** 1000. Diplom der Fakultät
- 1989** Gründung der Karlsruher Informatik Kooperation (KIK)
- 1990** Beteiligung am Sonderforschungsbereich 346 *Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen*
- 1992** Einrichtung des Graduiertenkollegs *Beherrschbarkeit komplexer Systeme*
- 1992** 2000. Diplom der Fakultät
- 1992** Beteiligung am Sonderforschungsbereich 358 *Automatisierter Systementwurf*
- 1993** Gründung des Studienzentrums für Sehgeschädigte (SZS)

- 1995** 300. Promotion an der Fakultät
- 1996** Evaluation der Lehre im Fach Informatik
- 1996** Beteiligung am Sonderforschungsbereich 414 *Informationstechnik in der Medizin: Rechner- und sensorgestützte Chirurgie*
- 1996** 25. Habilitation an der Fakultät
- 1996** 3000. Diplom der Fakultät
- 1997** Einführung des Studiengangs Informationswirtschaft  
(gemeinsam mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften)
- 1998** 400. Promotion an der Fakultät
- 1999** Beteiligung am Sonderforschungsbereich 425 *Elektromagnetische Verträglichkeit in der Medizintechnik und in der Fabrik*
- 2000** Gründung des Zentrums für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und des Instituts für Informationsrecht
- 2000** 500. Promotion an der Fakultät
- 2001** Einrichtung des Sonderforschungsbereiches 588 *Humanoide Roboter – lernende und kooperierende multimodale Roboter*
- 2001** Querschnittsevaluation Informationswissenschaften des Landesforschungsbeirats Baden-Württemberg
- 2002** 30 Jahre Fakultät für Informatik
- 2003** 4000. Diplom der Fakultät
- 2003** Erster Absolvent des Diplomstudienganges Informationswirtschaft
- 2004** 600. Promotion an der Fakultät
- 2005** Einrichtung des Graduiertenkollegs 1126 *“Intelligente Chirurgie - Entwicklung neuer computerbasierter Methoden für den Arbeitsplatz der Zukunft in der Weichteilchirurgie”* durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- 2005** Einrichtung des Graduiertenkollegs 1194 *“Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”* durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

## **Zur zahlenmäßigen Entwicklung der Fakultät für Informatik**

### **Studierende**

In den vergangenen Jahren haben sich die Studierendenzahlen der Karlsruher Fakultät für Informatik auf hohem Niveau stabilisiert. Insgesamt gehörten im Wintersemester 2006/07 2977 Studierende zur Fakultät für Informatik, davon waren 2459 im Studiengang Informatik und 518 im Studiengang Informationswirtschaft eingeschrieben.

Ursprünglich hatte die Karlsruher Informatik im Jahre 1969 mit ca. 200 Studierenden begonnen, deren Zahl sich bereits zwei Jahre später mehr als verdoppelte. Einen ersten Höhepunkt erreichte die junge Fakultät 1981 mit über 1000 Studierenden. Fünf Jahre später waren es bereits über 2000. Der Ansturm verlief ungebremst weiter bis zu Beginn der 90er Jahre. Nach einer kurzen Phase des Rückgangs setzte bereits 1996 ein neuer Aufwärtstrend ein. Dieser stellte in den Folgejahren selbst die hohen Zahlen der späten achtziger Jahre in den Schatten. Das Jahr 2000 mit 783 Studienanfängern führte die Fakultät an die Grenzen ihrer Möglichkeiten. Die Folge war die Einführung eines zeitweiligen Numerus Clausus an der Fakultät. Danach haben sich die Anfängerzahlen im Bereich zwischen 500 und 600 stabilisiert. Im Jahr 2006 hat die Fakultät 508 Studienanfänger aufgenommen.

### **Absolventen**

Bereits 1971 konnten die ersten Absolventen mit dem neuen akademischen Grad "Diplom-Informatiker" in die Praxis entlassen werden. Die Fakultät steigerte ihre Absolventenzahl von Jahr zu Jahr, so dass 1988 das 1000. Diplom verliehen werden konnte. Nur vier Jahre später hatte die Fakultät bereits 2000 Absolventinnen und Absolventen. Unter Beibehaltung des Vierjahresrhythmus konnte 1996 das 3000. Diplomzeugnis ausgegeben werden. Dieser Trend wurde durch das vorübergehende Absinken der Absolventenzahlen infolge der schwachen Anfängerjahrgänge Mitte der neunziger Jahre leider unterbrochen.

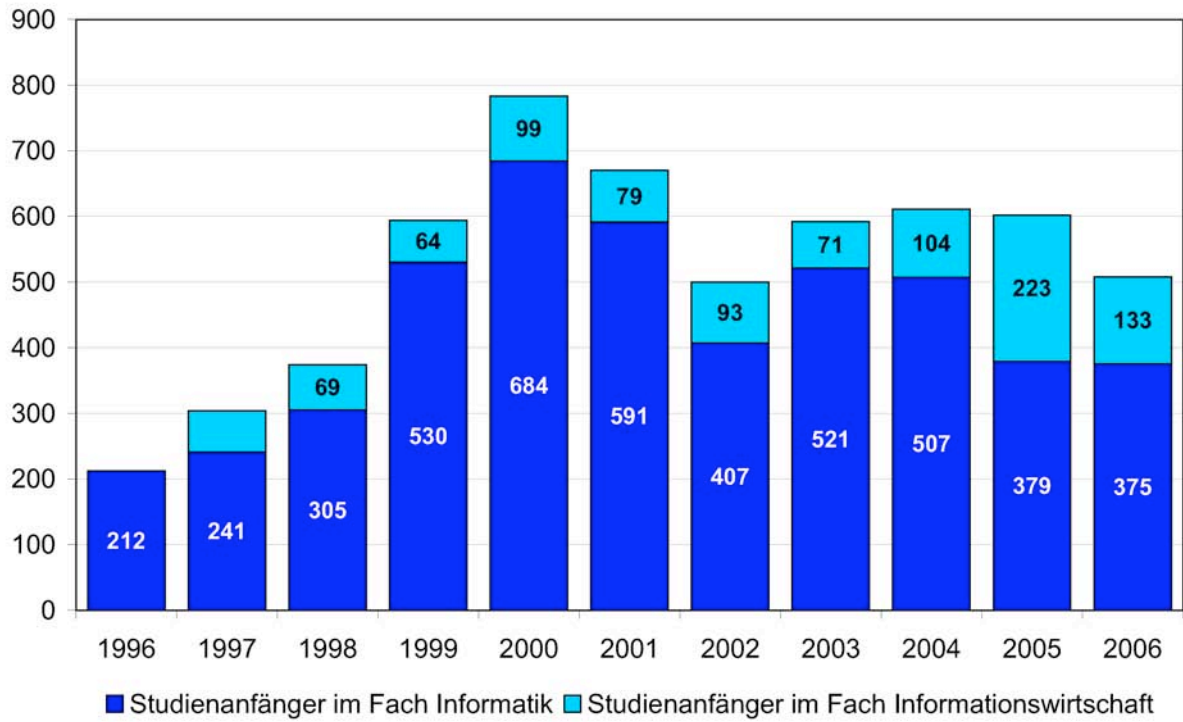
Im Berichtsjahr konnten aber bereits wieder 217 Diplomzeugnisse überreicht werden. Darunter befinden sich 28 Absolventen unseres Studienganges Informationswirtschaft. Mit ca. 4500 Absolventinnen und Absolventen liegt die Karlsruher Informatikfakultät auch in diesem Punkt bundesweit mit an der Spitze.

### **Wissenschaftlicher Nachwuchs**

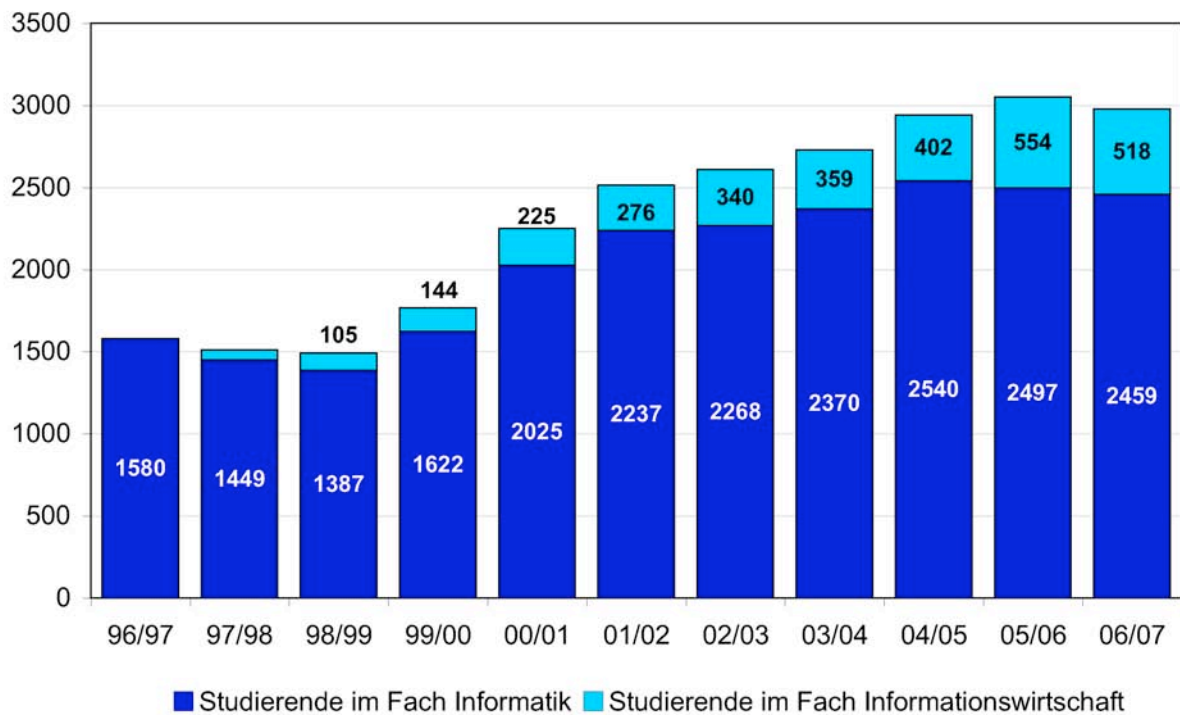
Für die im Spitzenbereich der deutschen Forschung rangierende Karlsruher Informatik ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses von besonderer Bedeutung. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in der Zahl der abgeschlossenen Promotionen wider, von denen es im Jahr 2006 bereits die 664. gab. Im Berichtsjahr wurden 17 Promotionen erfolgreich abgeschlossen. Darüber hinaus haben sich an der Fakultät für Informatik bis heute 38 Wissenschaftler habilitiert. Aus dem Kreis der Absolventen und Mitarbeiter sind bisher mehr als 155 Professorinnen und Professoren im In- und Ausland an Hochschulen und Universitäten berufen worden.



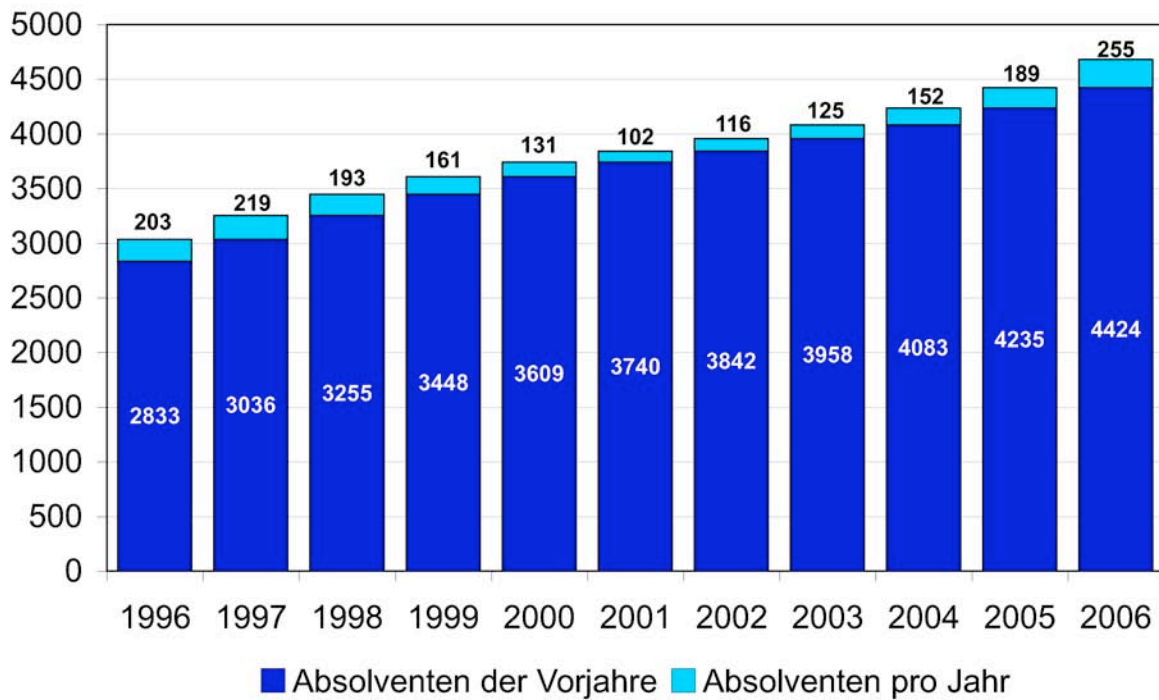
### Studienanfänger an der Fakultät für Informatik



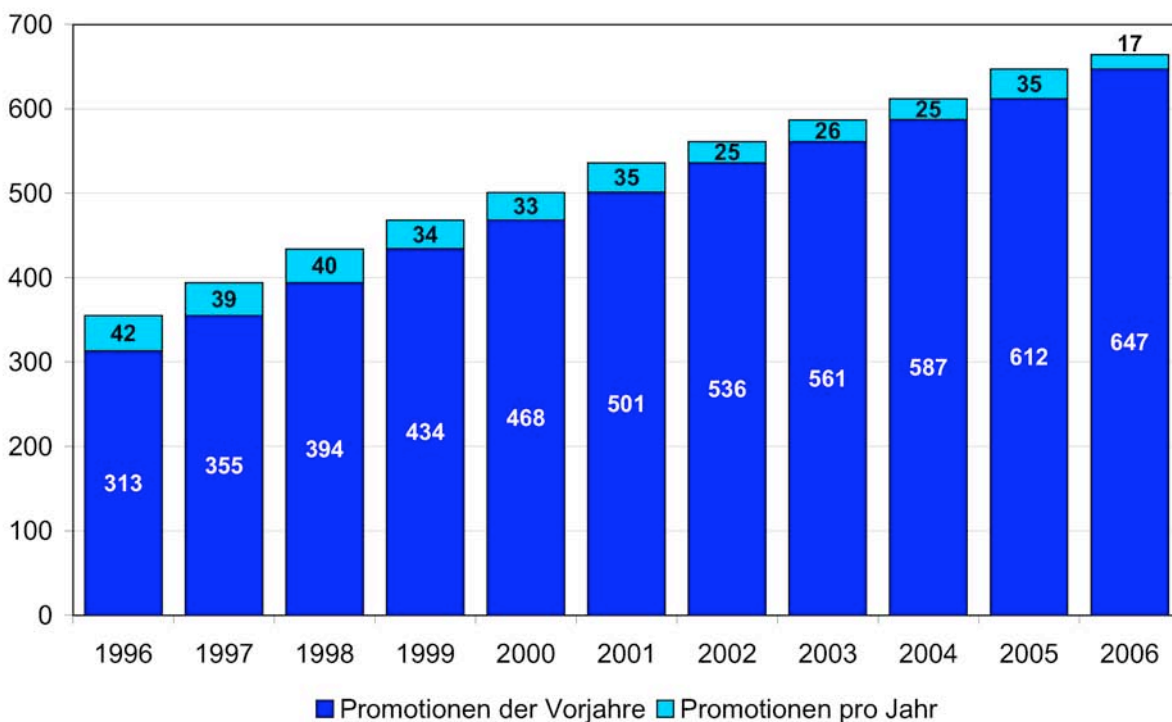
### Studierende an der Fakultät für Informatik



### Entwicklung der Absolventenzahlen in den vergangenen 10 Jahren



### Entwicklung der abgeschlossenen Promotionen in den vergangenen 10 Jahren



## Personalstruktur

Die zuvor genannten Ausbildungserfolge wären nicht ohne den engagierten Einsatz des wissenschaftlichen Personals möglich gewesen. Über viele Jahre musste die Fakultät unter Überlastbedingungen ausbilden und nur mit Hilfe vieler fremdfinanzierter Stellen konnten die umfangreichen Betreuungsaufgaben des wissenschaftlichen Personals bewältigt werden. Das war nur möglich, weil die Fakultät sehr erfolgreich im Einwerben von öffentlich und privat geförderten Forschungsprojekten war und ist.

Immerhin wird seit Jahren mehr als die Hälfte der Wissenschaftler der Fakultät durch Drittmittel finanziert. Im Berichtsjahr hat die Fakultät mit 143 Drittmittelstellen erneut eine respektable Leistung aufzuweisen. Dieses Ergebnis bedeutet, dass im Jahr 2006 70 Prozent mehr Wissenschaftlerstellen über Drittmittel als über Haushaltsmittel finanziert wurden. Die Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Personals der vergangenen Jahre spiegelt die nachfolgende Übersicht wider:

<b>Stellen im wissenschaftlichen Dienst</b>	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Landesstellen</b> (Plan- und Sonderprogrammstellen)	100	100	100	100	88	84
<b>Drittmittelstellen</b>	97	112	125	134	132	143

Ab 1996 lag mit Ausnahme des Jahres 2001 der Anteil der Drittmittelstellen deutlich über dem der Planstellen. Das ist eine unmittelbare Auswirkung der seit 1995 erfolgten starken Stellenstreichungen durch das Land. Mit ihren Drittmittelstellen konnte die Fakultät bisher die schlimmsten Folgen dieser Streichungen für Forschung und Lehre abfangen.

Von 1995 bis 2000 hat die Fakultät 25 Wissenschaftlerstellen und fünf VT-Stellen an das Land zurückgeben müssen. Unter dem Druck der enormen Studienanfängerzahlen der Jahre 1999 und 2000 hat das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) Baden-Württemberg ab Oktober 2000 eine bis 2004 befristete Soforthilfe in Form von Finanzmitteln („Sonderprogramm für die Informatik und verwandter Studiengänge“) bereitgestellt. Das Programm lief Ende 2004 aus. Zur Abfederung des Stellenrückgangs hat das Rektorat der Universität Karlsruhe (TH) der Fakultät im Jahr 2005 sechs und im Jahr 2006 noch zwei Mittelpool-Stellen zur Verfügung gestellt. Insgesamt aber musste die Fakultät im Berichtsjahr bei gleich hohen Studierendenzahlen mit 16 Wissenschaftler-Landesstellen weniger auskommen als in den Jahren zuvor.

## Personelle Zusammensetzung der Fakultät 2006



314 Beschäftigte

166 Landesbedienstete      148 Drittmittelbeschäftigte

Zusammensetzung:

24 Professoren

227 Wissenschaftliche Mitarbeiter  
(davon 143 Drittmittelbeschäftigte)

36 Technische Mitarbeiter

27 Verwaltungsangestellte  
(davon 5 Drittmittelbeschäftigte)

Angaben in Vollzeitäquivalenten

Stand: 31.12.2006

### Stellenstruktur der Fakultät 2006

#### Landesstellen

Professuren	27	davon waren im Berichtsjahr 3 Professuren unbesetzt
Wissenschaftlicher Dienst	84	davon 82 Planstellen 2 Mittelpool-Stellen
Technischer Dienst	36	Planstellen
Verwaltungsdienst	21,5	Planstellen

#### Drittmittelstellen

Wissenschaftlicher Dienst	143
Technischer- und Verwaltungsdienst	5

## 1.2 Lehrkörper

### Professoren

*Abeck, Dr. rer. nat. Sebastian,*

Institut für Telematik

*Bellosa, Dr.-Ing. Frank, o. Professor,*

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Beyerer, Dr.-Ing. Jürgen, o. Professor,*

Institut für Technische Informatik und Leiter des Fraunhofer-Instituts  
für Informations- und Datenverarbeitung (IITB)

*Böhm, Dr.-Ing. Klemens, o. Professor,*

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Brinkschulte, Dr. rer. nat. Uwe,*

Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Calmet, Dr. es-sciences physiques Jacques,*

Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Dillmann, Dr.-Ing. Rüdiger, o. Professor,*

Institut für Technische Informatik

*Dreier, Dr. iur. Thomas, M. C. J., o. Professor,*

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht

*Hanebeck, Dr.-Ing. Uwe, o. Professor,*

Institut für Technische Informatik

*Hartenstein, Dr. rer. nat. Hannes,*

Institut für Telematik und Stellvertretender Leiter des Universitätsrechenzentrums

*Henkel, Dr.-Ing. Jörg, o. Professor,*

Institut für Technische Informatik

*Juling, Dr. rer. nat. Wilfried, o. Professor,*

Institut für Telematik und Leiter des Universitätsrechenzentrums

*Karl, Dr. rer. nat. Wolfgang,*

Institut für Technische Informatik

*Kühling, Dr. iur. Jürgen, LL.M.,*

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht

*Prautzsch, Dr. rer. nat. Hartmut,*

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Reussner, Dr. rer. nat. Ralf (ab 01.02.2006),*

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Sanders, Dr. rer. nat. Peter, o. Professor,*

Institut für Theoretische Informatik

*Schmitt, Dr. rer. nat. Alfred, o. Professor,*

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Schmitt, Dr. rer. nat. Peter H.,*

Institut für Theoretische Informatik

*Sester, Dr. iur. Dipl.-Kfm. Peter, o. Professor,*

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht

*Tichy, Dr. rer. nat. Walter F., o. Professor,*

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Vollmar, Dr.-Ing. Roland, o. Professor,*

Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Wagner, Dr. rer. nat. Dorothea, o. Professorin,*

Institut für Theoretische Informatik

*Waibel, Dr. rer. nat. Alexander, o. Professor,*

Institut für Theoretische Informatik

*Wörn, Dr.-Ing. Heinz, o. Professor,*

Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Zitterbart, Dr. rer. nat. Martina, o. Professorin,*

Institut für Telematik

*Zorn, Dr.-Ing. Werner (beurlaubt)*

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

### **Zweitmitglieder**

*Brethauer, Dr.-Ing. Georg, o. Professor,*

Institut für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik,

Fakultät für Maschinenbau und Leiter des Instituts für Angewandte Informatik,

Forschungszentrum Karlsruhe – Technik und Umwelt

*Schmeck, Dr. rer. nat. Hartmut, o. Professor,*

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren,

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

*Stiller, Dr.-Ing. Christoph, o. Professor,*

Institut für Mess- und Regelungstechnik im Maschinenlaboratorium,

Fakultät für Maschinenbau

*Stucky, Dr. rer. nat. Wolffried, o. Professor,*

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren,

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

*Studer, Dr. rer. nat. Rudi, o. Professor,*

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren,

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

**Honorarprofessoren**

*Barth*, Dr. rer. nat. Gerhard

*Nakamura*, Satoshi, Ph.D.,

ATR Spoken Language Translation Research Laboratories, Kyoto, Japan

*Steusloff*, Dr. rer. nat. Hartwig,

Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB)

*Syrbe*, Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. Max,

Altpräsident der Fraunhofer-Gesellschaft

*Werner*, Götz W.,

Interfakultatives Institut für Entrepreneurship (IEP)

**Privatdozenten**

*Braun*, Dr. rer. nat. Heinrich,

SAP AG, Walldorf

*Janzing*, Dr. rer. nat. Dominik,

Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Längle*, Dr.-Ing. Thomas,

Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB)

*Wolff*, Dr. rer. nat. Alexander

Institut für Theoretische Informatik

**Emeritierte Professoren**

*Deussen*, Prof. em. Dr. rer. nat. Peter

*Görke*, Prof. em. Dr.-Ing. Winfried

*Goos*, Prof. em. Dr. rer.nat. Dr. h. c. Gerhard

*Krüger*, Prof. em. Dr. phil. nat. Dr.-Ing. E.h. Dr. h. c. mult. Gerhard

*Lockemann*, Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h.c. Peter

*Menzel*, Prof. em. Dr. phil. nat. Wolfram

*Nagel*, Prof. em. Dr. rer.nat. Hans Hellmut

*Schmid*, Prof. em. Dr.-Ing. Detlef

*Schreiner*, Prof. em. Dr. rer. nat. Adolf

*Schweizer*, Prof. em. Dr.-Ing. Gerhard

*Wettstein*, Prof. em. Dr.-Ing. Horst († 2.9.2006)

**Honorarprofessoren im Ruhestand**

*Abeln*, Dr. rer. nat. Olaf

*Güntsch*, Dr.-Ing. Fritz-Rudolf

*Klimek*, Dr.-Ing. Wolfgang

*Trauboth*, Dr.-Ing. Heinz

## In memoriam Horst Wettstein (1933 - 2006)

Professor Dr.-Ing. Horst Wettstein, emeritierter Ordinarius der Fakultät für Informatik und langjähriger Leiter des Instituts für Betriebs- und Dialogsysteme, wurde am 15. September 1933 in Pforzheim geboren. Er hat im WS 1954/55 an der damaligen TH Karlsruhe das Studium der Elektrotechnik aufgenommen und nach zehn Semestern mit dem Titel eines Diplomingenieurs abgeschlossen.

Durch Vermittlung von Professor Karl Steinbuch schloss sich ein dreizehnmonatiger Forschungsaufenthalt bei IBM in Yorktown Heights an. Er nutzte die Gelegenheit, in der Forschungsgruppe um den Informatik-Pionier Herman H. Goldstine mitzuarbeiten, die sich mit der Entwicklung von strukturierter Systemsoftware beschäftigte. Damit begann eine für Professor Wettstein außerordentlich fruchtbare und prägende Phase. Er erlernte das Programmieren auf einer der damals modernsten Maschinen, der IBM 7090 und arbeitete an der Entwicklung von Systemsoftware mit. Im Mittelpunkt stand das Thema "Automatische Speicherverwaltung" (Automatic Storage Allocation) insbesondere bezüglich der damals dominierenden Magnetbandstationen. Professor Wettstein implementierte einen FORTRAN II Übersetzer (Compiler) für die IBM 7090 und brachte ihn erfolgreich zum Laufen. Dies war Ende 1960, Anfang 1961 noch eine Pioniertat und machte Wettstein zu den Vorreitern des Compilerbaus in Deutschland.

Mit eindrucksvollem Grundlagenwissen ausgestattet kam Horst Wettstein aus den USA zurück und nahm am Institut von Professor Steinbuch die Herausforderung an, die Rechenanlage ER-56 mit einer Assembler-Sprache und einem Betriebssystem für die Stapelverarbeitung auszustatten. Außerdem entwickelte er, dem damals neuesten Trend der Programmierung folgend, einen Algol-Compiler. Mit dem durch seine Entwicklungsarbeit geschaffenen starken Werkzeug der ER-56 im Hintergrund konnte er bei Professor Schübler seine Promotion über das in der Elektrotechnik klassische Thema "Topologische Empfindlichkeitsanalyse linearer Netzwerke" 1966 erfolgreich abschließen.

Eine neue Herausforderung ergab sich durch das von den Professoren Nickel und Kulisch gemeinsam betriebene Projekt, eine Electrologica X8 zu einem Teilnehmersystem (Time Sharing) auszubauen. Zusammen mit seinem damaligen Weggefährten Dr. Manfred Brockhaus nahm Professor Wettstein die Herausforderung an, ein komplexes Softwaresystem zu entwickeln. So entstand Ende der 60er Jahre das System HYDRA, das von der Fachwelt stark beachtet und bewundert wurde. Keine andere deutsche Universität hatte damals vergleichbare eigene Systementwicklungen vorzuweisen. Diese bahnbrechenden Entwicklungen haben wesentlich dazu beigetragen, dass sich in Karlsruhe eine Informatik-Euphorie ausbreitete. Die viel beachtete Pionierarbeit von Wettstein in den sechziger Jahren hat an dieser fruchtbaren Entwicklung der Informatik in Karlsruhe großen Anteil.





1971 wurde Horst Wettstein auf den Lehrstuhl Informatik 4 (Betriebssysteme) berufen. Nun konnte er sich im Rahmen einer eigenen Arbeitsgruppe systematisch mit der Systemprogrammierung und den Betriebssystemen beschäftigen. Seine wissenschaftliche Arbeit war geprägt von dem Willen, die Software so systematisch und strukturiert wie nur möglich zu gestalten. Weitere Forschungsgebiete umfassten neben der prinzipiellen Systemstruktur vor allem hardwarenahe Systemkomponenten, wobei er insbesondere bei der Prozessumschaltung und bei der systematischen Erforschung der Prozesssynchronisation und Interprozesskommunikation wichtige Beiträge lieferte. Seine Denkweise lässt sich noch heute in seinen Lehrbüchern "Systemprogrammierung" (1972, 1980), "Assemblierer und Binder" (1979), "Architektur von Betriebssystemen" (1978, 1984, 1987) und "Systemarchitektur"(1993) nachlesen.

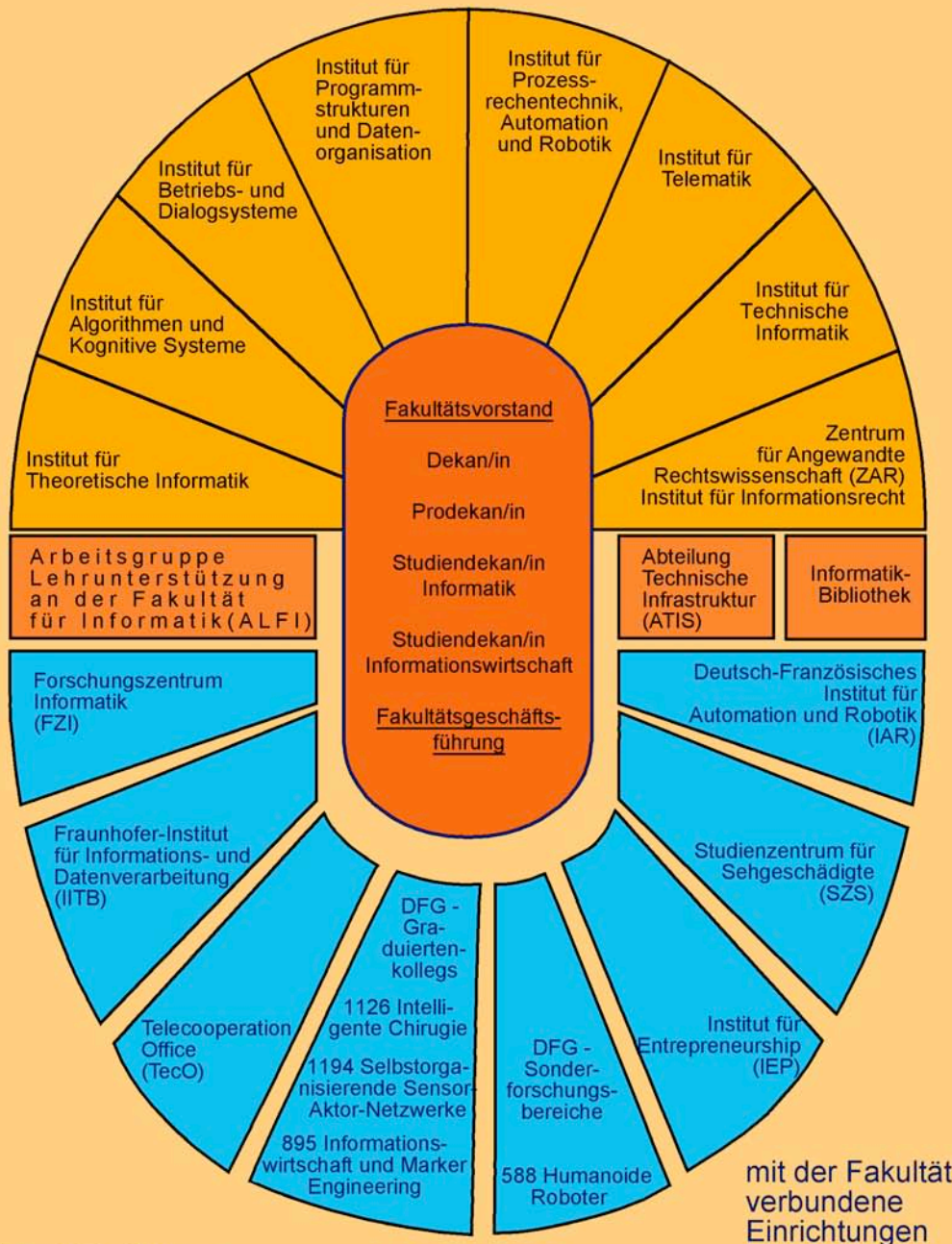
Seine für einen Wissenschaftler ungewöhnliche Software-Produktivität bringen folgende Zahlen zum Ausdruck: Wettstein entwickelte eigenhändig sieben Sprachübersetzer und implementierte neun Betriebssysteme, darunter in neuerer Zeit das System für den CAN-Bus. In Zusammenarbeit mit der Industrie hat sich Professor Wettstein sowohl mit diffizilen Steuerungsproblemen für den Airbag auseinandergesetzt als auch ein hochstabiles Mini-Betriebssystem für ABS-Systeme beigesteuert. Von den zahlreichen Forschungsprojekten, zumeist auf Drittmittelbasis, seien hier nur die wichtigsten erwähnt: das Projekt "Prozeßlenkung mit DV-Anlagen" (PDV) der Bundesregierung und die heterogene Netzwerkinfrastruktur HECTOR (Vorläufer des DACNOS Netzwerkbetriebssystems) in Zusammenarbeit mit IBM Deutschland.

Im Kreise der Fachkollegen war Professor Wettstein stets sehr anerkannt und geschätzt. So wurde er 1979 zum DFG-Fachgutachter gewählt. Die Rufe auf Professuren in Hamburg, Darmstadt und Stuttgart dokumentieren, wie gerne man ihn auch anderswo zum Professor berufen hätte. Er aber blieb der Karlsruher Fakultät für Informatik treu. Ebenso engagiert wie in der Forschung war er auch beim Auf- und Ausbau der jungen Fakultät, leitete ihre Geschicke als ihr Dekan von 1973 bis 1975. In der Anfangszeit betreute Wettstein die zentrale Rechnerabteilung der Informatik, trieb die Rechnerausstattung der Institute mit Arbeitsplatz-Rechnern voran und war federführend tätig, als die Fakultät ein neuartiges integriertes Softwaresystem für sämtliche internen Verwaltungsvorgänge entwickelte - das heute noch eingesetzte System i3v. Auch nach seiner Emeritierung blieb er seiner Berufung als Wissenschaftler und Hochschullehrer treu. So stand er u. a. bei der Entwicklung von Verkehrsleitsystemen mehreren renommierten Industrieunternehmen als Berater zur Seite.

Wir alle haben Professor Wettstein nicht nur als besonnenen und verlässlichen Kollegen und Forschungsgruppenleiter kennen und schätzen gelernt, sondern auch als sehr engagierten Menschen. Ihm ist es oft gelungen, die vielfältigen und manchmal auch gegensätzlichen Interessen der Fakultätsmitglieder zusammenzubringen. Professor Wettstein war ein Ingenieur im besten Sinne des Wortes. Theoretisches Nachdenken und praktisches Umsetzen lagen ihm dabei stets sehr am Herzen.

Professor Wettstein verstarb plötzlich und unerwartet am 2. 9. 2006 kurz vor seinem 73. Geburtstag. Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

# Struktur der Fakultät für Informatik



mit der Fakultät verbundene Einrichtungen

Kooperierende Einrichtungen:

- Rechtswissenschaftliche Fakultät Universität Freiburg
- Carnegie Mellon University Pittsburgh/USA
- Université Louis Pasteur Strasbourg
- Ecole National Supérieur d'Informatique Grenoble
- Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
- Flugtechnische Hochschule Ufa
- Technische Universität Budapest
- Hochschule für Radiotechnik Charkow
- Norwegische Technische Hochschule Trondheim
- Oberschulamt Karlsruhe: Informatikkoope-ration Universität - Schule
- Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
- Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik (IIAI)
- CEC Karlsruhe (SAP AG)

Stand: 31.12.2006

# **Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2006**

**2.1 Rankings - Die Fakultät für Informatik verteidigt ihren herausragenden Ruf in den wichtigsten Hochschulrankings**

Auch im Jahr 2006 behauptete die Karlsruher Fakultät für Informatik ihre Spitzenpositionen in der deutschen Hochschullandschaft. Mit Hilfe von Hochschulrankings werden seit einigen Jahren Qualität und Effizienz von Forschung und Lehre an deutschen Hochschulen und Universitäten auf den Prüfstand gestellt. Die Länge der Studienzeiten ist ein wichtiges Thema in der hochschulpolitischen Diskussion. Hochschulen werden zunehmend daran gemessen, inwieweit es ihnen gelingt, Studierende innerhalb der Regelstudienzeit zu qualifizieren. Dank zahlreicher weiterer Indizes wie technische Ausstattung, Betreuungsrelationen, Drittmittelquoten und Abschlussnoten erlauben die unterschiedlich ausgerichteten Rankings aber ebenso Rückschlüsse auf die Qualität von Forschung und Lehre.

**CHE-Ranking (Mai 2006) im ZEIT-Studienführer 2006/2007**

Seit Jahren sammelt das umfassendste und detaillierteste Ranking deutschsprachiger Universitäten und Fachhochschulen unter Studierenden und Professoren Daten zur Hochschulbewertung. Untersucht wurden im Jahr 2006 die Informatik-Studiengänge in Deutschland sowie erstmals auch in der Schweiz und Österreich. Während im Vorjahres-Ranking der Karlsruher Studiengang Informationswirtschaft seinen Platz in die Spitzengruppe unter den Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften in Deutschland, der Schweiz und Österreichs behaupten konnte, sorgte der Karlsruher Studiengang Informatik in diesem Jahr für vergleichbar beste Ergebnisse: Als einer der wenigen Studiengänge konnte sich die Karlsruher Informatik in vier von fünf gerankten Kategorien in der Spitzengruppe der naturwissenschaftlich-technischen Fakultäten positionieren. In Bezug auf das Gesamturteil Studiensituation, die IT-Infrastruktur, die Forschungsgelder und die Reputation bei Professoren befindet sich die Karlsruher Informatik in der Spitzengruppe, hinsichtlich der Betreuungsrelation im Mittelfeld.

**„Karriere“-Ranking (Ausgabe 06/2006)**

Einen hervorragenden 1. Rang belegte die Fakultät für Informatik im Gesamturteil des „Karriere“-Rankings 2006. Das Hochschulranking des Job- und Wirtschaftsmagazins „karriere“ beruht auf einer Befragung von mehr als 50 000 Studenten, Absolventen sowie Personalverantwortlichen aus 1000 Unternehmen. Karlsruhe verdankt seine Spitzenposition vor allem den sehr guten Bewertungen von Studierenden und Personalverantwortlichen. Fast 95 % der hiesigen Informatik-Studenten würden sich wieder für ihre Uni entscheiden.

## 2.2. Veranstaltungshöhepunkte 2006 Semesterkolloquium und Tag der Informatik

*Am Ende eines jeden Semesters steht in der Fakultät für Informatik traditionell ein besonderes Ereignis an: Das Semesterkolloquium bringt Studierende und Absolventen, Professoren und Mitarbeiter, Gäste aus Politik und Wirtschaft, aus der Region und der deutschen Hochschullandschaft sowie natürlich viele "Ehemalige" zusammen, die sich dafür interessieren, was heute in der Karlsruher Informatik geleistet wird. Während in den vergangenen Jahren jeweils zum Ende des Semesters ein solches Kolloquium stattfand, führte die Fakultät 2005 den Tag der Informatik ein, der zukünftig jeweils im Sommersemester ein wissenschaftliches Kolloquium, die jährlich stattfindende Verabschiedung der Absolventinnen und Absolventen sowie der Promovierten und das Fakultätsfest der Fachschaft unter einem Dach vereint.*

### Das Semesterkolloquium am 13. Februar 2006

Seit dem Ende des vergangenen Sommersemesters, so lautete das Fazit der Dekanin, Frau Professorin Dr. Martina Zitterbart, in ihrem traditionellen Semesterbericht, überstürzen sich die Ereignisse – oder wie der Präsident der DFG im Kontext der Exzellenzinitiative meinte: „Es ist etwas in Bewegung gekommen“. „Diese ganze Eile trifft uns als Fakultät besonders, da wir – wie in den letzten Berichten bereits dargelegt – noch immer einem erheblichen Generationswechsel unterliegen“, blickte die Dekanin zurück. Professorin Zitterbart erinnerte an die Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Peter Deussen, begrüßte Prof. Dr. Ralf Reussner und beglückwünschte die zahlreichen Mitglieder der Fakultät, die im Berichtsjahr renommierte Auszeichnungen und Preise erhalten haben.

Der Aufbau der Informatik-Meile zwischen Kinderklinik und Informatikgebäude komme voran, so die Dekanin, wobei der Bezug des Laborgebäudes auf dem Gelände der ehemaligen Kinderklinik durch Prof. Dr. Jürgen Beyerer, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann und Prof. Dr. Alex Waibel mit einer offiziellen Eröffnungsfeier im Mai unmittelbar bevorstehe.

*Für die beste Dissertation mit dem Titel "Erlernen zweihändiger feinmotorischer Handlungen" wurde Dr.-Ing. Raoul-Daniel Zöllner von Herrn Dr. Jacob Karszt, dem Stellvertretenden Vorsitzenden des FZI-Fördervereins, ausgezeichnet.*



Auch hinsichtlich der inhaltlichen Schwerpunkte der Karlsruher Informatik konnten weitere Akzente gesetzt werden. Wichtige Säulen des übergreifenden Themas „Human-Centered Computing“, für das an der Fakultät geeignete Systeme konzipiert werden, sind die Anthropomatik, die Robotik, Kommunikation und ubiquitäre Systeme und insbesondere Sensor-Aktor-Netze. So stellte die Anthropomatik im Informatik-Kolloquium des Wintersemesters den inhaltlichen Schwerpunkt dar. Es gab eine Reihe von hochinteressanten Vorträgen, die sich vor allem in den Kontext des aktuellen Themas „Humanoide Roboter und deren Schnittstelle zum Menschen sowie deren Lernfähigkeit“ einreihen. Darüber hinaus wird die Anthropomatik-Forschung in Karlsruhe durch das neue EU-Projekt PACO+ gestärkt, das von Prof. Dillmann und Herrn Dr. Asfour koordiniert wird. Inhaltlich geht es dabei um Aktion, Perzeption und Kognition in intelligenten Systemen, wobei humanoide Roboter im Mittelpunkt des Interesses stehen.

Der Start des DFG-Graduiertenkollegs 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“, sowie die zwei im Rahmen von BW-FIT genehmigten Projekte Zeus und SpoVNet belegen, wie die Aktivitäten im Rahmen von Kommunikation und ubiquitären Systemen und insbesondere von Sensor-Aktor-Netzen nachhaltig gestärkt werden konnten.

Ein traditioneller Programm-Höhepunkt des Semester-Kolloquiums stellte die Auszeichnung der besten Lehrveranstaltungen des vorangegangenen Sommersemesters dar:

**Für die besten Pflichtvorlesungen wurden ausgezeichnet:**

Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling: „Öffentliches Recht“

Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm: „Kommunikation und Datenhaltung“

Prof. Dr. iur. Thomas Dreier: „BGB für Fortgeschrittene“

**Als bestbeurteilte Übungen zur Pflichtvorlesung wurden ausgezeichnet:**

Dipl.-Inform. Bertrand Klimmek: „Informatik IV“

Dr.-Ing. Jörg Seyfried: „Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure“

**Als bestbeurteilte Wahlvorlesungen wurden vier Vorlesungen bewertet:**

Dr.-Ing. Christian Mayerl: „Service Engineering & Service Management“

Dr. rer. nat. Thomas Worsch: „Algorithmen in Zellularautomaten“

Dr.-Ing. Matthias Müller: „Software-Qualitätssicherung“

Prof. Dr.-Ing. Frank Bellosa: „Power Management“

**Zur bestbeurteilten Übung zu Wahlvorlesungen wurde gekürt:**

Dipl.-Inform. Andreas Weißel: „Power Management“

Dr. rer. nat. Willi Geiselman: „Signale, Codes und Chiffren“

**Bestbeurteilte Praktika waren:**

„eXtreme Programming“: Dr.-Ing. Matthias Müller, Dipl.-Inform. Guido Malpohl,

Dipl.-Inf. Med. Johannes Link, Dipl.-Inform. (FH) Andreas Höfer

„Mobile Datenbanken und Informationssysteme“: Dipl.-Inform. Philipp Bender, Dipl.-Inform. Michael Klein, Dipl.-Inform. Jutta Mülle, Dipl.-Inform. Philipp Obreiter

Die Preisverleihung des Preises des FZI-Fördervereins für die beste Dissertation stellte traditionell einen weiteren Höhepunkt der Veranstaltung dar. Für die beste Dissertation mit dem Titel "Erlernen zweihändiger feinmotorischer Handlungen" wurde Dr.-Ing. Raoul-Daniel Zöllner von Herrn Dr. Jacob Karszt, dem Stellvertretenden Vorsitzenden des Fördervereins, ausgezeichnet, der ebenfalls die Laudatio vortrug.

Im Rahmen seines Gastvortrags mit dem Titel „Navigation in kooperativen Verkehrssystemen“ gewährte Dr. Michael Ortgiese, Leiter des Geschäftsbereiches Research Development Mobility der PTV AG Karlsruhe, einen Einblick in das spannende Thema Navigation. Ein kleiner Abriss über die Geschichte der Navigation zeigte die verschiedenen Stationen der Entwicklung auf. 1984 wurde das erste kommerzielle Navigationssystem in den USA produziert. Zunächst wurde nur das Luxussegment bedient, die Etablierung der Navigation auf dem Nachrüstmarkt erfolgte 1996. Seit 2003 zählen mobile Navigationshilfen zu den Massenprodukten.

Neben Zielführung, Orientierung, Verkehrslage und Fahrer-Unterstützung führte Dr. Ortgiese als weitere Segmente den Nachrüstmarkt sowie die Mobile PDA Navigation (Portable Lösung für die Navigation) auf, deren konsequente Weiterentwicklung das PNA (Personell Navigation Assistent) ist. In der Zukunft, so Dr. Ortgiese, werden eine Nutzung der Fahrzeuginfrastruktur und die Car-to-car-communication möglich sein. Auch Co-operative Systems, wie Comovis, gewinnen an Bedeutung. In diesem Zusammenhang präsentierte der Gastredner die verschiedenen Forschungsprojekte der PTV AG.

Abschließend betonte Frau Prof. Zitterbart, dass die Fakultät mit diesem Vortrag eine neue Reihe starte, in der jeweils zum Semesterkolloquium Vertreter der regionalen Industrie zu Vorträgen eingeladen werden. "Zum einen möchten wir Ihnen damit die hochinteressanten Themen der regionalen Industrie etwas näher bringen. Zum anderen möchten wir auch aufzeigen, welches Potenzial die Informatik für die technologieorientierten Unternehmen der Region bietet", so die Dekanin.



*Dr. Michael Ortgiese, Leiter des Geschäftsbereiches Research Development Mobility der PTV AG Karlsruhe, gab mit seinem anschaulichen Vortrag im Rahmen des Semesterkolloquiums einen Einblick in das spannende Thema der Navigation.*

## Der Tag der Informatik am 20.07.2006

Bereits zum zweiten Mal fand der Tag der Informatik in diesem großen Rahmen statt, zu dem Frau Prof. Dr. Martina Zitterbart die zahlreich erschienenen Absolventen mit ihren Familien sowie Gäste aus Politik, Hochschule und Wirtschaft begrüßte. Den ersten Teil des umfangreichen Programms bestritt das Institut für Technische Informatik (ITEC), das zum wissenschaftlichen Kolloquium zum Thema "Interaktive, adaptive Systeme" eingeladen hatte. Im Anschluss an den Gastvortrag von Prof. Dr. h. c. mult. Manfred Glesner von der Technischen Universität Darmstadt zum Thema "Surfing on Moores Law: What is the Future of Microelectronics?" präsentierten die Professoren Henkel, Beyerer, Dillmann, Hanebeck und Karl die Forschungsinhalte sowie ausgewählte Projekte ihrer Lehrstühle unter dem Dach des Instituts für Technische Informatik.

Die Akademische Feier begann mit den Grußworten von Vertretern der Universität Karlsruhe, der Stadt und des SAP Research Centers. Prof. Dr. Detlef Löhe, Prorektor der Universität Karlsruhe (TH), machte deutlich, dass sich die hervorragende Lehre der Fakultät auf Augenhöhe mit den Spitzenleistungen in der Forschung befände, wie es zuletzt im Ranking des Magazins „Karriere aktuell“ bestätigt wurde. Die Karlsruher Informatik nehme hier mit ihrem überzeugenden Konzept den ersten Platz ein. Das neue Zukunftskonzept, in dem Universität und Forschungszentrum zum neu gegründeten KIT verschmelzen, so die Ausführungen des Prorektors, sei von der Bundeskanzlerin Angela Merkel, Ministerpräsident Oettinger und Oberbürgermeister Fenrich als richtungsweisend für die Forschungslandschaft in Deutschland bezeichnet worden. Aktivitäten dieser Art könnten aber nicht von oben verordnet werden sondern müssten von unten gebildet werden. Insbesondere an der Fakultät für Informatik herrsche ständig Bewegung, nicht zuletzt durch die engagierten Studenten, die das akademische Leben mitgestalteten.



*Prof. Dr. Detlef Löhe, Prorektor der Universität Karlsruhe (TH), wünschte sich, aber auch der Fakultät für Informatik und deren Absolventen, dass diese auch nach Abschluss ihres Studiums den Kontakt zur Fakultät wie auch zur Universität aufrechterhalten und hin und wieder mit guten Erinnerungen an die Fridericana zurückkehren werden.*



Ullrich Eidenmüller, Bürgermeister der Stadt Karlsruhe, gratulierte den Absolventen, die eine gute Studienwahl getroffen hätten, zu ihrem Abschluss. Die Fridericiana könne sich stolz im Reigen der Universitäten in Europa sehen lassen und stehe in Lehre, Forschung und Wissenschaft an der Spitze. Zum bisher Erreichten sei die Universität zu beglückwünschen und zugleich als Botschafter für die Stadt in die Pflicht zu nehmen. Ullrich Eidenmüller dankte der SAP sowie allen weiteren Sponsoren.

Als letzter Gastredner beschrieb Dr. Orestis Terzidis, Leiter des SAP Research Center CEC Karlsruhe, die vier Bereiche des Innovationsprozesses. Diese seien Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Produktentwicklung und Vermarktung. Hier kooperierten je eigene Wertesysteme, Anreize und Communities. Für die Übergänge zwischen den Bereichen müssten Formate gefunden werden, die der wissenschaftlichen Qualität und der kommerziellen Nutzung sowie der Rückkopplung von Märkten an die Forschung zugute kommen. Die Zusammenarbeit mit der Universität werde sehr geschätzt, was auch durch die zahlreichen Kooperationen zum Ausdruck gebracht werde. Dr. Orestis Terzidis gratulierte den Absolventen zu ihrem Abschluss und gab ihnen gute Wünsche mit auf den Weg in einen neuen Lebensabschnitt.

In ihrem Semesterbericht ging die Dekanin auf die aktuellen Entwicklungen im akademischen Jahr 2005/2006 ein. Neben den andauernden personellen Neuorientierungen der Fakultät, dem Start des DFG-Graduiertenkollegs "Sensor-Aktor-Netzwerke", der offiziellen Einweihung des Laborgebäudes der ehemaligen Kinderklinik durch eine Festveranstaltung der beteiligten Lehrstühle und dem Informatik-Kolloquium zum Thema "Algorithmen-Engineering" standen die Aktivitäten der Fakultät im Rahmen des Informatikjahres im Mittelpunkt ihres Berichtes.

Prof. Zitterbart erinnerte an die Nacht der Informatik, die nur eine Woche zuvor stattfand und viele Bürger auf den Karlsruher Friedrichsplatz zog. Zahlreiche Informatikinsti-

*Die Professoren des Instituts für Technische Informatik (ITEC) nach dem wissenschaftlichen Kolloquium über "Interaktive, adaptive Systeme" im Gespräch mit Gastredner Prof. Dr. Manfred Glesner (im Bild rechts) von der Universität Darmstadt.*



tute der Universität und der TechnologieRegion Karlsruhe hatten sich des Themas "Mobilität und Informatik" angenommen und auf sehr anschauliche Weise dem Publikum vermittelt, welche Bedeutung die Informatik im alltäglichen Leben hat. Mitmachspiele und eine SWR3-DanceNight rundeten das vielseitige Programm ab. Auch die Veranstaltungsreihe "Uni im Rathaus", in deren Rahmen die Fakultät für Informatik sich im Juni 2006 einem breiten Publikum vorstellte, sei ein großer Erfolg gewesen, so die Dekanin. Mit Vorträgen und faszinierenden Exponaten gelang es den Mitarbeitern der Fakultät, den interessierten Karlsruhern die vielfältigen Informatikanwendungen zu demonstrieren.

Die Auszeichnung der besten Lehrveranstaltungen bildete einen weiteren Höhepunkt des Programms am Tag der Informatik 2006:

**Zu den bestbeurteilten Pflicht- bzw. Wahlpflichtvorlesungen wurden gewählt:**

Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling: „Öffentliches Wirtschaftsrecht“

Dr. rer. nat. Willi Geiselmann: „Public Key Kryptographie (für Informationswirte)“

**Bestbeurteilte Übungen zu einer Pflicht- bzw. Wahlpflichtvorlesung waren:**

Dr. rer. nat. Willi Geiselmann: „Public Key Kryptographie (für Informationswirte)“

Dr.-Ing. Jörg Seyfried: „Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure II“

**Zu den bestbeurteilten Wahlvorlesungen gehören:**

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer: „Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung“

Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck: „Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken“

Dr.rer.nat. Thomas D. Worsch: „Randomisierte Algorithmen“

**Die bestbeurteilte Übung zu einer Wahlvorlesung war:**

Dipl.-Ing. Florian Weißel: „Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken“

**Das bestbeurteilte Praktikum boten an:**

Prof. Dr. U. D. Hanebeck, Dipl.-Inform. Kathrin Roberts, Dipl.-Ing. Frank Timmer: „Intelligente Sensor-Aktor-Systeme“



*Den Absolventenpreis für den besten Studienabschluss erhielt Dipl.-Inform. Martin Nöllenburg. Der von der Klaus Tschira Stiftung gestiftete Preis wurde von Frau Prof. Dr. Dorothea Wagner, Mitglied der Preiskommision, überreicht.*

Die Verabschiedung der Absolventen sowie die Auszeichnung der besten Absolventen und Studienleistungen im Vordiplom zählt für viele zu den emotionalen Highlights der akademischen Feier. Immer größer wird die Schar derer, die sich im Kreise ihrer Familie noch einmal in den Hörsaal begeben, in dem sie einst ihre Einführungsvorlesungen hörten, um sich nun vor 500 Gästen ihre Urkunden aushändigen zu lassen und sich so von der Uni verabschieden. Zugleich standen aber auch noch drei Preisverleihungen aus: Die Preise der Jubiläumsstaatsstiftung 2005/2006 wurden an Sebastian Reichelt, Steffen Lang und Stefan Bach verliehen. Mit dem FZI-Preis des FZI-Fördervereins wurden Frau Dipl.-Inform. Lena Maier-Hein und Herr Dipl.-Inform. Andreas Merkel für die besten Diplomarbeiten ausgezeichnet. Der Tschira-Preis für den besten Studienabschluss im Akademischen Jahr 2005/2006 ging an Dipl.-Inform. Martin Nöllenburg.



*Andreas Merkel (links im Bild) erhielt den FZI-Preis für seine Diplomarbeit "Balancing Power Consumption in Multiprocessor Systems".*



*Für ihre Diplomarbeit "Speech Recognition Using Surface Electromyography" wurde auch Lena Maier-Hein mit einem FZI-Preis ausgezeichnet.*

## Kick Off des DFG-Graduiertenkollegs 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“ am 19. Mai 2006

Zu Beginn des Jahres 2006 startete an der Universität Karlsruhe (TH) das Graduiertenkolleg 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke,“ das im Rahmen einer feierlichen Veranstaltung am 19. Mai 2006 im Audimax am Forum offiziell eröffnet wurde. Im Rahmen des Graduiertenkollegs 1194 der Fakultät für Informatik sowie der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der Universität Karlsruhe (TH) werden mit Hilfe einer fächerübergreifenden Herangehensweise grundlegende Fragestellungen untersucht wie die Architektur von Sensor-Aktor-Netzwerken, deren effizienter Betrieb und die gemeinsame Entwicklung systematischer Vorgehens- und Referenzmodelle.

Sensor-Aktor-Netzwerke gehören zu den spannendsten und vielversprechendsten Entwicklungen, die das Jahr der Informatik einer breiten Öffentlichkeit präsentierte. Sie bestehen aus einer Vielzahl sehr kleiner, drahtlos vernetzter Einheiten, welche die Umwelt beobachten sowie räumlich verteilte Ereignisse vermessen oder überwachen und auch beeinflussen können. So sind in den Beton von Brücken oder Gebäuden eingegossene Sensor-Aktor-Netzwerke in der Lage, frühzeitig Risse festzustellen und Alarm zu schlagen.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) stellt zunächst bis 2010 vier Millionen Euro für das Graduiertenkolleg zur Verfügung, in dem Experten der Fakultät für Informatik und der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik eng zusammenarbeiten. Dies ermögliche es, so Professor Dr. Uwe Hanebeck, der Sprecher des Graduiertenkollegs, „stark verzahnte Lösungen für bisher isoliert betrachtete Probleme zu erarbeiten“.

In ihrem Grußwort zur feierlichen Eröffnung ging Professorin Martina Zitterbart auf die vielfältigen Anwendungsbereiche des Forschungsbereiches ein und ordnete das Thema Sensor-Aktor-Netzwerke als einen wesentlichen Bestandteil des Human Centered Compu-



*Gut gelaunt starteten die elf Mitarbeiter beim offiziellen Kick-Off das DFG-Graduiertenkolleg 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“.*

ting in das Forschungsspektrum der Fakultät für Informatik ein. Das Graduiertenkolleg finde an der Universität Karlsruhe ein gutes Umfeld für seine Forschung, so die Dekanin, und verspricht als fächerübergreifendes Projekt viele spannende Ergebnisse. Auch Bürgermeister Manfred Groh ließ es sich nicht nehmen, anlässlich der Feierstunde die Grüße der Technologieregion Karlsruhe zu überbringen und auf die zahlreichen Innovationsimpulse aus der Region hinzuweisen, die sich auf der Basis von anwendungsnaher Forschung zu einem bundesweiten Beispiel für erfolgreichen Technologietransfer entwickelt habe.

Bei der feierlichen Eröffnung stellten die Mitglieder und die Graduierten ihre Teilprojekte vor. Während eines wissenschaftlichen Kolloquiums hielten drei renommierte internationale Experten Vorträge zum Thema: Dr. Alberto Elfes vom Jet Propulsion Laboratory (NASA) sprach über „Planetary Exploration Using Autonomous Robots and Sensor Webs“, Dr. Nageswara Rao vom Oak Ridge National Laboratory (ORNL) gab einen Überblick zu „Information Processing in Sensor-Actuator-Networks: Sensor Fusion and Classification“ und Professor Dr. Friedemann Mattern von der ETH Zürich entwickelte eine Zukunftsvision mit dem Titel „Von den Sensornetzen zum Internet der Dinge“. Darüber hinaus vermittelte eine Poster-Präsentation dem Publikum tiefere Einblicke in das neue Forschungsgebiet.

2



*Dr. Alberto Elfes (links) und Prof. Dr. Friedemann Mattern gewährten den Zuhörern interessante Einblicke und richtungsweisende Ausblicke in das riesige Spektrum des neuen Forschungsgebietes.*

## Einweihung des Laborgebäudes am Adenauerring am 24. Mai 2006

Die „Informatik-Meile“ wächst weiter. Die Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe ist dem Ziel, ihre Institute auch räumlich miteinander zu verbinden, ein gutes Stück näher gerückt: Der Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme (IES) von Professor Dr. Jürgen Beyerer, der Lehrstuhl für Industrielle Anwendungen der Informatik und Mikrosystemtechnik (IAIM) von Professor Dr. Rüdiger Dillmann und das International Center for Advanced Communication Technologies (interACT) unter der Leitung von Professor Dr. Alex Waibel sind in das Laborgebäude am Adenauerring 4 (Gebäude 50.21) auf dem Gelände der ehemaligen Kinderklinik eingezogen. Die feierliche Einweihung des ehemaligen Laborgebäudes fand in einer Festveranstaltung am 24. Mai 2006 im Altbau der ehemaligen Kinderklinik statt.

Auch wenn die Informatik-Meile noch recht lang sei und noch einige Lücken aufzuweisen habe, betonte Rektor Professor Dr. Horst Hippler in seiner kurzen Eröffnungsrede, sei sie doch eine Vision, der man mit der Gebäudeeinweihung einen Schritt näher gekommen sei. Der Rektor überreichte den in den Adenauerring eingezogenen Professoren Beyerer, Dillmann und Waibel im Namen der Stadt Karlsruhe ein Bild und dankte allen Beteiligten für die enge Zusammenarbeit und ihr finanzielles Engagement.



*Im Anschluss an seine Ansprache übergab Rektor Hippler im Beisein von Bürgermeister Groh ein Geschenk der Stadt Karlsruhe an die Nutzer des umgebauten Gebäudes am Adenauerring.*

In ihrem Grußwort ging Frau Professorin Martina Zitterbart, Dekanin der Fakultät für Informatik, auf die Bedeutung der räumlichen Nähe der verschiedenen Informatikeinrichtungen ein, deren Zusammenarbeit vor allem hinsichtlich solcher institutsübergreifender Projekte wie dem Sonderforschungsbereich 588 „Humanoide Roboter“ profitieren werde. Auch sie dankte den drei Nutzern für das finanzielle Wagnis, das sie für die Vision auf sich genommen haben, „gerade weil der Bezug eines neuen Gebäudes heutzutage kein Selbstläufer mehr ist“, so die Dekanin.

Mit einem herzlichen Dankeschön an Universität, Fakultät, Architekten und Bauamt starteten die drei Lehrstuhlinhaber ihre Vorstellung der Informatiklehrstühle im Laborgebäude zunächst mit überblicksartigen Vorträgen, die durch praktische Demonstrationen beim anschließenden Rundgang durch das Laborgebäude ergänzt wurden.

Im Forschungsbereich von Professor Dr. Jürgen Beyerer beschäftigen sich Wissenschaftler mit aktuellen Fragestellungen der echtzeitfähigen Signal- und Informationsverarbeitung. Dabei steht die Forschung zur industriellen Qualitätsprüfung und Automatisierungstechnik im Mittelpunkt. Mobile Serviceroboter, maschinelles Lernen und die Robotik in der Medizin sind die zentralen Themen des Lehrstuhls von Professor Dr. Rüdiger Dillmann. Mit zahlreichen Industrie- und Forschungsprojekten hat sich der Lehrstuhl in den vergangenen Jahren ein breites Themenspektrum erschlossen. Zu den Forschungsschwerpunkten des International Center for Advanced Communication Technologies gehören Spracherkennung und -übersetzung, Handschriftenerkennung und multimodale Benutzerschnittstellen. Das International Center ist ein gemeinsames Projekt der Universität Karlsruhe und der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA.

2



*Symbolische Eröffnung des neuen Gebäudes am Adenauerring 4.*

*Nach aufwändigen Finanzierungs- und Umbaumaßnahmen konnten die Professoren Waibel, Beyerer und Dillmann (von links) im Mai 2006 den Einzug ins Laborgebäude feiern.*



## **“Universität im Rathaus”: Die Fakultät für Informatik stellte sich am 13. Juni 2006 interessierten Karlsruher Bürgern vor**

Im Wissenschaftsjahr 2006 drehte sich bekanntermaßen alles um die Informatik – passend zu diesem Anlass präsentierte sich die Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe am 13. Juni 2006, in der Reihe „Universität im Rathaus“. „Eine schöne Tradition“ nannte Oberbürgermeister Heinz Fenrich in seiner Begrüßung die Veranstaltungsreihe, in der sich die Karlsruher Informatik unter dem Motto „Human Centered Computing – Informationstechnologien im Dienste des Menschen“ vorstellte. Trotz der Konkurrenz durch Sommerhitze und Fußball-WM informierten sich etwa 80 Karlsruher Bürgerinnen und Bürger über die Neuigkeiten aus der Universität.

Die Dekanin der Fakultät für Informatik, Professorin Dr. Martina Zitterbart, stellte die Fakultät, ihre Forschungsbereiche sowie ihre internationalen und interdisziplinären Forschungsprojekte vor. Die von ihr genannten Zahlen sprechen für sich: über 2400 Studierende, 500 Studierende der Informationswirtschaft und mehr als 50 erfolgreiche Firmengründungen sind die Bilanz der Fakultät bislang. „Bei Rankings sind wir konstant auf den Spitzenplätzen“, außerdem „kooperieren wir stark mit der Industrie“, resümierte die Dekanin.

Anschließend zeigten die Vertreter verschiedener Institute, welche Aufgaben Informationstechnologien in unserem Alltag künftig erfüllen können: Von Fahrzeugen, die miteinander kommunizieren, um Unfälle zu vermeiden über die sichere Routenplanung bis hin zu Robotern, die sich in Alltagssituationen bewähren. Professor Dr. Hannes Hartenstein arbeitet daran, die Verkehrssicherheit zu erhöhen. „Die große Mehrheit der Unfälle im



*Prof. Dr. Hannes Hartenstein gab im Rathaus einen Einblick in sein zukunftsweisendes Forschungsgebiet der “Drahtlos kommunizierenden Autos”.*



Straßenverkehr lässt sich durch bessere lokale Informationsbereitstellung vermeiden“, sagt Hartenstein. Gemeinsam mit der Industrie entwickelt er Fahrzeuge, die untereinander kommunizieren und beispielsweise den Abstand zu den Fahrzeugen in direkter Nähe messen. So ließen sich Unfälle bei dichtem Nebel verhindern.

Navigationssysteme und Routenplanung im Internet sind für viele Menschen Normalität geworden. Jedoch sind die heutigen Verfahren relativ langsam, erfordern zusätzlich viel manuelle Arbeit und liefern häufig nicht die beste Lösung. Professor Dr. Peter Sanders hat mit seinem Team ein Verfahren entwickelt, das die Nutzung optimiert.

Humanoide Roboter mit kognitiven Eigenschaften präsentierte Professor Dr. Rüdiger Dillmann. Seine Roboter sollen im Alltag, als Helfer im Haushalt, eingesetzt werden. Er und sein Team leiten den Sonderforschungsbereich „Humanoide Roboter“ und arbeiten, etwa bei der Entwicklung einer einzigartigen Roboterhand, eng mit dem Forschungszentrum Karlsruhe zusammen. Die Laufmaschine „Lauron“, ein sechsbeiniger Roboter, der bei der Suche nach Verschütteten helfen kann, beeindruckte die Gäste bei der anschließenden Ausstellung im Foyer.

Sprachbarrieren zwischen den verschiedenen Kulturen baut Professor Dr. Alex Waibel mit seinen verschiedenen Übersetzungssystemen ab. Er präsentierte unter anderem simultane Sprachübersetzungen auf PDAs. Praktische Anwendung finden die Geräte gerade in Südamerika, wo sie bei humanitären Einsätzen die Kommunikation zwischen Helfern und der einheimischen Bevölkerung vereinfachen. Waibel und sein Team können aber auch chinesische Schriftzeichen mithilfe einer Kamera, die auf einem PDA installiert ist, übersetzen oder lautlose Sprache in gesprochene Sprache umwandeln.

Das Publikum zweifelte wohl nicht an den Worten des Rektors der Universität Karlsruhe, Professor Dr. Horst Hippler: „Die Informatik ist eine Stärke der Fridericiana“. Im oberen Foyer des Rathauses präsentierte die Fakultät für Informatik vom 6. bis 13. Juni außerdem eine Ausstellung, in der unter anderem das Modell des Virtuellen Kraftwerks des Instituts für Telematik zu sehen war, das auf der CeBIT 2006 erstmals öffentlich gezeigt wurde.

*Karlsruhes Oberbürgermeister Heinz Fenrich ließ sich im Anschluss an die Vorträge das Modell des Virtuellen Kraftwerks erklären, das eine Woche lang im Rathaus zu besichtigen war.*



## „Nacht der Informatik“ am 14. Juli 2006 in Karlsruhe

Zu einer bundesweiten „Nacht der Informatik“ am 14. Juli luden die Informatik-Fakultäten im gesamten Bundesgebiet ein. Anlässlich des Informatikjahres 2006 sollte die Informatikforschung an den Hochschulen und Forschungsinstituten einer breiten Öffentlichkeit präsentiert werden. Die „Nacht der Informatik“ in Karlsruhe stand auf dem zentral gelegenen Friedrichsplatz ab 18 Uhr ganz im Zeichen des Themas „Mobilität und Informatik“.

Zusammen mit Partnern aus der Wissenschafts- und TechnologieRegion Karlsruhe präsentierte die Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) einen bunten Mix aus Projektdemos, Spielen, Wissenschaft zum Anfassen, Informationsständen und SWR3-Showbühne. Dabei wurde die ganze Themenpalette der Informatikforschung, von der Bioinformatik und Computergraphik über die Künstliche Intelligenz und Robotik bis hin zur Softwaretechnik und Kryptographie, dargestellt.

Von 18 bis 21 Uhr fanden rund um Bühne und Pavillons auf dem Friedrichsplatz Expertengespräche, Präsentationen von Informatikprodukten aus dem Alltag, Gewinnspiele und Musik statt. Mit mobilen Endgeräten (vor allem mit Handys, PDA's und Laptops) wurden mobile Spiel-, Rate- und Unterhaltungsszenarien angeboten, um auf unterhaltsame Weise zu vermitteln, was Informatik heute leisten kann. Nicht zuletzt hat sich die TechnologieRegion Karlsruhe auf diese Weise als ein Kommunikationsraum mit hohem Vernetzungsgrad in technischer und sozialer Hinsicht präsentiert. Moderiert und organisiert wurden diese Spiele über eine SWR3-Showbühne mit den Moderatoren Oliver Reuther und Stefan Scheurer, die durch ein spannendes Abend-Programm führten. Nach 21:00 begann

eine SWR3 Dance Night, die bis zum Ende der Veranstaltung gegen 1:00 Uhr nachts vor allem junges Publikum in die Innenstadt lockte.

Eng verbunden mit der „Nacht der Informatik“ fand der „Tag des Technologietransfers“ in der IHK statt, bei dem zwischen 13 und 18 Uhr vor allem die regionalen Einrichtungen für den Forschungs- und Entwicklungstransfer im Mittelpunkt des Interesses standen, bevor sich die „Nacht der Informatik“ als öffentliche Veranstaltung mit freiem Eintritt gleich vor der Haustür anschloss.



*Prof. Walter Tichy (IPD) präsentierte sein „vierbeiniges Informatikpaket“.*

## **Informatikwoche „Dank Informatik aus Karlsruhe“ im Rathaus vom 13.-21. Oktober 2006**

Anlässlich des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgeschriebenen Wissenschaftsjahrs 2006 - Informatikjahr -, das unter dem Motto „Dank Informatik“ stand, fanden an verschiedenen Veranstaltungsorten in Karlsruhe zahlreiche Veranstaltungen statt. So organisierten die Stadtverwaltung Karlsruhe und das ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe mit Unterstützung des Stadtmarketing Karlsruhe vom 13.-21. Oktober 2006 das Ereignis „Dank Informatik aus Karlsruhe“: Ämter der Stadtverwaltung und städtische Gesellschaften sowie ortsansässige Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen stellten ihre innovativen Projekte vor. Die Ausstellung im Rathaus am Marktplatz wurde begleitet von einem vielseitigen Programm mit Demonstrationen, Führungen, Vorträgen, Konzerten und Aktionen zum Mitmachen.

Ausstellungsexponate der Universität Karlsruhe (TH) waren u. a. das Modell des Virtuellen Kraftwerks, einem Anwendungsszenario des Forschungsprojekts SESAM – Selbstorganisation und Spontaneität in liberalisierten und harmonisierten Märkten. Am ausgestellten „SESAM-Dorf“ ließ sich unter anderem studieren, wie sich dezentrale Stromerzeugungsanlagen einsetzen lassen, um Fluktuationen bei Erzeugung und Verbrauch auszugleichen. Beobachter konnten das Verhalten des Systems interaktiv beeinflussen und Stromerzeugung, Stromverbrauch oder Kosten pro kWh auf Bildschirmen verfolgen.

Ein Demonstrator des Instituts für Theoretische Informatik visualisierte ein neu entwickeltes Verfahren für die Routenplanung: In 15 Minuten Vorberechnungszeit klassifiziert es die rund 22 000 000 westeuropäischen Straßen nach Wichtigkeit. Anhand dieser zusätzlichen Daten lässt sich die optimale Route schnell und fehlerfrei berechnen – ein PC braucht dazu eine Tausendstelsekunde.

Auch eine „Roboterhand mit Feingefühl“ des Instituts für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik (IPR) an der Universität Karlsruhe, zusammen entwickelt mit der Firma Schunk in Lauffen, wurde im Rahmen der Informatikwoche im Rathaus ausgestellt. Sie ist die weltweit erste industrietaugliche Mehrfingerhand, die, montiert an einen kleinen Roboter, verschiedene Gegenstände handhabt und die jeweils auftretenden Kontaktkräfte auf einem Monitor visualisiert.

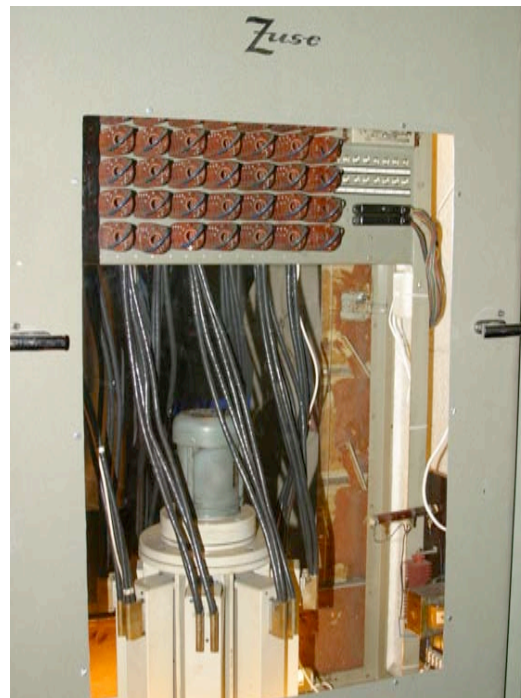
Auch die Unterhaltung kam „Dank Informatik“ nicht zu kurz. So initiierte der HfG-Student Oliver Karl Boeg mit der Branddirektion ein Spiel zweier Feuerwehrmannschaften, die mit Wasserstrahlen einen Feuerball ins gegnerische Tor bugsieren mussten. Die Künstlergruppe PONG errichtete auf dem Marktplatz eine interaktive Installation und im Rathaus zeigten die Künstler Andreas Siefert und Dominik Rinnhofer einen stilisierten Stadtplan Karlsruhes als Projektionsfläche für Daten aus dem Internet. Im Zentrum aller Darbietungen stand die Einbeziehung des Publikums, das so die Informatik anschaulich erleben und mitgestalten konnte.

## **Symposium "Informatikrevolution zwischen Alltag und Zukunft" vom 16./17. November 2006 in ZKM und Fakultät für Informatik**

Im Rahmen des Informatikjahres veranstalteten das ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe und die Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe am 16. und 17. November 2006 ein Symposium mit dem Titel „Informatikrevolution zwischen Alltag und Zukunft“. Vielseitig und ebenso spannend wurde die Informatik in ihren unterschiedlichsten Facetten aus historischer, gegenwärtiger und zukünftiger Perspektive durch Vorträge, Präsentationen und Filme beleuchtet.

Der erste Veranstaltungstag, der ab 16:00 Uhr in den Räumen des ZKM stattfand, war der historischen Perspektive der Informatik gewidmet. Es wurde der Geschichte der Informatik nachgegangen und dabei ein besonderer Fokus auf die Errungenschaften des Standorts Karlsruhe gerichtet. Ein Highlight am Abend dieses ersten Tages waren der Film über Kurt Gödel und der Vortrag von Prof. Dr. Horst Zuse über das unermüdliche Schaffen seines Vaters Konrad Zuse. Darüber hinaus gab es für die Gäste eine Präsentation der legendären ZUSE Z22, des berühmten Röhrenrechners von Konrad Zuse, der im ZKM | Medienmuseum aufgebaut ist.

Am zweiten Veranstaltungstag in der Fakultät für Informatik standen Informatikanwendungen und -produkte im Vordergrund. So wurden neueste Entwicklungen in den Bereichen GPS und Mobil-Telefonie vorgestellt und diskutiert, die heute und in Zukunft unseren Alltag (mit)bestimmen werden. Ein weiterer Schwerpunkt lag zudem auf den künstlerischen Anwendungen der Informatik, von denen einige an diesem Tag präsentiert wurden.



*Prof. Dr. Horst Zuse während seines Vortrags im ZKM / Medientheater und die legendäre "Zuse Z22" seines Vaters Konrad Zuse.*

### 2.3 Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium

Das Projekt "Schüler studieren Informatik an der Uni Karlsruhe" erfreute sich auch im WS 06/07 und SS 07 großer Beliebtheit. Trotz schulischer Belastung, einige der Teilnehmer legten parallel zum Studium noch das Abitur ab, waren die Schüler hochmotiviert bei der Sache. Projektleiter Michael Pohlig, Studiendirektor am Wilhelm-Hausenstein-Gymnasium in Durmersheim, freute sich mit den Studenten über ihr gutes Abschneiden bei der Info1-Klausur und hofft auf ein ähnlich gutes Ergebnis am Ende des 2. Semesters. Für die nächste Runde, es wird die 10. sein, haben sich 16 Schüler und eine Schülerin beworben. Michael Pohlig und Regierungsschuldirektor Wolfgang Buhmann vom Regierungspräsidium Karlsruhe hätten sich für die Jubiläumsrunde gerne einen höheren "Frauenanteil" gewünscht. So bleibt es auch im kommenden Jahr bei einem "Gruppenbild mit Dame".

Die Attraktivität des Projektes, das ohne die aktive Unterstützung durch die Fakultät für Informatik nicht denkbar wäre, zeigt sich auch darin, dass manchen Teilnehmern der Weg von der heimischen Schule an die Uni nicht zu weit ist. Drei Mal in der Woche werden sie z. B. in Baden-Baden oder Pforzheim eilig ihre Schule verlassen, um rechtzeitig zur Vorlesung an der Uni zu sein. Initiatoren und Betreuer des Projekts bedanken sich bei der Fakultät Informatik an der Uni Karlsruhe für das große Entgegenkommen und für die aktive Unterstützung der heranwachsenden "Informatiker-Elite".

## 2.4 Verabschiedungen

### Festkolloquium anlässlich der Emeritierung von Professor Gerhard Goos

Zu einem Festkolloquium aus Anlass der Emeritierung von Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Gerhard Goos hatte das Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation am 10. November 2006 zahlreiche Gäste aus Wissenschaft, Wirtschaft und der TechnologieRegion Karlsruhe in den Tullahörsaal eingeladen, um Professor Goos in den offiziellen Ruhestand zu verabschieden.

Bereits in seiner Begrüßung ließ es sich der Dekan, Prof. Dr. Roland Vollmar, nicht nehmen, auf zahlreiche Gemeinsamkeiten mit Prof. Goos einzugehen, die sich im Laufe der langjährigen Zusammenarbeit an der Fakultät für Informatik herausgestellt hatten und die beiden Wissenschaftler miteinander verbanden. In der mit vielen persönlichen Erinnerungen und amüsanten Anekdoten gespickten Laudatio ging Prof. em. Dr. Dr. h.c. Peter Lockemann auf die Verdienste des Emeritus in den Gründerzeiten der Fakultät für Informatik in Karlsruhe ein. So erinnerte er an den einst äußerst unkonventionellen Weg des BMBF, das bei der Karlsruher Fakultät für Mathematik anrief und fragte, ob sie zur Gründung der Informatik sechs Lehrstühle haben möchte. Bereits 14 Tage vor seinem Stellenantritt in Karlsruhe wurde Professor Goos zum Vorsitzenden der Berufungskommission ernannt, die innerhalb von drei Jahren sechs Lehrstühle besetzen sollte. Als erster Institutsleiter der Karlsruher Informatik war Goos, wie er im Laufe der Festveranstaltung selbst einräumte, "heilfroh, als die Fakultät dann schließlich gegründet war" und er sich wieder seinem wissenschaftlichen Forschungsschwerpunkt, dem Übersetzerbau, zuwenden konnte. Im Bereich der Übersetzertechnologie entwarf Gerhard Goos u. a. attributierte Grammatiken und den ersten europäischen ADA-83 Compiler.

Nach seiner Aufbauarbeit an der Universität Karlsruhe gehörte Professor Goos 1985 zu den Initiatoren des Forschungszentrums (FZI) Karlsruhe, wo er als Direktor des



*Laudatio mit vielen persönlichen Erinnerungen: Prof. em. Dr. Dr. h. c. Peter Lockemann.*



Forschungsbereiches “Software Engineering” tätig war. Zwischenzeitlich verließ Goos die Karlsruher Informatik, um von 1986 bis 1991 als technisch-wissenschaftliches Vorstandsmitglied bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) zu wirken. Als nur eines von vielen Beispielen für das beachtliche gesellschaftliche Engagement von Gerhard Goos führte Professor Lockemann in seiner Laudatio dessen Arbeit im Board of Trustees des International Computer Science Institute in Berkeley, Kalifornien an, in dem er seit 1987 sowohl den Technologietransfer als auch den Wissenschaftleraustausch zwischen Deutschland und den USA fördert.

So ergab sich für Lockemann schließlich die Überlegung, warum trotz frühzeitig und ausreichend vorhandener Mittel für die Nachfolge Goos noch keiner in seine Fußstapfen getreten sei – sind diese zu groß, traut sich keiner rein oder lässt er keinen rein?

Von seinen zahlreichen Doktoranden – alleine 12 Lehrstuhlinhaber stammen aus der “Goos’schen Schule” – waren nicht wenige zum Festkolloquium angereist, um sich mit Festvorträgen für den guten Start ins Berufsleben zu bedanken. So sprachen Prof. Dr. Wolf Zimmermann (Institut für Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) über die “Verifikation von Übersetzern”, Prof. Dr. Welf Löwe (Software Technology Group, Universität Växjö) über die Frage “Warum Softwarearchitekten Übersetzer brauchen”, Dr. Franz Weber (Netweaver Development Architect, SAP AG) zum Thema “Mean Time between Failures” und Dr. Simone Rehm (Leiterin der Hauptabteilung “IT und Prozesse” TRUMPF GmbH & Co. KG) über “Software von Ingenieuren für Ingenieure”.



*Prof. em. Dr. Dr. h.c.  
Gerhard Goos  
(Mitte) während der  
Festveranstaltung im  
Kreise von Kollegen  
und ehemaligen  
Doktoranden.*

## 2.5 Antrittsvorlesungen

### Antrittsvorlesung von Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling. LL.M. am 29.05.2006: "Datenschutz beim Ubiquitous Computing - Aufgabe des Rechts?"

Durch die Miniaturisierung, die Verringerung des Energieverbrauchs, die Verbesserungen der Sensor-Technik, der Datenaufbewahrung und der Telekommunikationsmöglichkeiten, aber auch durch die Entwicklung neuer Werkstoffe erleben wir gegenwärtig eine beschleunigte Entwicklung und Verbreitung mobiler Kommunikationssysteme. In einer computerzentrierten Welt wird ein "Ubiquitous Computing" dafür sorgen, dass der mobile Mensch stets und überall mit Computeranwendungen konfrontiert wird: sei es im Umfeld der Bushaltestelle, in dem er automatisch entsprechende Verspätungen der Busse auf sein Handy-Display gespielt bekommt oder beim nutzungsabhängigen Abrechnen von Infrastrukturleistungen durch die LKW-Maut.

Während der Fortschritt bei Technik und Anwendungsmöglichkeiten rasant voranschreitet, kann die Entwicklung entsprechender datenschutzrechtlicher Konzepte kaum mithalten. Daher stellt sich immer mehr die Frage: Verliert das Recht hier seine Steuerungswirkung, muss es aufgeben, oder bleibt der Datenschutz auch insoweit eine Aufgabe des Rechts? Den zentralen datenschutzrechtlichen Problemen wie Kontrollverlust des Einzelnen, Massenhaftigkeit der Datenabfragen und die scheinbar immer undurchsichtiger werdende Verfolgbarkeit von Verstößen stellte Professor Kühling aktuelle technische Datenschutzoptionen sowie Reaktionsmöglichkeiten des Rechts gegenüber. Erste positive Erfahrungen mit einer Zertifizierung von Datenverarbeitungsprozessen ließen den Rechtswissenschaftler ebenso wie die guten interdisziplinären Erfahrungen von Informatikern und Ökonomen zu dem Fazit kommen, dass sich ein Festhalten an datenschutzrechtlichen Konzepten lohnt und noch lange kein Anlass zum Aufgeben besteht.

**Jürgen Kühling** ist Professor für Öffentliches Recht, insbesondere Medien- und Telekommunikationsrecht sowie Datenschutzrecht am Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR). Nach seinem Studium in Trier promovierte er 1998 in Bonn, wo er im Anschluss an sein Zweites Juristisches Staatsexamen 1999 zunächst am neu gegründeten Zentrum für Europäische Integrationsforschung (ZEI) arbeitete. 2003 wurde er an der Universität Bonn habilitiert und erhielt die Lehrbefugnis für Öffentliches Recht, einschließlich Rechtsvergleichung; Europarecht; deutsches und europäisches Wirtschaftsrecht, insbesondere Telekommunikationsrecht. Seit 2004 lehrt er an unserer Fakultät Öffentliches Recht, insbesondere Medien- und Telekommunikationsrecht sowie Datenschutzrecht.





## **Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Ralf Reussner am 10.07.2006: “Software-Architektur und Software-Komponenten: Schritte zu einer ingenieur- mäßigen Software-Entwicklung”**

In seiner Antrittsvorlesung beschrieb Professor Dr. Ralf Reussner die Herausforderungen der Software-Technik auf dem Weg zur Ingenieurwissenschaft. Während die Hardware-Entwicklung seit Jahrzehnten in einem rasanten Tempo voranschreitet, die Technik kleiner, schneller und leistungsfähiger wird, taucht nicht selten der Begriff “Software-Krise” auf, wenn es doch eigentlich um das Software-Engineering geht. Vorbehalte, so Professor Reussner in seinem Vortrag, gebe es immer wieder gegenüber Kriterien wie Budgetierung, Zeitplanung etc. und drücke das fehlende Verständnis für die Komplexität der Aufgaben aus.

Motiviert aus allgemeinen Kennzeichen einer Ingenieurwissenschaft und einer Diskussion des aktuellen Stands der Software-Technik wird besonders auf Verfahren und Modelle zur Vorhersage von Qualitätseigenschaften wie Software-Performanz und -Zuverlässigkeit eingegangen. Die Vorhersage von Qualitätseigenschaften durch Analyse einer Software-Architektur ermöglicht die zielgerichtete Konstruktion von Software-Systemen auf gegebene Anforderungen hin. In diesem Zusammenhang spielen Software-Komponenten und ihre vertragliche Beschreibung und Nutzung eine große Rolle. Prof. Reussner stellte Verfahren vor, die statistische Aussagen aufgrund kompositioneller stochastischer Modelle ermöglichen, wie z. B. verschiedene Erweiterungen von Markov-Modellen. Dabei geschehe die für die Analyse notwendige Abstraktion der Software durch ein an die Naturwissenschaften angelehntes wissenschaftliches Vorgehen zur Modellbildung, bei dem Annahmen zur Abstraktion von Software empirisch validiert werden. Abschließend skizzierte er ein Forschungsprogramm zur Behandlung offener Fragestellungen, insbesondere im Bereich dynamischer, adaptiver Software-Systeme.

**Prof. Dr. Ralf Reussner** ist seit Februar 2006 Inhaber des neu gegründeten Lehrstuhls für Software-Entwurf und -Qualität, seit August 2006 jüngster Direktor am Forschungszentrum Informatik (FZI) in Karlsruhe und seit Oktober 2006 Sprecher des Instituts für Programmstrukturen und Datenorganisation an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH). Seinen wissenschaftlichen Werdegang begann er mit dem Studium der Informatik in Karlsruhe. Diesem folgte seine Promotion am Informatik-Graduiertenkolleg 2001 mit einer Arbeit über Software-Komponenten. Nach seiner Tätigkeit als Senior Research Scientist und Projektleiter bei der Firma DSTC Pty Ltd. in Melbourne leitete er seit 2003 als Juniorprofessor die DFG-Nachwuchsgruppe "Palladio", die im Rahmen des "Aktionsplans Informatik" innerhalb des Emmy-Noether-Programms gefördert wird. Im Alter von 33 Jahren erhielt



Ralf Reussner einen Ruf auf eine Software-Technik-Professur an der Universität Karlsruhe. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich ingenieurmäßiger Software-Entwicklung durch die systematische Behandlung von Qualitätsanforderungen während des Komponenten- und Architekturentwurfs. Ralf Reussner publizierte über 60 Artikel in Zeitschriften und bei Konferenzen. Neben umfangreicher Gutachtertätigkeit ist er Hauptorganisator der „International Conference on Quality of Software Architecture“ sowie zahlreicher Workshops auf internationalen Konferenzen. Er war stellvertretender Sprecher des Graduiertenkollegs TrustSoft (Vertrauenswürdige Software-Systeme) an der Universität Oldenburg sowie Sprecher des GI-Arbeitskreises Software-Architektur und ist Gründungsmitglied und Sprecher der Fachgruppe Software-Architektur der Gesellschaft für Informatik.

**Antrittsvorlesung von Privatdozent Dr. Alexander Wolff am 24.07.2006:  
“Algorithmische Tricks - nicht nur für geometrische Standortprobleme”**

Als letzter Vortragender in der Reihe der Informatik-Kolloquien des Sommersemesters 2006 hielt Privatdozent Dr. Alexander Wolff am 24. Juli seine Antrittsvorlesung zum Thema “Algorithmische Tricks - nicht nur für geometrische Standortprobleme”. Bei einem typischen Standortproblem gehe es z. B. darum, so Wolff, für eine Fabrik einen Standort zu finden, der für Anlieferer möglichst schnell erreichbar ist oder Anwohner möglichst wenig belästigt. Bei geometrischen Standortproblemen geht man meist davon aus, dass die Fabriken Punkten in der euklidischen Ebene entsprechen.

Alexander Wolff betrachtete in seinem Vortrag das folgende Problem: Finde die geradlinige Straße, mit der man die maximale Reisezeit von A nach B für eine gegebene Menge von Punkten minimiert. Dies ist ein Optimierungsproblem, bei dem es darum geht, eine bestimmte Zielfunktion (die Reisezeit) zu minimieren. Dieses Optimierungsproblem lässt sich - wie auch viele andere - lösen, indem man es auf das entsprechende Entscheidungsproblem zurückführt. Hier ist die Frage, ob es für eine bestimmte Reisezeit eine Straße gibt, über die jeder Punkt jeden anderen innerhalb der gegebenen Reisezeit erreicht. In seinem Vortrag stellte Wolff zwei bekannte Techniken vor, mit denen man ein Optimierungsproblem sehr elegant auf das entsprechende Entscheidungsproblem zurückführen kann. So basiert die Technik von Chan auf Randomisierung, die von Frederickson und Johnson auf geschicktem Hantieren mit implizit gegebenen Matrizen. Exemplarisch wendete Wolff beide Techniken auf obiges Spezialproblem an, was einige interessante neue Resultate lieferte.

**PD Dr. Alexander Wolff** hat seine wissenschaftliche Herkunft im Fachbereich Mathematik. Er diplomierte im Dezember 1995 am Fachbereich für Mathematik und Informatik der Freien Universität Berlin. Seine Promotion schloss er 1999 am dortigen Institut für Informatik der FU Berlin ab. Als wissenschaftlicher Assistent wechselte er im Anschluss an seine Promotion an das Institut für Mathematik und Informatik der Universität Greifswald. Im Oktober 2002 übernahm er eine Professurvertretung für Praktische Informatik am



*PD Dr. Alexander Wolff während seiner Antrittsvorlesung in Karlsruhe.*

Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft an der Universität Konstanz. Seit April 2003 ist Alexander Wolff Nachwuchsgruppenleiter im Rahmen des Projekts GEONET am Lehrstuhl für Algorithmik (I) des Instituts für Theoretische Informatik der Universität Karlsruhe. Hier habilitierte er sich im Januar 2006 mit dem Thema “Geometrische Netzwerke und ihre Visualisierung“, bevor er im November 2006 an die Vakgroep Algoritmiëk an der Faculteit Wiskunde en Informatica der TU Eindhoven wechselte.

## 2.6 Rufe und Berufungen

### **Neues Mitglied des Lehrkörpers:**

*Prof. Dr. rer. nat. Ralf Reussner*

wurde am 13. März 2006 zum Universitätsprofessor (W3) für Softwaretechnik am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD) ernannt.

### **Einen Ruf an eine andere Hochschule haben erhalten:**

*PD Dr. rer. nat. Alexander Wolff*

“Faculteit Wiskunde en Informatica” der TU Eindhoven, Niederlande (Ruf angenommen)

*Prof. Dr. rer. nat. Ralf Reussner*

auf eine W3-Professur an der Universität Osnabrück (Ruf abgelehnt)

*Dr.-Ing. Michael Beigl*

auf eine W3-Professur an der Technischen Universität Braunschweig (Ruf angenommen)

*Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling, LL.M.*

auf eine W3-Professur an der Universität Regensburg (Ruf angenommen)

### **Berufungen ehemaliger Fakultätsmitglieder im Berichtsjahr:**

*Dr.-Ing. Klaus Wehrle*

auf eine W3-Professur an der RWTH Aachen

## 2.7 Ehrungen und Preise

### **Verleihung der Skulptur “Fraunhofer”,**

der höchsten Ehrung der Fraunhofer-Gesellschaft, anlässlich des Festkolloquiums zum 50-jährigen Bestehen des Fraunhofer IITB am 6. Oktober 2006 an den Alt-Präsidenten

*Prof. Dr. Max Syrbe*

### **Absolventenpreis der Fakultät für Informatik**

für den besten Studienabschluss in Informatik im Akademischen Jahr 2005/2006 gestiftet von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH

*Dipl.-Inform. Martin Nöllenburg*

### **Preise des Fördervereins “Forschungszentrum Informatik” für eine hervorragende Diplomarbeit in Informatik wurden im Berichtsjahr verliehen**

- Thema: “Balancing Power Consumption in Multiprocessor Systems”

*Dipl.-Inform. Andreas Merkel*

- Thema: „Speech Recognition Using Surface Electromyography“

*Dipl.-Inform. Lena Maier-Hein*

**Preis des Fördervereins "Forschungszentrum Informatik"  
für eine hervorragende Dissertation in Informatik**

Thema: "Erlernen zweihändiger feinmotorischer Handlungen"

*Dr.-Ing. Raoul-Daniel Zöllner*

**Best Paper Award**

Thema: "Search-based Determination of Refactorings for improving the Class Structure of object-oriented Systems"; in: Proceedings of the eighth Annual Genetic and Evolutionary Computation Conference; 8. Annual Genetic and Evolutionary Computation Conference in Seattle, USA, 8.-12. Juli 2006,; ACM Press; Juli 2006; Seiten 1909 - 1916

*Seng, O.; Stammel, J.; Burkhart, D.*

**"EURON Technology Transfer Award"**

für das Projekt ARIKT; European Robotics Research Network (EURON) März 2006, Italien, Palermo

*Prof. Dr.-Ing. H. Wörn und M. Gauß*

**„IEEE-IFR Invention and Entrepreneurship Award 2006 in Robotics and Automation“**

des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) und der International Federation of Robotics (IFR) für die Kollisionsvermeidungssoftware "CAFIR" (Flexible and Scalable Collision Avoidance for Industrial Robots Based on Complex Geometric Models)

*Prof. Dr.-Ing. H. Wörn und Dr.-Ing. B. Hein, zusammen mit den Firmen KUKA und GFRT*

**1. Platz bei der 9th DIMACS Implementation Challenge 2006 - Shortest Path**

*Prof. Dr. Peter Sanders, M.Sc. Dominik Schultes et al.*

**1. Platz beim IX. WHU Case Challenge vom 24.-29. April 2006**

*Kristina Schaaff, Henrik Brocke und Stefan Sellhusen (Informationswirtschaft)*

**Fakultätspreis 2006 der Fakultät für Informatik  
an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

für Forschungsleistungen im Rahmen seiner Dissertation zum Thema "Erkennung und Vermeidung von unkooperativem Verhalten in Peer-to-Peer-Datenstrukturen"

*Dr.-Ing. Erik Buchmann*

**Outstanding Paper Award**

Thema: "Scalable Parallel Suffix Array Construction"; 13th European PVM/MPI User's Group Meeting (17.-20.09.2006); Bonn, Deutschland

*Prof. Dr. Peter Sanders, Fabian Kulla*

**"NRW Undergraduate Science Award"**

in der Sparte Informatik, verliehen am 03.05.2006 in Düsseldorf, Deutschland

*Martin Nöllenburg*

**Outstanding Paper Award:**

Thema: "Analysis of Overlay-Underlay Topology Correlation using Visualization";

In: Proceedings of the 5th IADIS International Conference WWW/Internet, Murcia, Spain, 05.-08.10.2006;

*Vinay Aggarwal, Anja Feldmann, Dr. Marco Gaertler, Robert Görke, Prof. Dr. Dorothea Wagner*

**Best Paper Award**

Thema: "Development of SOA-Based Software Systems - an Evolutionary Programming Approach"; IEEE Conference on Internet and Web Applications and Services ICIW'06, Guadeloupe/French Caribbean, February 2006;

*Christian Emig, Jochen Weisser, Prof. Dr. Sebastian Abeck*

**Fachgruppenpreis der GI/ITG Fachgruppe "Kommunikation und Verteilte Systeme (KuVS)"**

für seine Diplomarbeit über die Anomalie-basierte Erkennung von Angriffen in Hochgeschwindigkeitsnetzen

*Thomas Gamer*

## 2.8 Habilitationen und Promotionen

### Habilitationen

#### *PD Dr. rer. nat. Alexander Wolff*

Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Theoretische Informatik,  
Lehrstuhl Prof. Dr. rer. nat. D. Wagner, Universität Karlsruhe  
„Geometrische Netzwerke und ihre Visualisierung“

Referent: Prof. Dr. D. Wagner  
Korreferent: Prof. Dr. E. Welzl  
Habilitation am: 16. Januar 2006

#### *PD Dr. rer. nat. Dominik Janzing*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme,  
Lehrstuhl ehem. Prof. Beth, Prof. Dr. R. Vollmar, Universität Karlsruhe  
„Computer Science Approach to Quantum Control“

Referent: Prof. Dr. R. Vollmar  
Korreferent: Prof. Dr. H. Briegel, Universität Innsbruck  
Habilitation am: 18. Juli 2006

### Promotionen

#### *Dr.-Ing. Christoph Andriessens*

„Werkzeuggestützte Identifikation von Strukturproblemen bei modellgetriebener Softwareentwicklung“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos  
Korreferent: Prof. Dr. S. Abeck

#### *Dr. rer. nat. Philipp Bender*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation,  
Universität Karlsruhe

„Informationserhaltende Sichten und ihre Änderungsoperationen“

Referent: Prof. em. Dr. P. Lockemann  
Korreferent: Prof. Dr. R. Vollmar

#### *Dr.-Ing. Frank Bertagnolli*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik,  
Universität Karlsruhe

„Roboter-gestützte automatische Digitalisierung von Werkstückgeometrien mittels optischer Streifenprojektion“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann  
Korreferent: Prof. Dr. A. Schmitt

***Dr.-Ing. Curt Cramer***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme,  
Universität Karlsruhe

„Structured Peer-to-Peer Overlays for Wireless Mobile Ad-Hoc Networks“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. P. Druschel

***Dr. rer. nat. Thomas Decker***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme,  
Universität Karlsruhe

„Algorithmenentwurf für symmetrische Messungen auf Quantenrechnern“

Referent: Prof. Dr. R. Vollmar

Korreferent: Prof. Dr. G. Alber

***Dr.-Ing. Ramon Estaña***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Ro-  
botik, Universität Karlsruhe

„Entwicklung und Test eines moirébasierten hochgenauen Positionserfassungssystems“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. U. Hanebeck

***Dr. rer. nat. Jürgen Geisler***

Mitarbeiter am Fraunhofer Institut Karlsruhe

„Leistung des Menschen am Bildschirmarbeitsplatz: Das Kurzzeitgedächtnis als Schranke  
menschlicher Belastbarkeit in der Konkurrenz von Arbeitsaufgabe und Systembedienung“

Referent: Prof. Dr. M. Syrbe

Korreferent: Prof. Dr. A. Schmitt

***Dr.-Ing. Tilo Gockel***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik,  
Universität Karlsruhe

„Interaktive 3D-Modellerfassung mittels One-Shot-Musterprojektion und Schneller  
Registrierung“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Dr. H.-P. Bähr



***Dr. rer. nat. Sebastian U. Hack***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Programmstrukturen und Datenorganisation,  
Universität Karlsruhe

„Register Allocation for Programs in SSA-Form“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferent: Prof. A. Mycroft

***Dr.-Ing. Daniel Kraft***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe

„Verteilte Zugangskontrolle in offenen Ad-hoc-Netzen“

Referent: Prof. em. Dr. G. Krüger

Korreferent: Prof. Dr. R. Vollmar

***Dr.-Ing. Oliver Mehl***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe

„Modellgetriebene Entwicklung managementfähiger Anwendungssysteme“

Referent: Prof. Dr. S. Abeck

Korreferent: Prof. Dr. H. Wörn

***Dr.-Ing. Chiu-Chun Ngan***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentechik, Automation und  
Robotik, Universität Karlsruhe

„Atraumatic and Functionpreserving High Precision Surgery of the Human Temporal  
Bone“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. J. Schipper

***Dr.-Ing. Helge Peters***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentechik, Automation und  
Robotik, Universität Karlsruhe

„Innovative Endeffektoren für die Chirurgie“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. Dr. J. Mühling

***Dr. rer. nat. Andreas Roth***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik,  
Universität Karlsruhe

„Specification and Verification of Object-Oriented Software Components“

Referent: Prof. Dr. P. Schmitt

Korreferent: Prof. Dr. U. Aßmann

***Dr.-Ing. Marcus Schöller***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe  
„Stabilität und Robustheit von programmierbaren Vermittlungssystemen“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. U. Brinkschulte

***Dr.-Ing. Annika Straulino***

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik, Universität Karlsruhe

„Modellierung von Knochendynamiken zur Unterstützung der softwarebasierten Operationsplanung“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. Dr. J. Mühling

***Dr. rer. nat. Robert Zeier***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme, Universität Karlsruhe

„Lie-theoretischer Zugang zur Erzeugung unitärer Transformationen auf Quantenrechnern“

Referent: Prof. Dr. J. Calmet

Korreferenten: Prof. Dr. S. Glaser

Prof. Dr. P. Sanders

# **Einrichtungen der Fakultät**

## **Institute und ihre Forschungsvorhaben**

### Institut für Theoretische Informatik

Das Institut befasst sich mit den theoretischen Grundlagen der Informatik und der Anwendung auf praktische Fragestellungen. Ein Schwerpunkt des Instituts liegt auf dem Gebiet Formale Methoden. Die zentrale Aktivität ist hier die Konzeption und Implementierung des Software-Entwicklungs- und Verifikationssystems KeY mit UML/OCL oder JML als Spezifikationssprache. Hauptanwendungsgebiete sind Java-Programme auf Chipkarten und RTSJ-Programme im Avionics Bereich. Neu hinzugekommen ist die Anwendung formaler Methoden auf Fragen der Zuverlässigkeit in drahtlosen Sensornetzwerken im Rahmen des ZeuS-Projekts.

Einen zweiten Schwerpunkt bilden die Algorithmik und verwandte Gebiete mit besonderer Betonung der Methodik des Algorithm Engineering. Wir beschäftigen uns u. a. mit den Bereichen Graphenalgorithmen, algorithmische Geometrie sowie parallele und verteilte Algorithmen. Die bearbeiteten Forschungsthemen umfassen theoretische wie praktische Fragestellungen aus verschiedenen Gebieten, unter anderem Algorithmenbibliotheken für grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen, Optimierungsprobleme im Verkehrsbereich sowie Netzwerkanalyse und -visualisierung.

Das Institut ist am DFG-SPP 1126 "Algorithmik großer und komplexer Netzwerke", am DFG-Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" sowie an den EU-Projekten DELIS, CREEN und ARRIVAL beteiligt. Das Institut war außerdem federführend bei der Einrichtung des DFG-SPP 1307 "Algorithm Engineering".

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Forschungsarbeiten zur Mensch-Maschine Interaktion. Hierbei werden einerseits Methoden zur Erkennung, Übersetzung und Generierung spontan gesprochener Sprache untersucht. Weitere Forschungsgruppen entwickeln bildverarbeitende Systeme, um Menschen und ihre Aktivitäten wahrnehmen zu können sowie multimodale Dialogsysteme. Das Institut ist am SFB 588 "Humanoide Roboter" und am EU-Projekt TC-Star beteiligt und ist verantwortlich für die wissenschaftliche Koordination des integrierten EU-Projekts CHIL "Computers in the Human Interaction Loop", dessen Ziel es ist, wahrnehmende proaktive Computer Services zu entwickeln, welche Menschen bei ihrer Interaktion mit anderen unterstützen.

#### Kontakt

Prof. Dr. P. Sanders  
Tel. 608-7580  
sanders@ira.uka.de

Prof. Dr. P. H. Schmitt  
Tel. 608-4000  
pschmitt@ira.uka.de  
(Sprecher)

Prof. Dr. D. Wagner  
Tel. 608-4211  
dwagner@ira.uka.de

Prof. Dr. A. Waibel  
Tel. 608-4730  
waibel@ira.uka.de

## Institut für Theoretische Informatik

### Forschungsbereich

#### Algorithmentheorie/ Algorithm Engineering

Leiter:	Prof. Dr. P. Sanders
Sekretärin:	S. Seitz (bis 31.07.2006), A. Blancani (ab 01.08.2006)
Wiss. Mitarbeiter:	Dr. R. Dementiev, Dr. Th. Käußl, D. Schultes (F), J. Singler (ab 01.02.2006) F. Transier (F), Dr. R. van Stee
Systemtechniker:	N. Berger

### Approximations- und Onlinealgorithmen

(R. van Stee)

Approximationsalgorithmen berechnen schnell Näherungslösungen mit garantierter Güte. Diese werden eingesetzt, wenn eine schnelle optimale Lösung unmöglich erscheint. Analog berechnen Onlinealgorithmen Näherungslösungen, wenn eine für optimale Lösungen benötigte Information über zukünftige Ereignisse nicht zur Verfügung steht.

Ein Schwerpunkt im Berichtszeitraum waren Packungsprobleme. Solche Probleme treten häufig in der Industrie auf, z. B. beim Packen von Kartons oder Beladen von Lastkraftwagen. Ein weiteres Beispiel ist die Speicherzuweisung an parallele Prozessoren. Der verfügbare Speicher wird auf die Prozessoren verteilt. Um zu vermeiden, dass alle Prozessoren auf denselben Speicherplatz zugreifen und es zu langen Wartezeiten kommt, kann man es einrichten, dass jeder Speicherplatz von höchstens zwei Prozessoren genutzt wird. Dieses Problem lässt sich als ein Bin-Packing-Problem, bei dem jedes Bin (Speichermodul) Teile von höchstens zwei Objekten enthalten kann (also zwei Prozessoren bedient), lösen. Wir haben ein Polynomialzeitapproximationsschema für dieses Problem entworfen.

Weiter haben wir Schedulingprobleme betrachtet und uns dabei insbesondere mit Machine-Covering beschäftigt. Hier sollten Jobs auf gerechte Weise auf Maschinen verteilt werden, so dass die minimale Last der Maschinen maximiert wird. Wir haben dieses Problem in einem spieltheoretischen Kontext betrachtet, in dem die Maschinen zu Agenten gehören, die unabhängig und eigennützig agieren. Es ist bekannt, dass man in solchen Fällen sogenannte monotone Approximationsalgorithmen benutzen sollte. Wir haben sowohl monotone Approximationsschemata als auch effiziente monotone Approximationsalgorithmen entworfen.

Veröffentlichungen und weitere Informationen: [i10www.ira.uka.de/vanstee/papers/](http://www.ira.uka.de/vanstee/papers/)

## Algorithmen-Bibliotheken

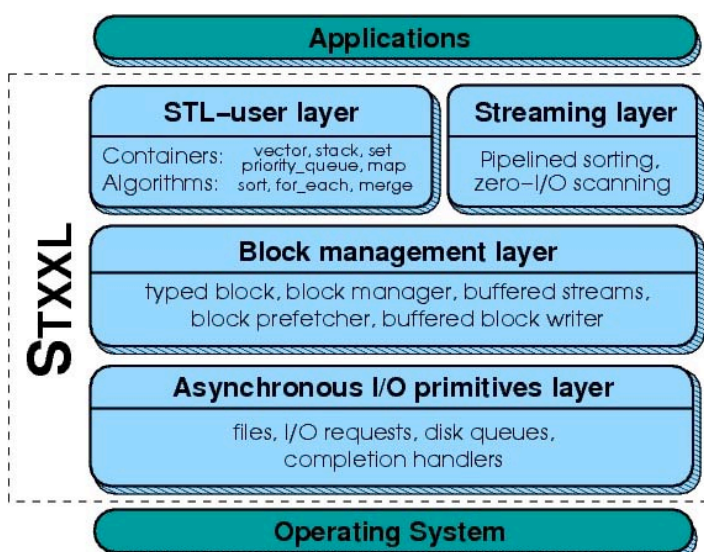
(R. Dementiev, P. Sanders, J. Singler)

Im Kontext von "Algorithm Engineering" spielen Algorithmen-Bibliotheken eine wichtige Rolle. Sie dienen dazu, konkrete Implementierungen von Algorithmen verfügbar zu machen. Davon profitiert die Disziplin in zweierlei Hinsicht: Einerseits vereinfacht sich die Umsetzung neuer komplexer Algorithmen, die oft aus grundlegenden Bausteinen zusammengesetzt sind. Diese können dann aus einer Bibliothek entnommen werden. Andererseits trägt die einfache Verfügbarkeit zu einem besseren Transfer von theoretischen Ergebnissen in die Praxis und damit auch zu industriellen Anwendern bei.

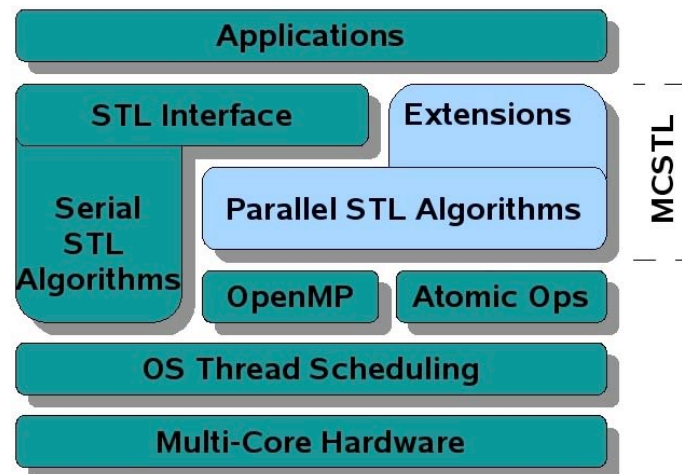
Wir entwickeln eine Bibliothek von Algorithmen und Datenstrukturen namens Stxxl (<http://stxxl.sourceforge.net>), die riesige Datenmengen, die nicht in den Hauptspeicher des Rechners passen, schnell verarbeiten kann. Die Bibliothek implementiert die Schnittstellen der C++ Standard Template Library (STL) und lässt sich in vielen Gebieten anwenden. Die Stxxl hat sich schon Anwender sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie erworben. Uns sind mindestens 17 Organisationen bekannt, die die Bibliothek für ein breites Spektrum von Problemstellungen einsetzen, wie z. B. Textverarbeitung, Graphenalgorithmen, Gauß-Elimination, Visualisierung und Analyse von 3- und 4-dimensionalen mikroskopischen Bildern, differenzielle Kryptoanalyse, algorithmische Geometrie, Topologieanalyse für große Netzwerke, Statistik- und Zeitreihenanalyse und Seismik.

Ein sehr aktueller Aspekt ist die zunehmende Parallelisierung von Computern, speziell durch Mehrkern-Prozessoren. Damit Applikationen tatsächlich von dieser gesteigerten Rechenleistung profitieren können, müssen parallele Algorithmen eingesetzt werden. Unsere Bibliothek MCSTL macht dies einfach möglich, indem sie grundlegende parallelierte Algorithmen zu Verfügung stellt, ebenfalls unter der wohlbekannten Schnittstelle der STL. Naheliegender ist, in Zukunft diese beiden Bibliotheken stärker zu verknüpfen. Unsere Expertise auf dem Gebiet Algorithmen-Bibliotheken haben wir auch beim Dagstuhl-Seminar 06362 "Algorithm Engineering" eingebracht.

Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://algo2.iti.uka.de/singler/mcstl>



Das Schichtenmodell von STXXL



Das Schichtenmodell von MCSTL

### PV-System Tatzelwurm

(T. Käufel)

Das System dient zur Verifikation von Pascal-Programmen. Den Nachweis der erzeugten Verifikationsbedingungen, die für die partielle Korrektheit hinreichend sind, erlaubt ein Tableaubeweiser, der neben rein logischen Regeln auch Entscheidungs- und Vereinfachungsprozeduren für Theorien benutzt.

Zur Steuerung der Beweise verwenden wir die semantischen Hyperlinks. Auch die Steuerung des Beweises durch den Benutzer ist möglich. Im Berichtsjahr wurde unsere Arbeit an einer Bibliothek verifizierter Algorithmen fortgesetzt. So haben wir uns u. a. mit der Verifikation effizienter Implementierungen von Prioritätslisten und Heapsort beschäftigt.

### Real time update and superscalar memory based text search in TREX

(P. Sanders, F. Transier)

TREX ist eine von SAP in Walldorf entwickelte Suchmaschine, die Volltextsuche mit der Suche auf strukturierten Daten kombiniert. Dazu werden zur Zeit zwei unterschiedliche Indexstrukturen verwendet. Der bisherige Volltext-Index von TREX ist als reiner Plattenindex konzipiert und daher deutlich langsamer als der Hauptspeicherindex für strukturierte Daten. Um diese Performancelücke zu schließen, soll der Volltext-Index in Zukunft ebenfalls im Hauptspeicher gehalten werden.

Ziel der Kooperation zwischen der Universität Karlsruhe und SAP ist es hierbei, hardware-optimierte Basisalgorithmen zu entwerfen, die auf möglichst platzeffizienten Datenstrukturen arbeiten und gleichzeitig schnelle Suchen erlauben. So lassen sich viele Funktionen einer Suchmaschine auf elementare Problemstellungen herunterbrechen. Ein Beispiel: Ein typischer Volltext-Index besteht im Wesentlichen aus einer großen Anzahl von Listen, die mit ganzen Zahlen gefüllt sind. Diese Listen sollen zum einen möglichst kompakt im Hauptspeicher abgelegt werden, zum anderen soll es trotzdem möglich sein, Basisoperationen - wie z. B. den Schnitt zweier solcher Listen - schnell durchzuführen.

Um verschiedene Ansätze zur Lösung dieser Probleme schnell ausprobieren zu können, arbeiten wir u. a. an einem modularen Suchmaschinenkern, bei dem einzelne Funktionseinheiten schnell und ohne großen Aufwand ausgetauscht werden können.

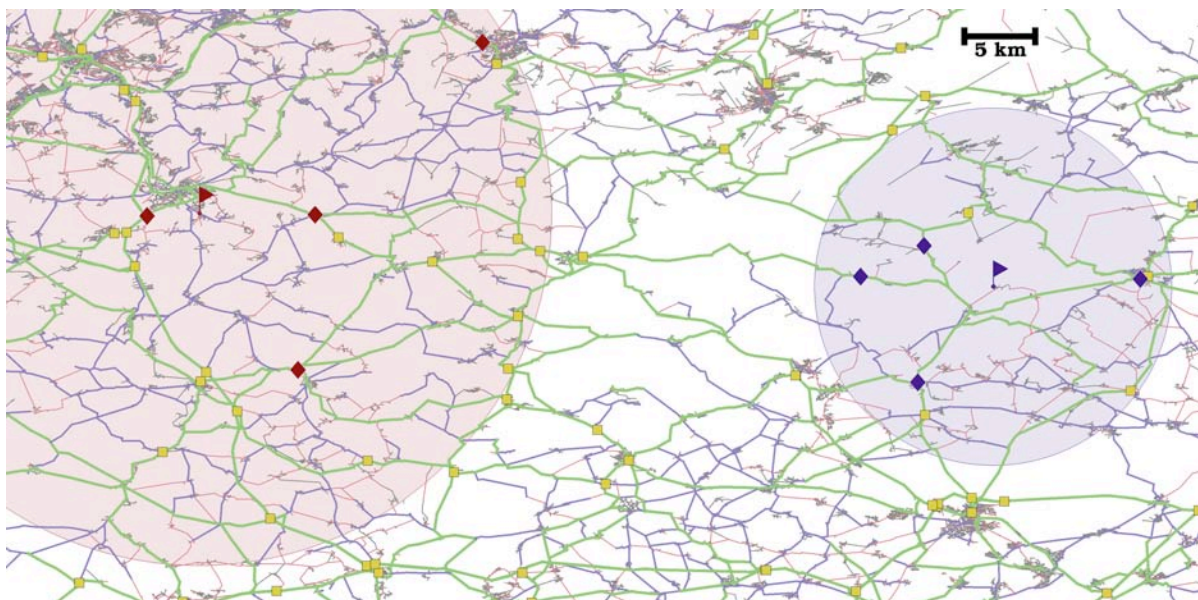
## Routenplanung in sehr großen Straßennetzen

(P. Sanders, D. Schultes)

Wir arbeiten an Algorithmen zur Routenplanung in sehr großen Straßennetzen. Im Berichtszeitraum konnten wir zahlreiche Verbesserungen umsetzen. Zum einen konnten wir die Leistungsfähigkeit des bestehenden Verfahrens verbessern, unter anderem durch eine Kombination mit einem zielgerichteten Suchverfahren in Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Wagner.

Darüber hinaus arbeiteten wir an einem neuen Verfahren ("Transit Node Routing"), das die Beobachtung ausnutzt, dass man, wenn man eine längere Autofahrt unternimmt, seinen Startpunkt immer über einen von wenigen in Frage kommenden wichtigen Verkehrsknotenpunkten verlässt: Im Fall von Karlsruhe wären dies beispielsweise die Auffahrten der A5 und die Rheinbrücke. Der neue Ansatz ermöglicht durchschnittliche Suchzeiten von ungefähr fünf Millionstelsekunden, wodurch wir uns den ersten Platz bei der neunten "DIMACS Implementation Challenge" sichern konnten.

Zum anderen beschäftigten wir uns mit der Erweiterung der Funktionalität, so zum Beispiel in Zusammenarbeit mit der PTV AG und der Arbeitsgruppe Wagner mit der Berechnung von großen Tabellen, die für gegebene Start- und Zielknotenmengen gleich die Abstände zwischen allen möglichen Start-/Zielknotenpaaren enthalten. Ein aktuelles



*Transit Node Routing: Die Länge des schnellsten Weges zwischen Start- und Zielpunkt kann bestimmt werden, indem lediglich die jeweils vier relevanten Verkehrsknotenpunkte (Karos) und alle 16 Abstände zwischen diesen nachgeschlagen werden.*



Thema ist die Berücksichtigung von Staus und ähnlichen Ereignissen bei der Routenplanung, um jederzeit für die aktuelle Situation ein optimales Ergebnis zu erhalten.  
 Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://algo2.iti.uka.de/schultes/hwy/>

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

- Ajwani, D.; Dementiev, R.; Meyer, U.:** A Computational Study of External Memory BFS Algorithms. In: ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA-06). Hrsg.: ACM. ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, Miami, FL, USA, 22.-24.01.2006. Washington, 2006, S. 601-610
- Kaligosi, K.; Sanders, P.:** How Branch Mispredictions Affect Quicksort. In: 14th European Symposium on Algorithms (ESA). 14th European Symposium on Algorithms (ESA), Zürich, Schweiz, 11.-15.09.2006. Springer, 2006, S. 780-791, (LNCS; 4168)
- Kulla, F.; Sanders, P.:** Scalable Parallel Suffix Array Construction - Outstanding Paper. In: Euro PVM/MPI 2006. Euro PVM/MPI 2006, Bonn, 17.-20.09.2006. Springer, 2006, S. 22-29, (LNCS; 4192)
- Maue, J.; Sanders, P.; Matijevic, D.:** Goal Directed Shortest Path Queries Using Precomputed Cluster Distances. In: 5th Workshop on Experimental Algorithms (WEA). 5th Workshop on Experimental Algorithms (WEA), Menorca Island, Spanien, 24.-27.05.2006. Springer, 2006, S. 316-328, (LNCS; 4007)
- Pruhs, K.; van Stee, R.; Uthaisombut, P.:** Speed scaling of tasks with precedence constraints. In: Workshop on Approximation and Online Algorithms WAOA 2005. Workshop on Approximation and Online Algorithms WAOA 2005, Palma de Mallorca, Spanien, 06.-07.10. 2005. Springer, 2006, S. 307-319, (LNCS; 3879)
- Sanders, P.; Schultes, D.:** Engineering Highway Hierarchies. In: 14th European Symposium on Algorithms (ESA). 14th European Symposium on Algorithms (ESA), Zürich, Schweiz, 11.-15.09.2006. Springer, 2006, S. 804-816, (LNCS; 4168)

#### **Beiträge in Zeitschriften**

- Epstein, L.; van Stee, R.:** Online scheduling of splittable tasks. In: ACM Transactions on Algorithms, Band 2, Heft 1, 2006, S. 79-94
- Epstein, L.; van Stee, R.:** Optimal on-line flow time with resource augmentation. In: Discrete Applied Mathematics, Band 154, Heft 4, 2006, S. 611-621
- Epstein, L.; van Stee, R.:** This side up!. In: ACM Transactions on Algorithms, Band 2, Heft 2, 2006, S. 228-243
- Kärkkäinen, J.; Sanders, P.; Burkhardt, S.:** Linear Work Suffix Array Construction. In: Journal of the ACM, Band 53, Heft 6, 2006, S. 1-19

**Institut für Theoretische Informatik****Forschungsbereich****Algorithmik**

Leiterin:	Prof. Dr. D. Wagner
Sekretärin:	L. Beckert
Nachwuchsgruppenleiter:	Dr. A. Wolff (F, bis 31.10.2006)
Wiss. Mitarbeiter:	M. Baur (F), M. Benkert (F), D. Delling (F, ab 01.03.2006), M. Gaertler, R. Görke (F), M. Holzer, B. Katz (F, ab 01.02.2006), S. Mecke, S. Meinert (F), M. Nöllenburg (F), T. Schank (F), Dr. F. Schulz (bis 31.03.2006)
Systemprogrammierer:	B. Giesinger

**EU-Projekt DELIS: Dynamically Evolving, Large Scale Information Systems**

*(M. Gaertler, R. Görke, D. Wagner)*

Scheinbar unkontrolliert wachsende Informationssysteme wie das Internet, Literatur, Telefon, Kollaboration oder Peer-to-Peer sind mit traditionellen Techniken nicht mehr entwickelbar, verwaltbar oder administrierbar. Die Gründe dafür liegen auf der Hand, globale Vernetzung und die Allgegenwärtigkeit technischer Medien bewirken eine Größe von oftmals vielen Millionen Benutzern oder vernetzten Rechnern zusammen mit der entsprechenden Dynamik. Für diese Systeme müssen wir das Ziel einer globalen Optimalität aufgeben. Vielmehr müssen wir unsere Bemühungen darauf konzentrieren, selbst-regulierende und selbst-reparierende Mechanismen zu finden, die dezentralisiert, skalierbar und in der Lage sind, sich an Veränderungen in ihrer Umgebung anzupassen und das System in einem akzeptablen Zustand zu erhalten, um unerwünschte und instabile Zustände des Systems zu vermeiden.

Ziel des Projektes ist es, durch interdisziplinäre Bemühungen der Informatik, Physik, Biologie und Wirtschaft Methoden, Techniken und Werkzeuge zu entwickeln, die die Herausforderungen solcher Systeme bewältigen können. Die Karlsruher Projektgruppe beteiligt sich am Teilprojekt 1 über "Überwachung, Visualisierung und Analyse von großen dynamischen, sich entwickelnden Informationssystemen". Ziel dieses Teilprojekts ist es, Konzepte, theoretische Grundlagen, Algorithmen, Werkzeuge, Prototypen und Software-Plattformen zu entwickeln, die helfen, diese komplexen Informationssysteme zu erfassen, zu verstehen und entsprechend graphisch aufbereitet wiederzugeben.

Ein Teilaspekt, den wir derzeit intensiv betrachten, ist einerseits die Entwicklung abstrakter Merkmale eines Netzwerkes, wie zum Beispiel die Verteilung von Knotengraden, Gruppenstruktur und von Hierarchien, andererseits aber auch die Bedeutung dieser dyna-

mischen Evolution für den einzelnen Knoten. Eine typische Fragestellung wäre etwa zu untersuchen, wie die grobe Struktur des Internets wächst: durch eine stetige Verdichtung der Netzstruktur und dem Hinzufügen von mittelfristig unwichtigen Knoten oder etwa durch gleichmäßiges Hinzufügen von Knoten verschiedenster Zentralität.

Erste Schritte in diese Richtung waren Untersuchungen verschiedener Netzwerktopologien im Internet, unterstützt durch analytische Visualisierungen. Ein Beispiel ist eine Analyse der Korrelation von Peer-to-Peer-Netzwerken im Internet mit der darunter liegenden physikalischen Netzstruktur. Diese Publikation gereichte der Universität Karlsruhe zu einem "Outstanding Paper Award".

### **EU-Projekt CREEN: Critical events in evolving networks**

*(T. Schank, D. Wagner)*

Ziel des Projektes ist die Entwicklung neuer Methoden, um aufkommende kritische Ereignisse in dynamischen Netzwerken zu erkennen. Im vergangenen Jahr wurde das Netzwerkanalyseprogramm visone um dynamische Graphdatenstrukturen erweitert. In diesem Zusammenhang wurde auch das verwendete Dateiformat graphml erweitert. Weiterhin wurden Methoden zur Visualisierung dynamischer Graphen, die im Jahr 2006 implementiert wurden, weiter verbessert.

In Zusammenarbeit mit unseren Projektpartnern an der Universität Warschau wurde die Animation des "Sandpile-Avalanche"-Modells erweitert. Es zeigt nun auch den Status der hochgradigen Knoten durch Positionierung im Layout an. In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner an der Universität Liege wurde eine dynamische Visualisierung des so genannten "Copying"-Modells implementiert. Im Bereich Netzwerkgenerierung wurde ein Modell entwickelt, das eine Verteilung der Knotengrade gemäß dem Modell linearer Bevorzugung erzeugt, aber auch im Gegensatz zur linearen Bevorzugung für zunehmende Größe der Graphen eine nicht triviale Kernstruktur aufweist.

### **EU-Projekt ARRIVAL: Algorithms for Robust and online Railway optimization: Improving the Validity and reliability of Large scale systems**

*(D. Delling, S. Meinert, D. Wagner)*

Bei ARRIVAL handelt es sich um das Nachfolgeprojekt des EU-Projekts AMORE, an dem unser Lehrstuhl bereits beteiligt war. Wie bei AMORE ist das Ziel des neuen Projektes die Optimierung des vielleicht komplexesten und umfangreichsten Transportproblems: Die Optimierung des Eisenbahnsystems. Im Gegensatz zu AMORE liegt der Hauptschwerpunkt von ARRIVAL auf dem robusten Planen und dem Planen in Online-Szenarios, zwei wichtigen aber bislang nicht untersuchten Aspekten.

Bei Eisenbahnsystemen müssen mehrere Planungsstufen berücksichtigt werden, z. B. Netzplanung, Fahrplanerstellung, Zusammenstellung der Züge, Zuweisung des Zugpersonals, aber auch Verspätungsmanagement. Ein Schwerpunkt unseres Lehrstuhls ist die Fahrplaninformation in Online-Szenarios. Dabei können Fahrpläne mit berücksichtigten Verspätungsinformationen als dynamische Graphen modelliert werden. Eine Anfrage einer

möglichen Zugverbindung kann dann mittels eines kürzesten Weges in dem zugehörigen dynamischen Graphen ermittelt werden. Daher liegt unser Hauptaugenmerk auf der Berechnung von kürzesten Wegen in dynamischen Graphen. Die Herausforderung liegt in der Größe der Graphen: Ein Modell, das ganz Europa abdeckt, führt sehr schnell zu sehr großen Graphen. Aus diesem Grund liegt ein weiterer Schwerpunkt auf der Verbesserung bestehender kürzester-Wege Algorithmen (siehe Abschnitt kürzeste Wege).

### Kürzeste-Wege-Findung

*(D. Delling, M. Holzer, F. Schulz, D. Wagner)*

Das klassische Kürzeste-Wege-Problem, bei dem in einem Netzwerk ein kürzester (schnellster etc.) Weg von einem Start- zu einem Zielknoten gesucht wird, ist zentraler Bestandteil vieler Algorithmen und liegt nicht zuletzt Anwendungen wie Routenplanern oder Fahrplanauskunftssystemen zugrunde.

In einer Arbeit wurde die am Lehrstuhl entwickelte Multi-Level-Technik zur Berechnung von kürzesten Wegen in einigen Punkten verbessert sowie eine umfassende experimentelle Studie unter Berücksichtigung verschiedener Netzwerke erstellt. Darüber hinaus konnte im Rahmen einer Diplomarbeit eine weitergehende Verfeinerung erzielt werden, so dass in Folge einer intensiven Vorberechnung ausgewählter kürzester-Wege-Anfragen auf einem Europa-Straßengraphen im Mikrosekundenbereich beantwortet werden können.

In Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Sanders wurde außerdem die dort entstandene Technik der Highway Hierarchies verbessert. Eine erweiterte Fragestellung ist gegeben, wenn gleichzeitig kürzeste Wege zwischen mehreren Start- und Zielknoten berechnet werden sollen; dieses Problem wurde in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Sanders und der PTV AG bearbeitet.

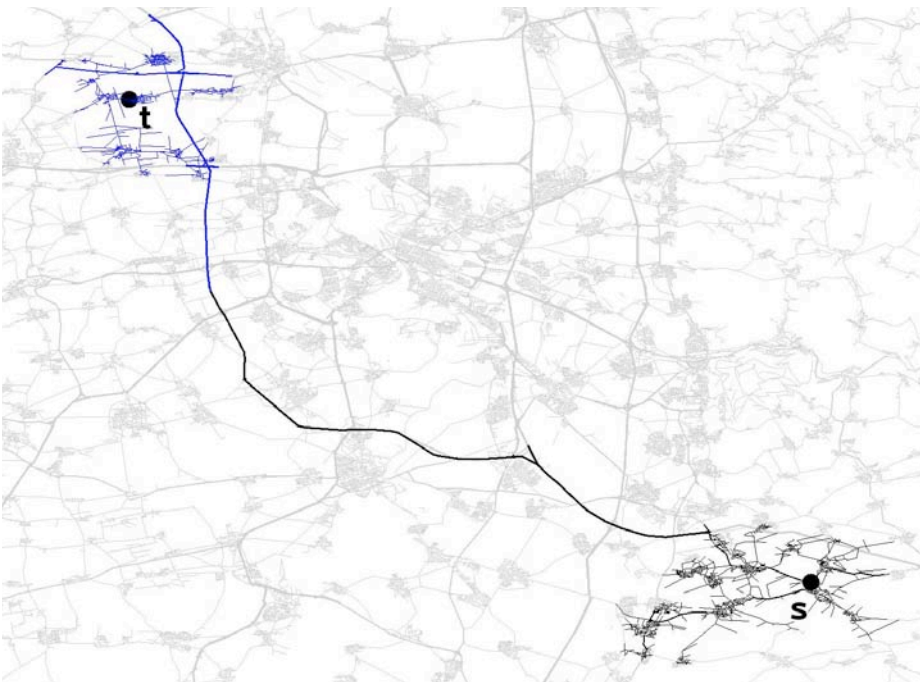


Abb. 1:  
Bestimmung eines  
kürzesten Weges  
ohne Stau

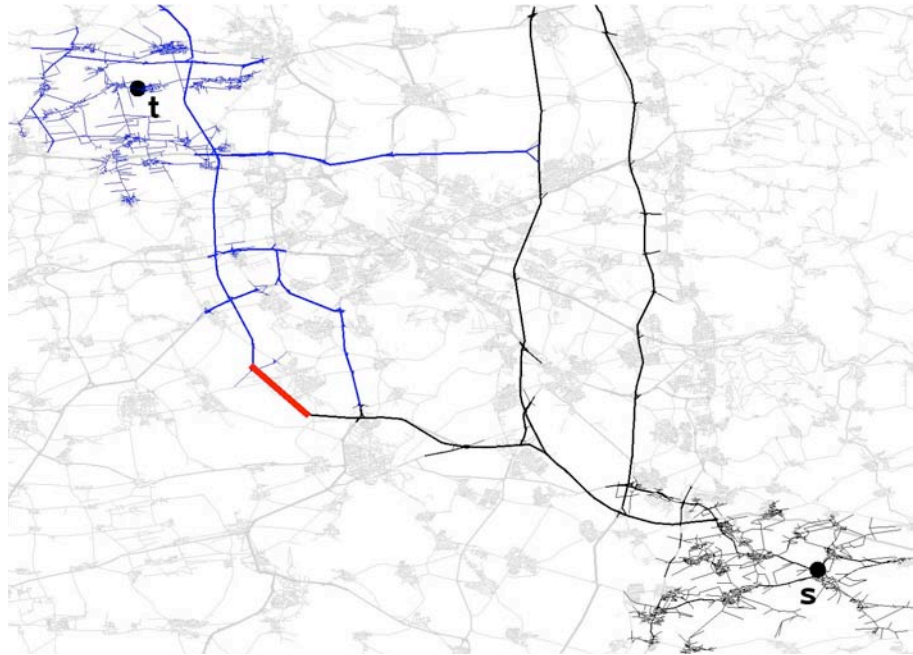


Abb. 2:  
Bestimmung eines  
kürzesten Weges  
mit Stau (rot)

In Zusammenarbeit mit amerikanischen Kollegen der Virginia Tech-Universität und der Arizona State University wurden multimodale Aspekte des Problems untersucht, d. h. einschränkende Bedingungen an kürzeste Wege, mit denen z. B. Abbiegeverbote oder der Einsatz unterschiedlicher Verkehrsmittel modelliert werden können. Neben der Erweiterung und Verbesserung bestehender Techniken wurde auch ein dynamisches Modell betrachtet, bei dem das Netzwerk verändert werden kann, bei Straßennetzwerken beispielsweise durch Staus. Dazu wurde unter anderem ein Algorithmus evaluiert, der gegenüber solchen Veränderungen robust ist; eine leichte Verschlechterung der Anfragezeit, die in den meisten Fällen allerdings sehr gering ausfällt, wird hierbei in Kauf genommen.

### Algorithmen für Sensornetze

(B. Katz, S. Mecke, D. Wagner)

Sensornetze bestehen aus Tausenden kleiner Computer, die selbstorganisierend gemeinsame Ziele erfüllen müssen. Diese reichen von der Überwachung von Gebäuden über Umweltmessungen und Analyse lebensfeindlicher Gebiete bis zur Kontrolle von Körperfunktionen zu medizinischen Zwecken. Die Herausforderungen auf diesem Gebiet bestehen darin, die für sich genommen sehr leistungsschwachen Geräte dazu zu bringen, selbstorganisierend zusammenzuarbeiten.

An unserem Institut bemühen wir uns darum, klassische Algorithmen und Techniken an die neuen Herausforderungen anzupassen. So etwa lässt sich Routing als Kürzeste-Wege-Problem formulieren. Dabei sind in Sensornetzen gleichzeitig Aspekte wie Robustheit im Angesicht fehlerträchtiger Hardware und störungsempfindlicher Funkverbindungen oder auch Vertraulichkeit, Authentizität zu berücksichtigen. Allgemeiner versuchen wir, herkömmliche Modelle zu verbessern, um klassische Ergebnisse oder Lösungsstrategien an die neuen Bedingungen anzupassen.

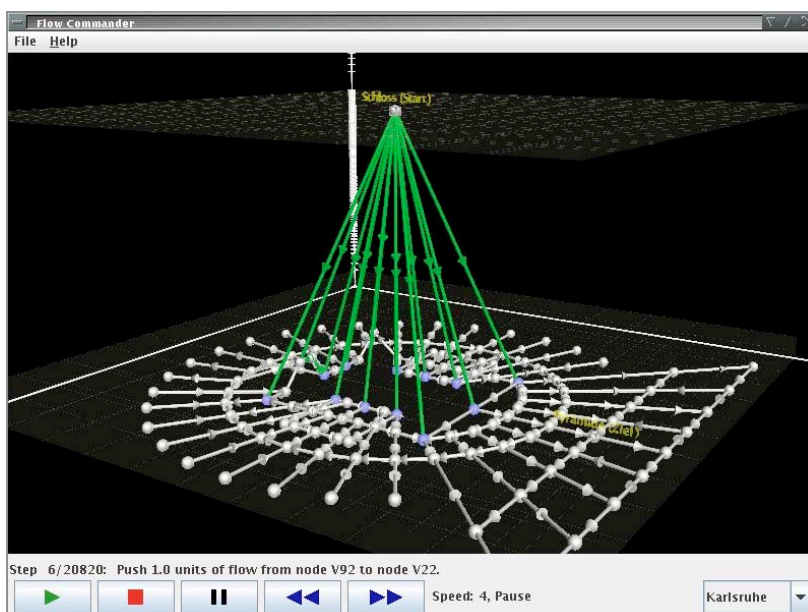
Ein weiteres grundlegendes Problem in Sensornetzwerken, deren Knoten oft kein GPS zur Verfügung steht, ist die Bestimmung der Knotenpositionen, ohne die gemessene Daten oft wertlos sind, und deren Kenntnis auch Voraussetzung vieler weiterführender Algorithmen ist. Aus der Aufgabe, kooperativ aus lokalen Messungen der Entfernung oder Peilung naher Knoten deren räumliche Verteilung zu rekonstruieren, ergeben sich aus algorithmischer Sicht zunächst Fragen nach der Modellierung und Komplexität solcher Lokalisierungsprobleme, aber auch nach effizienten verteilten Verfahren zu deren approximativen oder heuristischen Lösung. Die Lokalisierung in Sensornetzwerken ist ein Teilprojekt des DFG-Graduiertenkollegs 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke".

Für weitere Informationen siehe <http://grk1194.uni-karlsruhe.de/>

## Visualisierung von Graphenalgorithmen

(R. Görke, S. Mecke, D. Wagner)

Algorithmen für Graphen sind oft sehr hübsch anschaulich nachvollziehbar, ihre Darstellung - zum Beispiel auf Papier oder Tafel - ist aber häufig schwierig. Aus diesem Grund entwickeln wir ein Werkzeug ("AlgoVis3D"), das es ermöglichen soll, in Java implementierte Graphenalgorithmen dreidimensional im Computer darzustellen. Dieses Tool wurde von uns bereits bei zwei Gelegenheiten eingesetzt: bei einem Beitrag zum "Algorithmus der Woche", einer Initiative des Fakultätentags Informatik, die sich vor allem an Schüler richtete, sowie dem Praktikum "Algorithm Engineering", bei dem die Studenten selber Algorithmen implementieren und visualisieren durften. Großen Wert legen wir dabei darauf, dass die für die Darstellung nötigen Befehle sich möglichst mühelos zum Code des eigentlichen Algorithmus hinzufügen lassen. Zudem erreichten wir eine "Honorable Mention (shared 1<sup>st</sup> place)" beim "Freestyle Contest" der internationalen Konferenz "Graph Drawing 2006". Wir planen, unser Tool auch weiterhin vor allem in der Lehre einzusetzen.



*Schnappschuss von der Visualisierung eines Flussalgorithmus im Karlsruher Straßennetz.*

## DFG-Projekt "Analyse und Visualisierung sozialer Netzwerke"

(M. Baur, T. Schank, D. Wagner)

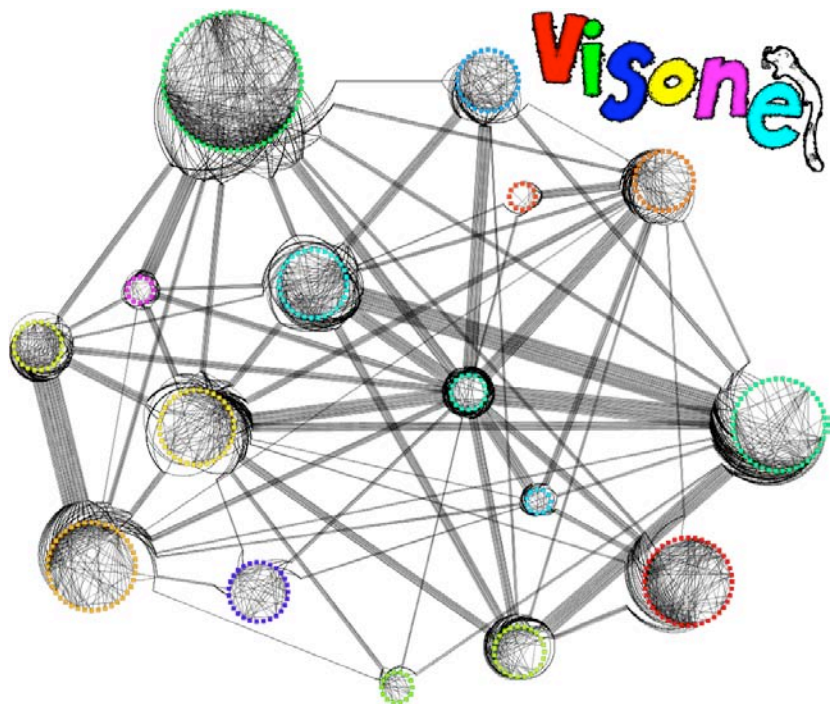
Dieses von der DFG geförderte Projekt wird in Kooperation mit Prof. Dr. Ulrik Brandes von der Universität Konstanz durchgeführt. Die Analyse von Netzwerken von Akteuren (etwa Personen, Organisationen oder Dingen) mit dem Ziel der Beschreibung oder Erklärung von Strukturen und Vorgängen ist ein wichtiges Thema in den Sozialwissenschaften. Analysemethoden für diese sozialen Netzwerke basieren beispielsweise auf Berechnungen von strukturbeschreibenden Kennzahlen wie Zentralität, von strukturellen Rollen, Zerlegungen und Klassifikationen der Netzwerke.

Visualisierungen von Netzwerken wurden in den Sozialwissenschaften bisher hauptsächlich zur Darstellung von Analyseergebnissen verwendet, nicht aber zur Unterstützung im Prozess der Analyse. Auch die algorithmische Forschung hat diesem Gebiet bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Zwar gibt es eine Reihe von Algorithmen für die Visualisierung von Netzwerken, Fragestellungen, wie sie bei der Analyse sozialer Netzwerke relevant sind, decken diese jedoch nicht ab.

In diesem Projekt werden in Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftlern neue Algorithmen zur Integration von Analyse und Visualisierung relevanter struktureller Merkmale entwickelt. Nachdem früher beispielsweise die Berechnung akteursbezogener Größen wie etwa Zentralitäten und strukturelle Rollen betrachtet worden waren, richtete sich das Augenmerk im abgelaufenen Jahr besonders auf aussagekräftige Darstellungen von Gruppen und Visualisierungstechniken für sich verändernde Netzwerke. Im Software-Tool visone stehen diese Methoden über eine intuitiv zu bedienende Oberfläche Anwendern aus Forschung und Lehre zur Verfügung.

Weitere Informationen und Download: <http://visone.info>

*Visualisierung von Kommunikationsbeziehungen in visone. Durch die Bündelung von Akteuren und Verbindungen gleicher Gruppen wird gleichzeitig die Kommunikation zwischen einzelnen Akteuren als auch zwischen Gruppen erkennbar.*



## GraphDB: Ein System zur Archivierung und zum Austausch großer Graphen

(S. Meinert, D. Wagner)

Das im Rahmen des Schwerpunktprogrammes Nr. 1126 geförderte Projekt GraphDB wurde in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Kaufmann von der Universität Tübingen bereits 2005 begonnen. Im Rahmen des EU-Projektes ARRIVAL kamen neue Anforderungen an das Softwaresystem hinzu. Dazu gehören insbesondere Datensicherheit, Datenschutz, verbesserte Arbeitsabläufe sowie ein verbesserter Datendurchsatz, welche in das bestehende System integriert wurden.

Das Softwaresystem GraphDB ermöglicht den Austausch und die Archivierung großer Graphen-Datensätze. Es können Graphgruppen, Graphen sowie Metadaten im System erstellt werden. Graphen und Graphengruppen können Metadaten zugewiesen werden, die die Elemente weiter spezifizieren. Mittels Suchfunktionen über diesen Metadaten können Graphen bzw. Graphengruppen gefunden und heruntergeladen werden. Mit den neuen Anforderungen wurden Sicherheitsfunktionen eingeführt, die die Sichtbarkeit der Elemente für andere Nutzer einschränkt. Dazu muss beim Anlegen der Datensätze nun eine Zugriffsberechtigung zugewiesen werden. Das Hauptaugenmerk liegt derzeit in der Aufbereitung, Analyse und Archivierung von Eisenbahn-Graphen.

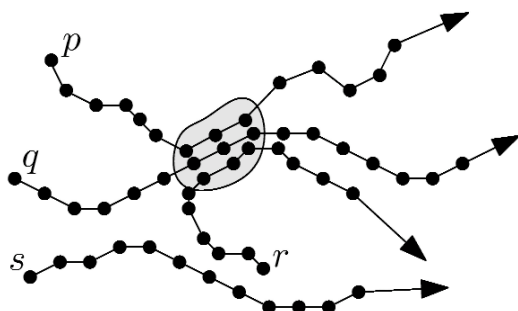
Aktuelle Informationen über GraphDB: <http://www.graph-archive.org>

## GEONET (GEOmetrische NETzwerke und ihre Visualisierung)

(M. Benkert, M. Nöllenburg, A. Wolff)

GeoNet (Geometrische Netzwerke und ihre Visualisierung) ist ein Forschungsprojekt, das die DFG im Rahmen des "Aktionsplans Informatik" fördert, um Nachwuchswissenschaftlern beim Aufbau ihrer eigenen Arbeitsgruppe zu helfen. Das Projekt hat am 1. April 2003 begonnen und wird maximal fünf Jahre lang finanziert. Geometrische Netzwerke sind Graphen, deren Knoten Punkten in einem metrischen Raum entsprechen. Im Projekt GeoNet bearbeiten wir u. a. mit Methoden der algorithmischen Geometrie, der Graphentheorie und der linearen Optimierung die folgenden drei Teilgebiete:

- Konstruktion - Objekte mit gegebener Lage im Raum sollen verbunden werden und dabei gewisse positive Eigenschaften erfüllen, wie etwa Kürze der Verbindungen beliebiger Objektpaare.
- Analyse - Ein Beispiel: Bewegungsdaten von Karibus in Alaska werden untersucht, um herauszufinden, wann die Tiere Herden bilden. Das erlaubt Rückschlüsse auf das Sozialverhalten der Tiere.

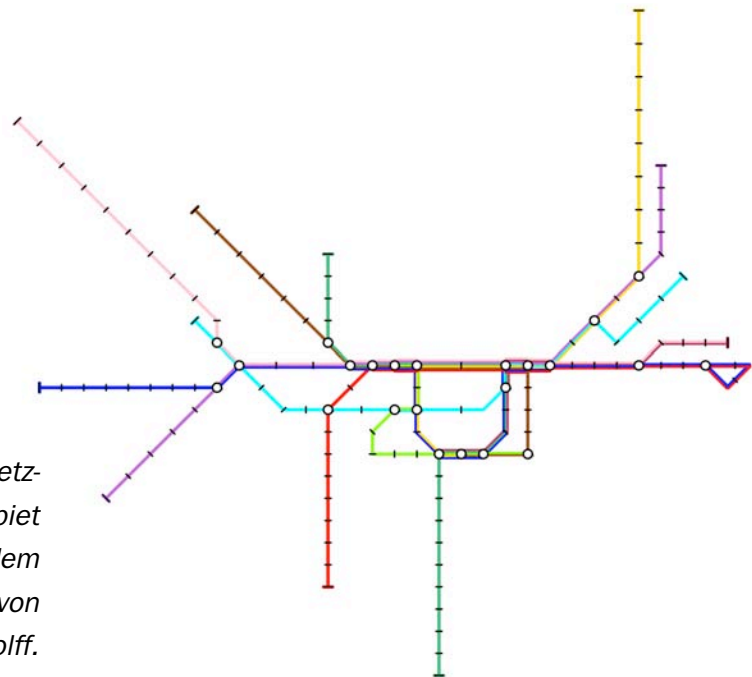


Analyse - Die Tiere  $p$ ,  $q$  und  $r$  bilden für 3 Zeitschritte eine Herde.



- Visualisierung - Geometrische Netzwerke sollen so dargestellt werden, dass die zu vermittelnden Informationen vom Betrachter leicht abgelesen werden können. Ein eingängiges Beispiel sind U-Bahnlinienpläne, bei denen die zugrunde liegende Geometrie zugunsten einer klaren schematischen Darstellung des Netzwerks verzerrt, aber nicht aufgehoben werden soll (siehe Abbildung).

Weitere Information: <http://i11www.ira.uka.de/research/geonet>



Visualisierung - Der Liniennetzplan des KVV im Stadtgebiet Karlsruhe, berechnet mit dem Layoutverfahren von Nöllenburg und Wolff.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Aggarwal, V.; Feldmann, A.; Gaertler, M.; Görke, R.; Wagner, D.:** Analysis of Overlay-Underlay Topology Correlation using Visualization. In: Proceedings of the 5th IADIS International Conference WWW/Internet Geometry. Murcia, Spain, 05.-08.10.2006. S. CD-ROM

**Benkert, M.; Gudmundsson, J.; Haverkort, H.; Wolff, A.:** Constructing interference-minimal networks. In: Proceedings of the 32nd

International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM'06). Hrsg.: Wiedermann, J.; Stuller, J.; Tel, G.; Pokorný, J.; Bieliková, M.; Merin, Czech Republic, 21.-27.01.2006. Springer, 2006, S. 166-176, (Lecture Notes in Computer Science; 3831)

**Benkert, M.; Gudmundsson, J.; Hübner, F.; Wolle, T.:** Reporting flock patterns. In: Proceedings of the 14th Annual European Symposium Algorithms (ESA'06). Hrsg.: Azar, Y.; Erlebach, T.; Zürich, 11.-13. 09. 2006.

Springer, 2006, S. 660-671, (Lecture Notes in Computer Science; 4168)

**Benkert, M.; Gudmundsson, J.; Knauer, C.; Moet, E.; van Oostrum, R.; Wolff, A.:** A polynomial-time approximation algorithm for a geometric dispersion problem. In: Proceedings of the 12th Annual International Computing Combinatorics Conference (COCOON'06). Hrsg.: Chen, D.; Lee, D.-T.; Taipei, Taiwan, 15.-18.08.2006. Springer, 2006, S. 166-175, (Lecture Notes in Computer Science; 4112)

**Bereg, S.; Mutsanas, N.; Wolff, A.:** Matching Points with Rectangles and Squares. In: Proceedings of the 32nd International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM'06). Hrsg.: Wiedermann, J.; Stuller, J.; Tel, G.; Pokorný, J.; Bieliková, M.; Merin, Czech Republic, 21.-27.01.2006. Springer, 2006, S. 177-186, (Lecture Notes in Computer Science; 3831)

**Delling, D.; Gaertler, M.; Wagner, D.:** Generating Significant Graph Clusterings. In: Proceedings of the European Conference of Complex Systems ECCS. Oxford, United Kingdom, 25.-29.09.2006. S. www

**Gaertler, M.; Görke, R.; Wagner, D.; Wagner, S.:** How to Cluster Evolving Graphs. In: Proceedings of the European Conference of Complex Systems ECCS. Oxford, United Kingdom, 25.-29.09.2006. S. www

**Halldórsson, M.; Wolff, A.; Tokuyama, T.:** Improved Fixed-Parameter Algorithms for Non-Crossing Subgraphs. In: Proceedings of the ICALP Affiliated Workshop on Improving Exponential-Time Algorithms (iETA'06). Venice, Italy, 16.07.2006. S. 31-38

**Hauert, J.-H.; Wolff, A.:** Generalization of Land Cover Maps by Mixed Integer Program-ming. In: Proceedings of the 14th International ACM Symposium Advances in Geographic Information Systems (ACM-GIS'06). Arlington, VA, USA, 10.-11.11.2006. New York: ACM Press, 2006, S. 75-82

**Holzer, M.; Schulz, F.; Wagner, D.:** Engineering Multi-Level Overlay Graphs for Shortest-Path Queries. In: Proceedings of the 8th Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX 2006). Miami, Florida, USA, 21.01.2006. SIAM, 2006, S. 156-170, (Proceedings in Applied Mathematics; 129)

**Nöllenburg, M.; Wolff, A.:** A Mixed-Integer Program for Drawing High-Quality Metro Maps. In: Proceedings of the 13th International Symposium on Graph Drawing (GD'05). Hrsg.: Healy, P.; Nikolov, N.; Limerick, Ireland, 12.-14.09.2006. Springer, 2006, S. 321-333, (Lecture Notes in Computer Science; 3843)

**Reinbacher, I.; van Kreveld, M.; Adelaar, T.; Benkert, M.:** Scale dependent definitions of gradient and aspect and their computation. In: Proceedings of the 12th International Symposium Spatial Data Handling (SDH'06). Hrsg.: Riedl, A.; Kainz, W.; Elmes, G.; Wien, Österreich, 12.-14.07.2006. S. 863-879

### Beiträge in Zeitschriften

**Benkert, M.; Wolff, A.; Widmann, F.; Shirabe, T.:** The minimum Manhattan network problem: Approximations and exact solutions. In: Computational Geometry: Theory and Applications, Band 35, Heft 3, 2006, S. 188-208

**Cornelsen, S.; Wagner, D.:** Completely Connected Clustered Graphs. In: Journal of Discrete Algorithms, Band 4, Heft 2, 2006, S. 313-323

**Daescu, O.; Mi, N.; Shin, C.-S.; Wolff, A.:** Farthest-point queries with geometric and combinatorial constraints. In: Computational Geometry: Theory and Applications, Band 33, Heft 3, 2006, S. 174-185

**Forschungsbereich**

**Spracherkennung und  
Übersetzung;  
Handschriftenerkennung;  
Multimodale  
Benutzerschnittstellen**

**Institut für Theoretische Informatik**

Leiter:	Prof. Dr. A. Waibel
Sekretärin:	S. Dannenmaier, A. Römer
Wiss. Assistent:	Dr. R. Stiefelhagen
Wiss. Mitarbeiter:	K. Bernardin (F), M. Danninger (F), M. Eck (F, bis 15.01.2006), H. Ekenel (F), C. Fügen (F), P. Gieselmann, H. Holzapfel, M. Kolss (F), F. Kraft (F), K. Kumatani (F), T. Köhler (F, bis 15.01.2006), K. Laskowski (F, bis 30.11.2006), Dr. J. McDonough (F, bis 31.12.2006), Dr. S. I. Mohamed (F, bis 31.08.2006), K. Nickel (F), M. Paulik (F), J. Reichert (bis 30.11.2006), C. Rochet (F), M. Rödder (F), S. Stüker (F), D. Valsan (F), M. Voit (F), M. Wölfel (F), A. Zollmann (ab 01.02.2006)
Techn. Mitarbeiter:	G. Flaherty (F, bis 15.01.2006)

**Projekt CHIL - Computers in the Human Interaction Loop**

*(K. Bernardin, M. Danninger, H. Ekenel, C. Fügen, F. Kraft, K. Kumatani, K. Laskowski, J. McDonough, S. I. Mohamed, K. Nickel, C. Rochet, M. Rödder, R. Stiefelhagen, S. Stüker, D. Valsan, M. Voit, M. Wölfel)*



Im Januar 2004 übernahm ISL die wissenschaftliche Koordination des Projektes CHIL - Computers In the Human Interaction Loop, welches als Integrated Project im 6. Rahmenprogramm der EU bis Juli 2007 gefördert wird. Das Projektkonsortium besteht aus 15 internationalen Forschungsgruppen und wird gemeinsam vom ISL (wissenschaftliche Koordination) und Fraunhofer IITB (Administrative Koordination) geleitet. Insgesamt arbeiten am Projekt ca. 100 Wissenschaftler.

Ziel dieses Projektes ist es, Räume zu entwickeln, in denen Computer Menschen bei ihrer Interaktion mit anderen Personen unterstützen. Dabei soll sich der Mensch auf seine eigentlichen Aufgaben und die Kommunikation mit den anderen Menschen konzentrieren können, anstatt einen Computer aktiv zu bedienen. Computer stehen dabei im Hintergrund und versuchen, elektronischen Butlern gleich, die Tätigkeiten, Absichten und Bedürfnisse des Menschen zu erkennen. Unsere CHIL-Dienstleistungen werden, unter Berücksichtigung des gesamten erkannten Kontexts, den Menschen ohne Störung unterstützen und dabei nur ein Minimum an menschlicher Aufmerksamkeit benötigen. Um diese Vision in die Tat umzusetzen, werden in CHIL folgende Forschungsthemen bearbeitet:

- Multimodale perzeptive Mensch-Maschine Schnittstellen, die die gesamten erhältlichen Merkmale beobachten, erkennen und interpretieren, um zwischenmenschliche Aktivitäten und Absichten zu erkennen.
- Eine Palette von CHIL-Dienstleistungen, welche das CHIL-Paradigma auf der Grundlage von Kontextbeobachtung und des Verständnisses menschlicher Aktivitäten instanzieren.
- Eine Infrastruktur, welche die CHIL-Dienstleistungen unterstützt. Forschungsthemen beinhalten hier autonomes Rechnen, sich selbst heilende und pflegende Software, flexible Architekturen und eine vernetzte Infrastruktur, die eine dynamische Integration verschiedenster Komponenten ermöglicht.

Die Gruppe Waibel arbeitet innerhalb des Projekts an folgenden Forschungsthemen:

- Spracherkennung mit Nahbesprechungs- und entfernten Mikrofonen bzw. Mikrophonarrays
- Audio-visuelle Spracherkennung
- Akustische Sprecherlokalisierung
- Emotionserkennung
- Visuelle Perzeption: Personendetektion und -verfolgung, Gesichtsdetektion, Identifikation von Gesichtern, Blickrichtungserkennung, Articulated Body Tracking
- Multimodale Personenverfolgung und -erkennung
- Audio-visuelle Analyse von Situationen und Aktivitäten
- Integrierte CHIL-Services, welche Personen auf der Grundlage der Kontextbeobachtung bei ihrer Arbeit, Interaktion, etc. unterstützen

Im Jahr 2006 fanden die Evaluationen von CHIL-Technologien mit internationaler Beteiligung im Rahmen eines neuen Evaluationsworkshops statt ([www.clear-evaluation.org](http://www.clear-evaluation.org)). Ziel dieses Workshops, welcher von CHIL gemeinsam mit dem National Institute for Standards and Technologies (NIST), USA, ins Leben gerufen wurde, ist es, ein bisher fehlendes internationales Evaluationsforum für multimodale Technologien zur Perzeption von Menschen bereitzustellen. Mehr als 60 Wissenschaftler aus aller Welt nahmen an dem Evaluations-Workshop in Southampton, Großbritannien, im April 2006 teil. CLEAR'06 war der erste einer jährlich stattfindenden Evaluationsserie; der nächste Workshop findet im Mai 2007 in den USA statt.



*ISL präsentiert seine Head Pose Estimation auf der IST-Konferenz in Helsinki, Finnland, November 2006.*

“Bester Aussteller“, diese Auszeichnung gewann das Projekt CHIL auf der IST-Konferenz in Helsinki, Finnland, im November 2006. Dafür baute CHIL einen Smart Room auf der Messe in Helsinki auf. Dieser stellte den etwa 2000 Besuchern des Standes die Forschungsergebnisse des Projekts und vor allem auch deren praktische Anwendungen so anschaulich dar, dass er von den Besuchern als einer der drei besten Aussteller erkoren wurde. Die Information-Society-Technologies Konferenz (IST) wird alle zwei Jahre von der Europäischen Kommission organisiert und ist eine der wichtigen europäischen Plattformen für Forschungsprojekte.

Für weitere Informationen siehe <http://chil.server.de>



*Der Chinesische Vize-Minister für Wissenschaft und Technologie, Dr. Wu Zhangze, erhält seinen persönlichen Bericht über seinen Besuch des CHIL-Standes in Helsinki.*

## EU-Projekt TC-STAR

(C. Fügen, M. Kolss, F. Kraft, M. Paulik, S. Stüker, M. Wölfel)



"Technology and Corpora for Speech to Speech Translation" (TC-STAR) ist ein integriertes Projekt innerhalb des sechsten Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union. Ziel des Projekts ist es, einen Durchbruch in der Forschung auf dem Gebiet der Sprach-zu-Sprach Übersetzung zu erzielen, um eine deutliche Annäherung der maschinellen an die menschliche Leistung zu erreichen. Der Fokus liegt dabei auf der Entwicklung neuer, möglicherweise revolutionärer, Algorithmen und Verfahren, die relevantes, menschliches Wissen, das während der Übersetzung zur Verfügung steht, integrieren. TC-STAR hat eine Laufzeit von dreieinhalb Jahren.

Die Aktivitäten im Bereich der automatischen Spracherkennung konzentrierten sich im Frühjahr 2006 auf die Durchführung der zweiten TC-STAR Evaluation. Hierzu wurden Erkennungssysteme für die Sprachen Chinesisch und Englisch zusammengestellt. Für Chinesisch fokussiert sich die Erkennung auf die Domäne von Nachrichtensendungen, aufgenommen aus dem Radio und Fernsehen. Für Englisch liegt das Hauptaugenmerk auf der Erkennung der Debatten des Europäischen Parlaments. Forschungsaktivitäten im Bereich des diskriminativen Trainings von akustischen Modellen sowie in der Themenadaption für die Sprachmodellierung wurden aufgenommen. Nach Beendigung der Evaluation und Analyse der Ergebnisse wurde begonnen, die vorhandenen Techniken zu verbessern. Dazu wurde im Bereich der Aussprachemodellierung, der Dekodierstrategie, des akustischen Modelltrainings und der Sprachmodellierung gearbeitet. Seit Sommer laufen die Vorbereitungen für die dritte Evaluation im Rahmen von TC-STAR, um die erzielten Fortschritte zu messen.

Im Bereich Übersetzung gesprochener Sprache liegt der Fokus auf der Verbesserung korpusbasierter, lernender Übersetzungsverfahren. Für die zweite TC-STAR Evaluation im Frühjahr 2006 wurden Übersetzungssysteme für die Sprachrichtungen Chinesisch-Englisch, Englisch-Spanisch und Spanisch-Englisch trainiert. Hierbei kam ein verbessertes Phrasenextraktionsverfahren zum Einsatz, welches mehr Merkmale zur Bewertung bilingualer Phrasenpaare heranzieht. Im Anschluss an die Evaluation und die Analyse der Ergebnisse wurde an verbesserter Sprachmodellierung, alternativem Phrasenalignment sowie an stärker syntaxorientierten Dekodierstrategien gearbeitet, ferner an einer besseren Anpassung der Übersetzungskomponente an gesprochene Spontansprache. So konnte die automatische Segmentierung von Spracherkenner-Hypothesen in satzähnliche Segmente auf Basis von Sprachmodell- und akustischen Merkmalen verbessert werden. Die vollautomatische Segmentierung erlaubt über interaktive Übersetzungssysteme („Push-to-Talk“) hinaus eine effiziente vollautomatische Übersetzung kontinuierlicher Sprachströme, wie Vorträge und Parlamentsdebatten.

Veröffentlichungen und weitere Informationen: [www.tc-star.org](http://www.tc-star.org)

## SFB588 - Multimodaler Mensch-Maschine Dialog

(H. Ekenel, C. Fügen, P. Gieselmann, H. Holzapfel, F. Kraft, K. Nickel, R. Stiefelhagen, M. Voit)

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Humanoide Roboter – Lernende und kooperative multimodale Roboter“ beschäftigt sich der Lehrstuhl Prof. A. Waibel mit multimodalem Mensch-Roboter Dialog. Dabei werden Techniken entwickelt, die dem Benutzer eine möglichst natürliche und intuitive Interaktion mit einem Roboter ermöglichen. Hierzu gehören das Erkennen und Verstehen natürlicher Sprache sowie das visuelle Erfassen des Benutzers.

Im Berichtsjahr wurden mehrere Teilkomponenten zur visuellen Modellierung des Benutzers zu einem integrierten Benutzerverfolgungssystem vereinigt, das über erweiterte Fähigkeiten verfügt: audio-visuelles Lokalisieren mehrerer Benutzer gleichzeitig, Identifizieren der Benutzer anhand ihres Gesichts, Schätzen der Kopfdrehung und Erkennen von Zeigegesten. Aus der begrenzten Rechenkapazität, die an Bord des Roboters zur Auswertung der Datenströme der Kopfkameras und -mikrophone vorhanden ist, ergeben sich Einschränkungen, die bei der Realisierung besonders berücksichtigt werden mussten.

Die Fähigkeiten zu lernen, Wissen zu erweitern und sich an neue Situationen anzupassen gehören zu den Schlüsselqualitäten eines humanoiden Roboters. Um dies zu verwirklichen, wurden in diesem Jahr Lerndialoge implementiert und getestet, die es dem Roboter erlauben, indem er Fragen an eine Hilfsperson stellt, Informationen über die Semantik von neuen Wörtern und neu zu erlernenden Objekten zu erlangen. Ähnliche Lerndialoge wurden auch eingesetzt, um dem Roboter zu ermöglichen, neue Personen zu erkennen, kennen zu lernen, und so interaktiv und autonom eine Datenbank von Personen aufzubauen. Weitere Arbeiten beschäftigten sich mit der Analyse von Fehlersituationen und der Vermeidung von solchen.



*Multimodale Mensch-Roboter Interaktion mittels natürlicher Sprache und Gestik*

In der Spracherkennung konzentrierten sich die Arbeiten vor allem auf die Erhöhung der Robustheit bei der Verwendung von entfernten (far-field) Mikrofonen. Die hierbei angewandten Techniken zum Training der akustischen Modelle konnten durch die erfolgreiche Teilnahme an der 2006 NIST Rich Transcription Meeting Evaluation bestätigt werden. Speziell in der Küchenumgebung des SFB hat man bei Verwendung von entfernten Mikrofonen mit zusätzlichen Störgeräuschen zu kämpfen, weshalb die Sprachpausen-Detektion auf diese Situation angepasst wurde. Der im letzten Jahr begonnene halbautomatische Ansatz zum datengetriebenen Training von hybriden, d. h. aus Grammatiken und n-Grammen bestehenden Sprachmodellen wurde erfolgreich fertig gestellt und verknüpft nun die Vorteile von n-Grammen (Robustheit) mit Grammatiken (Kontextsteuerung, Sprachverstehen).

### **Interaktive Dialogsysteme**

*(P. Gieselmann, H. Holzapfel)*

Im Bereich interaktive Dialogsysteme beschäftigt sich der Lehrstuhl von Prof. A. Waibel mit neuen Ansätzen, um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu verbessern. Dialogsysteme dienen nicht nur der Steuerung von Maschinen, PC und dem Einsatz im Call-Center, sondern werden auch in interaktiven Systemen, wie zum Beispiel beim Einsatz im SFB588 zur Interaktion mit humanoiden Robotern notwendig, um eine natürliche und intuitive Mensch-Maschine-Kommunikation zu ermöglichen.

Dialogsysteme steuern die Interaktion zwischen den Kommunikationspartnern und müssen hierzu verstehen, was Personen sprechen. Sie müssen multimodale Interaktion verstehen sowie die Situation und den Kontext erfassen, um geeignete Aktionen, meist in Form von Sprachausgabe, auszuwählen oder zu planen. Unsere Arbeiten in diesem Bereich beschäftigten sich mit dem Verstehen natürlicher Sprache, dem Erkennen von Fehlersituationen und dem Vermeiden von Fehlern. Darüber hinaus arbeiten wir an Kontextsteuerung, Entwicklung von Dialogstrategien, multilingualer Sprachverarbeitung, multimodaler Datenverarbeitung, Lernverfahren für Dialogstrategien sowie Lernen von neuem Wissen.

Im Berichtsjahr wurden Arbeiten hauptsächlich im Rahmen des SFB588 durchgeführt, wodurch die Mensch-Roboter-Kommunikation im Mittelpunkt der Forschung stand. Schwerpunkte der Arbeiten waren die enge Kopplung zwischen Spracherkenner und Dialogmanager, die effektive Fehlerbehandlung durch Fehlererkennung, interaktive Hilfe sowie mit Hilfe von Vergleichen der Fehlerbehandlung in Mensch-Mensch- bzw. Mensch-Roboter-Dialogen. Reinforcement, Lernen von Dialogstrategien sowie interaktive Lerndialoge, um neue Wörter und Objekte einzulernen oder auch Informationen über unbekannte Personen zu erlangen, waren weitere Forschungsthemen.



## Statistische Verfahren zur maschinellen Übersetzung

(M. Eck, M. Kolss, J. Reichert, A. Zollmann)

Übersetzung kommt in der Zeit der weltweiten Globalisierung eine Schlüsselrolle zu, da wirtschaftlicher und kultureller Austausch immer öfter über Ländergrenzen hinweg stattfindet und verschiedensprachige Partner umfasst. Ein Beispiel ist die erweiterte Europäische Union, bei der Übersetzungsaufgaben speziell für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Verwaltungsstrukturen ein sowohl finanzielles als auch verwaltungstechnisches hohes Ausmaß angenommen haben.

In Anbetracht der Verfügbarkeit, Kosten und Zeitkriterien kann ein maschinelles Übersetzungssystem in manchen Bereichen eine Alternative zum menschlichen Übersetzer sein. Datengetriebene Ansätze, die aus parallelen Texten ihre Übersetzungsmodelle generieren, sind besonders geeignet, schnell an neue Sprachen und neue Domänen angepasst zu werden. Die hierfür erforderlichen Trainingsdaten sind allerdings häufig nicht für jedes Sprachenpaar in ausreichender Menge verfügbar. Um diesem Problem zu begegnen, haben wir mit der Kaskadierung von Übersetzungssystemen experimentiert, insbesondere mit der Übersetzung über die Zwischensprache Englisch, da Englisch häufig Bestandteil bilingualer Textkorpora ist. Eine Verbesserung der Übersetzungsqualität konnte durch die Verwendung eines standardisierten und mit linguistischem Wissen angereicherten Englisch als Zwischensprache erzielt werden. Gegenüber traditionellen Übersetzungssystemen, die schnelle Adaptierbarkeit an neue Sprachen durch die Verwendung einer formalen semantischen Zwischenrepräsentation (Interlingua) erreichen, kann bei unserem Verfahren auf die aufwendige manuelle Erweiterung der verwendeten Interlingua für jede neue Domäne sowie auf die Erstellung von Analyse- und Generierungsgrammatiken von Hand verzichtet werden.

Für die automatische Übersetzung von Parlamentsdebatten, aber auch von Nachrichtensendungen, wurden unsere bestehenden Übersetzungssysteme um Sprachmodelle mit größerem Sprachkontext und bessere Verfahren zur Extraktion bilingualer Phrasenpaare erweitert und mit stärker syntaxbasierten Phraseextraktions- und Dekodierstrategien experimentiert. Der Prototyp eines automatischen Vortragsübersetzungssystems für Vorträge und Parlamentsdebatten wurde weiterentwickelt, mit besserer Anpassung an gesprochene Spontansprache und für das Übersetzungssystem optimierter selbständiger Segmentierung des Eingangs-Wortstroms. Ferner wurde ein erster Prototyp entwickelt, der als Service innerhalb von Telefonkonferenzen innerhalb einer begrenzten Domäne auf Abruf in Echtzeit Äußerungen aus dem Deutschen ins Englische übersetzt.

## Simultane Übersetzung eines freien Vortrags

(C. Fügen, M. Kolss, M. Paulik)

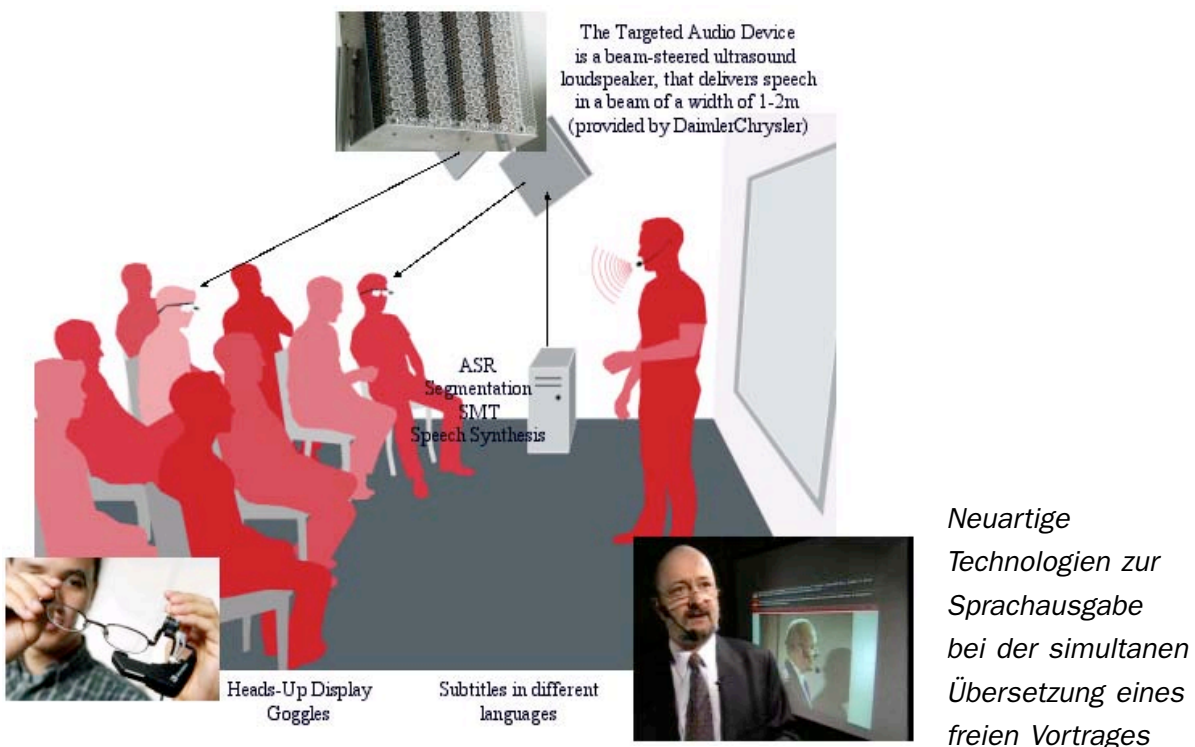
Konferenzen in den USA, Dienstreisen nach China, Verhandlungen mit Japan – für viele Menschen gehören solche Situationen heute zum Alltag. Je mehr die Welt zusammenwächst, umso mehr erfordert sie eine Kommunikation über verschiedene Sprachen hinweg. Beispielsweise möchten Studenten oder Konferenzbesucher fremdsprachige Vorträge oder Gespräche verstehen, ohne die Sprache selber zu beherrschen. Dies wird in absehbarer Zeit

möglich sein. Die Gruppe von Prof. Waibel arbeitet an der freien simultanen Sprachübersetzung vom Englischen ins Spanische und Deutsche. Zurzeit arbeiten die Wissenschaftler an einem System in umgekehrter Richtung, d. h. vom Deutschen ins Englische und erweitern die Übersetzung auch auf andere Sprachen, wie z. B. das Arabische.

Das Team ist von der Methode, dem Computer Grammatik oder Satzstellung beizubringen, abgerückt. Sie nutzen nun die großen Datenmengen des Internet, in dem tausende Dokumente, beispielsweise der Europäischen Union oder der Vereinten Nationen bereits übersetzt zu finden sind. Der Computer nutzt die übersetzten Texte, und lernt daran selbstständig unter Verwendung statistischer Übersetzungsverfahren nötige Vokabeln und Redewendungen. Er merkt sich zum Beispiel, welche Artikel vor einem Substantiv stehen, oder wie oft das Englische Wort „car“ mit Auto oder mit Waggon übersetzt wurde. Außerdem weiß er, dass die Wahrscheinlichkeit steigt, dass es sich um Waggon handelt, wenn von Zügen oder Bahnhöfen die Rede ist. Statistische Lern-Verfahren können automatisch ablaufen, ohne viel menschliches Zutun zu erfordern, und sie können die Leistung der resultierenden Übersetzer anhand der wachsenden Datenmengen immer weiter verbessern.

Die simultane Sprachübersetzung wiederum wird mit neuartigen Technologien ausgegeben: Ein mit Ultraschall arbeitendes Lautsprechersystem richtet einen akustischen Strahl auf einen bestimmten Zuhörer, dieser hört die Übersetzung, sein Nachbar jedoch bleibt davon ungestört. Wie ein Scheinwerfer, der sein Licht nur auf eine Person richtet, erreichen die Töne des „Sprachstrahls“ nur eine Person. Dieses System wurde im Integrated Project „CHIL“ von der DaimlerChrysler AG entwickelt.

Die schriftliche Form der Sprachübersetzung präsentiert interACT in so genannten „Sprachbrillen“. Diese Technologie projiziert die Simultanübersetzung in die Brille, der



Brillenträger kann den Text dort mitlesen. Eine praktische Form der Übersetzung, wenn der Zuhörer den Vortragenden sprechen hören will.

## Spracherkennung mit EMG-Signalen

(F. Kraft)

Für lautlose Spracherkennung, welche nur durch die Bewegung der Artikulatoren erfasst wird, lassen sich viele Anwendungsmöglichkeiten vorstellen: Sie sitzen in einer Besprechung, haben den Namen Ihres Gegenübers vergessen und erfragen bei Ihrem PC lautlos Informationen über ihn. Denkbar wäre auch, dass Sie einen wichtigen Anruf im Theater beantworten können, ohne Ihre Umgebung zu stören. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind Sprachsynthese und Spracherkennung für sprachbehinderte Menschen. Denkbar ist auch eine automatische Übersetzung der erkannten Sprache – damit wäre das Beherrschen von Sprachen, die man selber nicht spricht, möglich.

Erste Schritte in die Richtung der lautlosen Spracherkennung wurden am Institut von Prof. A. Waibel mit einem Erkennersystem vollzogen, welches elektrische Ströme auf der Hautoberfläche misst: die Oberflächen-Elektromyographie (EMG). Da unsere bei der Spracherzeugung bewegten Muskeln kleinste messbare Ströme erzeugen, wird gesprochene Sprache auch dann erkennbar, wenn man sie nicht hört, sondern nur die Artikulatoren bewegt. Diese Signale werden von Elektroden aufgenommen und von einem speziell entwickelten Rekorder digitalisiert und an den PC weitergeleitet. Unsere Software analysiert die digitalisierten Strom-Muster um Sprache zu erkennen.



*Elektroden-Setup für die Erkennung lautlos formulierter Sprache mit elektromyographischen Signalen (EMG).*

Ein erster Prototyp basierte noch auf sogenannten Ganzwortmodellen, was eine sehr große Trainingsdatenmenge für großes Vokabular voraussetzt. Aus diesem Grund wurden Silben und kontextabhängige Phoneme als Wortuntereinheiten in der EMG-Spracherkennung untersucht, um erstmals auch nicht trainierte Wörter erkennen zu können. Neben der Verbesserung der Erkennungsleistung durch eine neuartige EMG-spezifische Vorverarbeitung zeigte sich hierbei auch, dass die Zuverlässigkeit durch mehr Trainingsdaten wesent-

lich verbessert werden kann. Da große Trainingsdatenmengen wie in der akustischen Spracherkennung nicht vorliegen, sind Sprecherunabhängigkeit und insbesondere die kontinuierliche Erkennung beliebiger Sätze wichtiger Forschungsgegenstand.

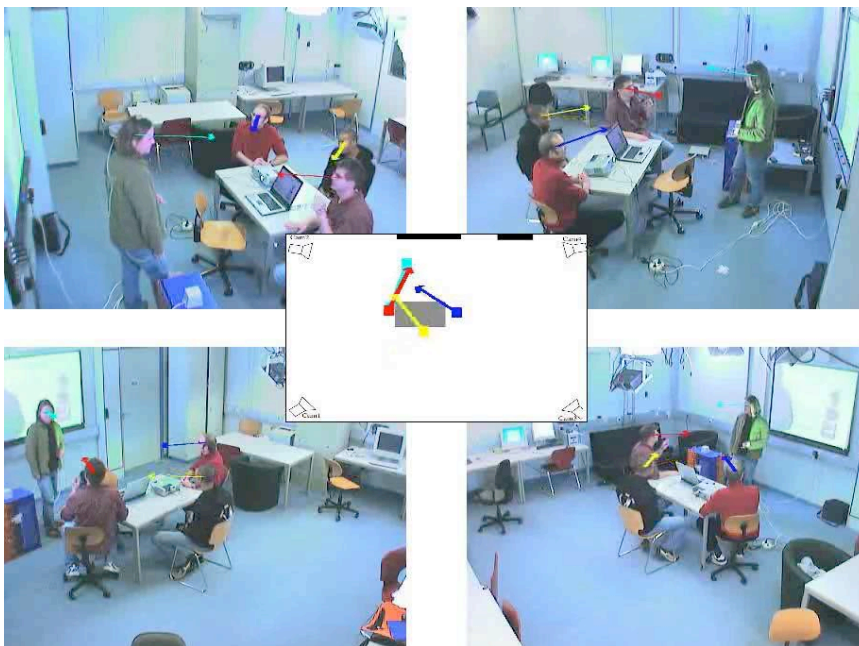
### **Maschinensehen für die Mensch-Maschine Interaktion**

(K. Bernardin, H. Ekenel, K. Kumatani, K. Nickel, R. Stiefelhagen, M. Voit)

Um zwischenmenschliche Interaktion zu verstehen, genügt es nicht, nur die sprachlichen Äußerungen von Menschen zu interpretieren, es müssen auch eine Vielzahl visueller Modalitäten erfasst und verstanden werden. Diese beinhalten bspw. die Körperhaltung, Mimik, Gesten und Gestikulation, Zeigegesten, Blickrichtung und Aufmerksamkeit von Personen. Ziel der Arbeitsgruppe ist es, maschinelle Ansätze für die visuelle Erfassung von Personen und ihrer Interaktion mit anderen zu entwickeln. Derzeitige Anwendungsszenarien sind die Entwicklung perceptiver intelligenter Räume (Projekt CHIL) sowie die Mensch-Roboter Interaktion (SFB Humanoide Roboter).

Schwerpunkte unserer Arbeiten liegen derzeit in folgenden Bereichen:

- 3D-Personenlokalisierung und -Verfolgung
- Detailliertes Tracking der Körperhaltung
- Gesichtserkennung (Identifikation)
- Schätzen von Kopfdrehung und Aufmerksamkeit
- Audio-Visuelle Analyse von Aktivitäten
- Erkennen von Zeigegesten
- Audio-Visuelle Spracherkennung



*Während einer Besprechung werden die Teilnehmer mit mehreren Kameras automatisch lokalisiert. Die verschiedenen Kameraansichten der Köpfe der Teilnehmer werden dann zur automatischen Schätzung von Kopfdrehungen und Aufmerksamkeit verwendet.*

Automatische  
 Lokalisierung und  
 Identifikation von  
 Personen, die in einen  
 Raum kommen.



### Microphone Arrays

(J. McDonough, C. Rochet, M. Wölfel)

Maschinelle Spracherkennung beschränkt sich inzwischen nicht mehr nur auf Forschungs-labors, sie hat den Sprung ins Wohnzimmer, Autos und Büros geschafft. Daher wird es immer wichtiger, die potentiellen Nutzer von der Notwendigkeit einer Benutzung von Nahbesprechungsmikrophonen zu befreien. Anordnungen mehrerer Mikrophone (Microphone-Arrays) in mittlerer und weiter Entfernung bieten eine mögliche Lösung für dieses Problem. Im Rahmen des EU-Projekts CHIL, Computers in the Human Interaction Loop, werden neue Techniken für den Einsatz von Microphone-Arrays zur automatischen Spracherkennung erforscht.

Zu diesem Zweck sind im Jahr 2006 mehrere Stunden Sprachdaten von Seminaren mit einem 64-kanaligen Microphone-Array aufgenommen worden. Es hat sich herausgestellt, dass die Spracherkennung mit einem Kanal von einem Microphone-Array zu einer Verdop-pelung der Wortfehlerrate im Vergleich mit einem Nahbesprechungsmikrofon führt. Das Standard Beamforming-Verfahren kann aber diese Wortfehlerrate wesentlich verkleinern. Daher werden neue Beamforming-Verfahren entwickelt, die nur zur Spracherkennung ge-dacht sind.

Ein System zur Lokalisierung eines sich bewegenden Sprechers ist auch ein wichtiger Bestandteil eines Spracherkennungssystems, das auf Nahbesprechungsmikrofone verzich-tet. Daher wurden in jüngster Zeit wesentliche Forschungsbemühungen auf die Entwick-lung eines solchen Systems gerichtet. Resultat ist eine starke Verkleinerung des Lokalisie-rungsfehlers seit Beginn des CHIL-Projekts. Es kommt häufig vor, wenn mehrere Menschen miteinander kommunizieren, dass zwei oder mehrere Sprecher gleichzeitig reden. Allerdings schätzt eine Gruppe Forscher, dass mehr als 50 Prozent aller gespro-chenen Sätze Sprache von mehr als einem Sprecher enthalten. Das führt zu einer wesent-lichen Verschlechterung der Leistung eines automatischen Spracherkennungssystem.

Hierbei können Microphone-Arrays auch nützlich sein. Durch Beamforming können die Stimmen von zwei gleichzeitig sprechenden Menschen getrennt werden. Dieses so genannte Speech-Separation-Problem ist auch ein Ziel der heutigen Forschung am Lehrstuhl von Prof. A. Waibel.

Alle Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://chil.server.de>

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Kumatani, K.; Stiefelhagen, R.:** Mouth Region Localization Method Based on Gaussian Mixture Model. In: Advances in Machine Vision, Image Processing, and Pattern Analysis. Hrsg.: Zheng, N.; Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, S. 115-124, (Lecture Notes in Computer Science; 4153/2006)

**Stüker, S.; Zong, C.; Reichert, J.; Cao, W.; Kolss, M.; Xie, G.; Peterson, K.; Ding, P.; Arranz, V.; Yu, J.; Waibel, A.:** Speech-to-Speech Translation Services for the Olympic Games 2008. In: Machine Learning for Multimodal Interaction. Hrsg.: Renals, S.; Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, S. 297-308, (Lecture Notes in Computer Science; 4299)

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden**

**Bernardin, K.; Elbs, A.; Stiefelhagen, R.:** Detection-Assisted Initialization, Adaptation and Fusion of Body Region Trackers for Robust Multiperson Tracking. In: Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition, ICPR. International Conference on Pattern Recognition, ICPR 2006, Hong Kong, China PR, 20.-24.08.2006. S. CD-ROM

**Wojek, C.; Nickel, K.; Stiefelhagen, R.:** Activity Recognition and Room Level Tracking in an Office Environment. In: Proceedings of the International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems. IEEE Int. Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems - MFI06, Heidelberg, 03.-06.09.2006. S. 25-30

**Danninger, M.; Kluge, T.; Stiefelhagen, R.:** MyConnector Predicting Analysis of Context Cues to Predict Human Availability for Communication. In: Proceedings of the International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI). Banff, Canada, 02.-04.11.2006. S. 12-19

**Eck, M.; Lane, I.; Bach, N.; Hewavitharana, S.; Kolss, M.; Zhao, B.; Hildebrand, A.; Vogel, S.; Waibel, A.:** The UKA/CMU Statistical Machine Translation System for IWSLT 2006. In: Proc. of the International Workshop for Spoken Language Translation (IWSLT 2006). Kyoto, Japan, 27.-28.11.2006. S. 130-137

**Ekenel, H.; Stiefelhagen, R.:** Analysis of Local Appearance-based Face Recognition: Effects of Feature Selection and Feature Normalization. In: Proc. of IEEE International Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR Biometrics Workshop, New York, USA, 17.-18.06.2006. S. 34-40

**Faubel, F.; Wölfel, M.:** Coupling Particle Filters with Automatic Speech Recognition for Speech Feature Enhancement. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Fügen, C.; Kolss, M.; Bernreuther, D.; Paulik, M.; Stüker, S.; Vogel, S.; Waibel, A.:** Open Domain Speech Recognition & Translation: Lectures and Speeches. In: Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Toulouse, France, 14.-19.05.2006. S. CD-ROM

**Fügen, C.; Wölfel, M.; McDonough, J.; Ikbal, S.; Kraft, F. Laskowski, K.; Ostendorf, M.; Stüker, S.; Kumatani, K.:** Advances in Lecture Recognition: The ISL RT-06S Evaluation System. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Gieselmann, P.; Stenneken, P.:** Communication with Robots: Evidence from a Web-based Experiment on Human-Computer Interaction. In: Proceedings of the IEEE/ACL Workshop on Spoken Language Technology. Palm Beach, Aruba, 10.-13.12.2006. S. 118-121

**Holzapfel, H.; Waibel, A.:** A Multilingual Expectations Model for Contextual Utterances in Mixed-Initiative Spoken Dialogue. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Kolss, M.; Zhao, B.; Vogel, S.; Hildebrand A.; Niehues, J.; Venugopal, A.; Zhang, Y.:** The ISL Statistical Machine Translation System for the TC-STAR Spring 2006 Evaluation. In: Proceedings of the TC-STAR Workshop on Speech-to-Speech Translation. Barcelona, Spain, 19.-21.06.2006. S. CD-ROM

**Nickel, K.; Ekenel, H.; Voit, M.; Stiefelhagen, R.:** Audio-Visual Perception of Humans for a Humanoid Robot. In: Proceedings of 2nd Intl. Workshop on Human-Centered Robotic Systems. 2nd Intl. Workshop on Human-Centered Robotic Systems, München, 06.-07.10.2006. S. 39-44

**Paulik, M.; Stüker, S.; Fügen, C.:** Speech Recognition in Human Mediated Translation Scenarios. In: Proc. of the 13th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conf. (MELECON). Malaga, Spain, 16.-19.05.2006. S. 1232-1235

**Prommer, T.; Holzapfel, H.; Waibel, A.:** Rapid Simulation-Driven Reinforcement Learning of Multimodal Dialog Strategies in Human-Robot Interaction. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Stiefelhagen, R.; Bernardin, K.; Bowers, R.; Garofolo, J.; Mostefa, D.; Soundararajan, P.:** The CLEAR 2006 Evaluation. In: Proceedings of the first International CLEAR evaluation workshop. CLEAR 2006, Southampton, UK, 06.-07.04.2006. S. 1-45, (Springer Lecture Notes in Computer Science; 4122)

**Stoimenov, E.; McDonough, J.:** Modeling Polyphone Context with Weighted Finite-State Transducers. In: Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Toulouse, France, 14.-19.05.2006. S. CD-ROM

**Stüker, S.; Fügen, C.; Burger, S.; Wölfel, M.:** Cross-System Adaptation and Combination for Continuous Speech Recognition: The Influence of Phoneme Set and Acoustic Front-End. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Voit, M.; Stiefelhagen, R.:** Tracking Head Pose and Focus of Attention with Multiple Far-field Cameras. In: Proceedings of the International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI). International Conference on Multimodal Interfaces, ICMI2006, Banff, Canada., 02.-04.11.2006. S. 281-286

**Walliczek, M.; Kraft, F.; Jou, S.; Schultz, T.; Waibel, A.:** Sub-Word Unit based Non-Audible Speech Recognition using Surface Electromyography. In: Proceedings of the 9th International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006). Pittsburgh, PA, USA, 17.-21.09.2006. S. CD-ROM

**Wölfel, M.:** Warped-twice minimum variance distortionless response spectral estimation. In: Proceedings of the 14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006). 14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, Italy, 04.-08.09.2006. S. CD-ROM

**Ziegler, J.; Nickel, K.; Stiefelhagen, R.:** Tracking of the Articulated Upper Body on Multi-View Stereo Image Sequences. In: Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. New York, USA, 17.-22.06.2006. S. 774-781

#### Beiträge in Zeitschriften

**Klee, U.; Gehrig, T.; McDonough, J.:** Kalman Filters for Time Delay of Arrival-Based Source Localization. In: Eurasip Journal of Advanced Signal Processing, Band Volume 2006, Heft Article ID 12378, 2006, S. 1-15

**Stiefelhagen, R.; Bernardin, K.; Ekenel, H.; McDonough, J.; Nickel, K.; Voit, M.; Wölfel, M.:** Audio-Visual Perception of a Lecturer in a Smart Seminar Room. In: Signal Processing Special Issue on Multimodal Interfaces, Elsevier, Band 86, Heft 12, 2006, S. 3518-3533



Forschungsbereich

**Institut für Theoretische Informatik****Logik und  
Formale Methoden**

Leiter:	Prof. Dr. P. H. Schmitt
Sekretärin:	L. Beckert
Wiss. Mitarbeiter:	R. Bubel (F), A. Roth (F, bis 30.04.2006), S. Schlager, Dr. I. Tonin (F), F. Werner (F, ab 01.07.2006)

**Schleifen als Fixpunkte***(S. Schlager)*

Dieses Forschungsvorhaben ist Teil des KeY-Projekts. In der deduktiven Programmverifikation werden Schleifen üblicherweise durch Induktion oder durch eine Invariantenregel behandelt. In diesem Forschungsvorhaben wird eine alternative Methode untersucht, bei der Schleifen - wie in der denotationalen Semantik von Programmiersprachen - als (kleinste) Fixpunkte aufgefasst werden. Für die Verifikation von Fixpunktformeln wird auf einen Kalkül aufgesetzt, der von der Gruppe um Prof. Mads Dam (KTH Stockholm) entwickelt und bereits erfolgreich für die Verifikation von ERLANG-Programmen eingesetzt wurde. Es wurde gezeigt, dass dieser Kalkül nach Anpassung an die Besonderheiten des bereits existierenden KeY-Kalküls für die Verifikation von Schleifen in JavaCard-Programmen durchaus geeignet ist. Ein Vergleich der verschiedenen Methoden zur Schleifenverifikation steht noch aus.

**Spezifikation und Verifikation objektorientierter Softwarekomponenten***(A. Roth)*

In diesem im Rahmen des KeY-Projekts durchgeführten Forschungsprojekt wurde eine Methode ausgearbeitet, die es ermöglicht, die Korrektheit objektorientierter Softwarekomponenten auf modulare Art und Weise nachzuweisen. Im Gegensatz zu Konkurrenzverfahren basiert der Ansatz rein auf einer minimalen Erweiterung herkömmlicher Spezifikationssprachen. Diese werden um Möglichkeiten, Kapselungseigenschaften auszudrücken, angereichert. Außerdem wird dem Spezifizierer die Möglichkeit gegeben, mittels generischer Kontrakte Anforderungen an den Nutzungskontext einer Komponente zu stellen. Für modulares Beweisen ist es unumgänglich, existierende Spezifikationen in Form von Kontrakten wiederzuverwenden. Im Berichtszeitraum wurde daher an der Implementierung eines flexiblen Konzepts hierfür gearbeitet.

## **Java für sicherheitskritische Anwendungen**

*(P. H. Schmitt, I. Tonin)*

Das von der EU geförderte IST\_Projekt HIJA (High Integrity Java Applications) lief 2006 aus. Das Ziel des HIJA-Projekts war die Entwicklung einer architekturunabhängigen Implementierungstechnologie für Echtzeitsysteme. Es sollte demonstriert werden, dass die Java Technologie hierfür eine ausgezeichnete Basis bietet. Im Berichtszeitraum wurden zwei Anwendungen des KeY-Verifikationssystems erfolgreich durchgeführt.

Die erste Fallstudie wurde zusammen mit der Firma aicas GmbH bearbeitet und betrifft die Bestimmung von Schranken an die Ausführungszeit (worst-case execution time) mit dem Gromit Werkzeug. Das tool verlangt vom Benutzer eine Angabe, wie häufig im Code auftretende Schleifen maximal durchlaufen werden. Es wurde ein Absatz entwickelt, wie diese Angaben mit KeY bewiesen werden können und anhand eines Beispielprogramms die Praktikabilität des Verfahrens unter Beweis gestellt.

Die zweite Fallstudie, die gemeinsam mit der aicas GmbH und Thales-Avionics in Toulouse betrieben wurde, hatte die formale Spezifikation (mit JML) und Verifikation (mit KeY) zum Ziel. Beide Resultate wurden auf der JRTES Konferenz in Paris vorgestellt.

## **ZeuS: Verifikationsmodelle für zuverlässige Informationsverarbeitung in energiebewußten ubiquitären Sensornetzwerken**

*(F. Werner)*

Im Rahmen des ZeuS Projektes (Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen) wurde in einer ersten Fallstudie der Energieverbrauch individueller Knoten in einem Testszenario bestehend aus Sensoren und Routern untersucht. Die Kommunikation wird im betrachteten beacon-disabled Netzwerk durch den IEEE 802.15.4 Standard mit dem darüberliegenden ZigBee Protokoll gewährleistet. Dazu wurde ein vielseitiges und flexibles Modell basierend auf Timed-Automata Theorie entwickelt und mit dem Uppaal Tool verifiziert. Durch die ausschöpfende Analyse des Zustandsraumes lassen sich insbesondere selten auftretende Situationen betrachten und daraus Rückschlüsse auf den Energieverbrauch der einzelnen batteriebetriebenen Netzwerkkomponenten ziehen. Die Ergebnisse sind in dem internen Bericht "Model Checking for Energy Efficient Scheduling in Wireless Sensor Networks" zusammengefasst.

Weiterhin laufen Arbeiten zu Experimenten, welche die Effizienzprobleme bei stochastisch-probabilistischen Problemstellungen untersuchen. Besonders interessant erscheint hierbei die Analyse von Netzwerkprotokollen, wie sie in Sensornetzwerken Verwendung finden.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:*****Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

**Hunt, J. J.; Jenn, E.; Leriche, S.; Schmitt, P. H.; Tonin, I.; Wonnemann, C.:** A Case Study of Specification and Verification using JML in an Avionics Application. In: Proceedings of the 4th Workshop on Java Technologies for Real-time and Embedded Systems - JTRES 2006. Hrsg.: Rochard-Foy, M.; Wellings, A.; Paris, France, 11.-13.10.2006. ACM Press, 2006, S. 107-116

**Hunt, J. J.; Schmitt, P. H.; Siebert, F. B.; Tonin, I.:** Provably correct loop bounds for realtime Java programs. In: Proceedings of the 4th Workshop on Java Technologies for Real-time and Embedded Systems - JTRES 2006. Hrsg.: Rochard-Foy, M.; Wellings, A.; Paris, France, 11.-13.10.2006. ACM Press, 2006, S. 162-169

## Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

Das IAKS arbeitet in den Bereichen Computer-Algebra, Algorithmen-Engineering, Grundlagen paralleler Systeme, Quanteninformatik sowie Bildfolgenauswertung. Komplex vernetzte Rechensysteme werden unter dem Aspekt der Leistung behandelt, Fragen der Datensicherheitstechnik und Systemsicherheit in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Institut für Systemsicherheit (E.I.S.S.).

Das Gebiet Computer-Algebra (CA) behandelt algebraische Algorithmen und die Integration von CA-Systemen und Beweisern, um die Logik von Mediator- und Anfragesystemen zu entwerfen und zu untersuchen. CA-Methoden werden auch in der Algorithmentechnik von der Problemmodellierung über formale Methoden der Systementwicklung bis zur Anwendung der Algebra als Beschreibungssprache und Theorie der symbolischen Manipulationsverfahren für diverse Probleme verwendet. Gerade im hochaktuellen Forschungsgebiet Quanteninformatik hat dies besondere Bedeutung, aber auch in den Gebieten algorithmische Algebra, Anthropomatik sowie Codierungstheorie und Kryptographie.

Verfahren zur Bildfolgenauswertung sollen eine Auswertung der digital vorgegebenen Grauwertbilder bis hin zu natürlichsprachlichen Beschreibungen von Vorgängen in abgebildeten Szenen erlauben. Anwendungen solcher Verfahren werden bei der Auswertung von Straßenszenen erprobt, aber auch zur sichtsistemgestützten Führung von Straßenfahrzeugen.

Die Untersuchungen zur Parallelverarbeitung beziehen sich auf Grundlagen der Parallelisierbarkeit für verschiedene Varianten paralleler Systeme einschließlich Entwurf und Bau von Parallelrechner-Prototypen sowie der Implementierung und der Evaluierung von Algorithmen. Spezielle Aufmerksamkeit wird dem Gebiet der Zellularautomaten zuteil, da diese homogenen Strukturen auch physikalisch einfach realisierbar sind und in zahlreichen Anwendungsgebieten eine Rolle spielen.

### Kontakt

Prof. Dr. J. Calmet  
Tel. 608-6306  
email: calmet@ira.uka.de

Prof. Dr. H.-H. Nagel  
Tel. 608-4323  
email: nagel@iaks.uni-  
karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Vollmar  
Tel. 608-4312  
email: vollmar@ira.uka.de  
(Sprecher)

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**

**Forschungsbereich**

**Algorithmen-Engineering,  
Computer-Algebra,  
Systemsicherheit,  
Anthropomatik,  
Signalverarbeitung**

Leiter:	N.N.
Sekretärin:	C. Helsberg
Akadem. Oberrat:	Dr. W. Geiselman
Nachwuchsgruppenleiter:	Dr. J. Müller-Quade (F)
Wiss. Assistent:	Dr. M. Grassl
Wiss. Mitarbeiter:	I. Boesnach, J.-M. Bohli (F), Dr. T. Decker (F), D. Gehrig (F, ab 01.09.2006), Dr. D. Janzing (F), D. Kraschewski (F, ab 01.12.2006), H. Köhler (F, ab 15.08.2006), Dr. J. Moldenhauer (F, bis 31.07.2006), S. Röhrich (F), Dr. F. Schmäuser (F, bis 31.03.2006), D. Unruh (F, bis 31.07.2006), Dr. R. Zeier (F)
Systemprogrammierer:	H. Hellmuth
Systemtechniker:	H. Scholl (ab 01.05.2006)

Forschungsstelle E.I.S.S.: Dr. J. Müller-Quade

**Arbeitsgruppe Systemsicherheit**

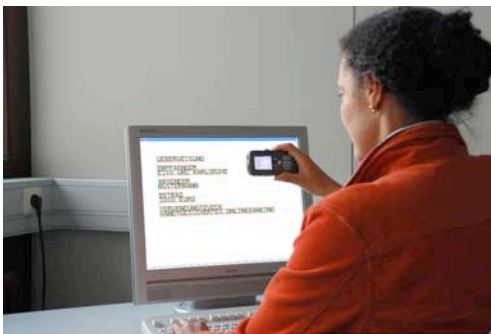
*(J.-M. Bohli, W. Geiselman, J. Müller-Quade, S. Röhrich)*

Im Rahmen seiner kryptoanalytischen Untersuchungen hat das IAKS/E.I.S.S. die Arbeiten zu Algorithmen zur Faktorisierung von ganzen Zahlen weiter vorangetrieben. So ist es u.a. in Kooperation mit „The Weizmann Institute of Science“ (Israel) und dem „Horst Götz Institut“ (Bochum) gelungen, für die beiden aufwendigen Teilschritte bei Faktorisierungsalgorithmen, den Siebschritt und den Lineare-Algebra-Schritt, eine spezielle Hardware zu entwerfen, die frühere Vorschläge vereinfacht bzw. deren Fehleranfälligkeit deutlich reduziert. Durch Produktion und Einsatz solcher Spezialhardware könnte es möglich werden, aktuell verwendete RSA-Schlüssel zu brechen.

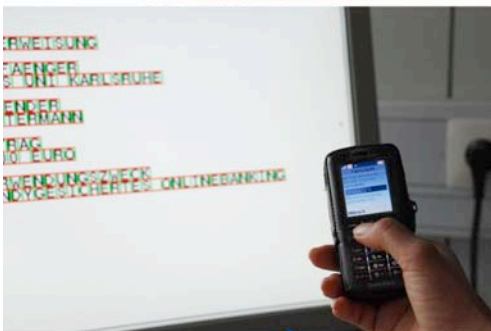
Beim Einsatz kryptographischer Verfahren in Systemen können Sicherheitsanforderungen erforderlich sein, die von den Standardbegriffen nicht garantiert werden. In diesem Zusammenhang wurden Schlüsselersetzungsangriffe auf Signaturverfahren untersucht. Dabei wurden unbekannte Angriffe auf wichtige Signaturverfahren entdeckt, es konnten aber auch Verfahren als sicher bewiesen werden. Auch im Hinblick auf subliminale Kanäle konnten zusätzliche sichere Signaturverfahren gefunden werden. Ebenso wurde der Schlüsselaus-

tausch für Gruppen untersucht und um Sicherheitsbegriffe erweitert, die im Zusammenhang mit internen Angreifern stehen. Einige dieser Arbeiten entstanden in einem vom DAAD geförderten deutsch-spanischen Projekt.

Eine weitere Entwicklung am E.I.S.S. ist ein neues Verfahren, das digitale Signaturen mittels eines Kamerahandys sicherer machen soll. Im Zeitalter von Viren, Würmern und Trojanischen Pferden kann man seinem eigenen Rechner nicht mehr unbedingt vertrauen, aber der eigene Rechner soll dazu benutzt werden, Onlineüberweisungen, Steuererklärungen und andere wichtige Verträge digital zu signieren. Eine Schadsoftware könnte nun den gewünschten Vertrag am Bildschirm korrekt anzeigen, aber einen ganz anderen Text zur digitalen Signatur an die Signaturkarte schicken, mit der man diesen dann rechtsgültig unterzeichnen würde. Dies verhindert der von Jörn Müller-Quade und Stefan Röhrich erdachte Einsatz des Kamerahandys, indem der am Bildschirm angezeigte und vom Benutzer gelesene Text mit dem Handy abfotografiert und verglichen wird. Das Kamerahandy signiert nur, wenn die Dokumente übereinstimmen. Das Verfahren wurde am E.I.S.S. prototypisch realisiert und zum Patent angemeldet. Erfreulicherweise fand die Idee ein großes Medienecho mit Artikeln, Fernseh- und Radioberichten.



*Lesen, Überprüfen und Fotografieren des Vertrags, gleichzeitig wird der Vertragstext an das Handy geschickt.*



*Vergleich des Texts mit dem Foto.*



*Bei Übereinstimmung wird der Vertrag auf dem Handy signiert.*

## **Nachwuchsgruppe der DFG (Emmy-Noether-Programm): CRYptographic Solutions To Achieve Long-term Security (CrySTALS)**

*(J.-M. Bohli, J. Müller-Quade, S. Röhrich)*

Das Projekt untersucht kryptographische Lösungen mit langfristiger Sicherheit. Durch neue Technologien geraten zahlreiche real eingesetzte kryptographische Systeme in Gefahr. Schutz davor bieten Protokolle mit informationstheoretischer Sicherheit oder die Beschränkung auf zeitweilige Sicherheitsannahmen, bei deren Verletzung ein kryptographisches Protokoll nur während dessen Durchführung angreifbar ist. Es konnte gezeigt werden, dass vorübergehend als sicher angenommene Hardware langfristig sichere Protokolle ermöglicht, die sich beliebig modular in komplexeren Anwendungen verwenden lassen. Die Veröffentlichung dieses 2006 erzielten Ergebnisses erfolgt auf der "Theory of Cryptography Conference (TCC)" Anfang 2007.

Neue Bedrohungen können aber auch durch die (falsche) Verwendung von Kryptographie entstehen. Digitale Signaturen, die etwa in einem Wahlverfahren verwendet werden, könnten es einem Wähler unmöglich machen abzustreiten, welche Partei er gewählt hat. Ein solcher Mangel an Abstreitbarkeit kann Stimmenkauf in großem Stil ermöglichen. Eine aktuelle Forschungsfragestellung im Projekt ist daher auch eine allgemeine Definition von Unabstreitbarkeit und die Entwicklung von Protokollen, die diese Eigenschaft haben. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde ein neues Wahlverfahren vorgestellt, das ein Abstreiten erlaubt, aber trotzdem eine Überprüfbarkeit des Wahlergebnisses erlaubt.

Ein wesentlicher Aspekt sicherer Systeme ist deren Komponierbarkeit zu größeren Anwendungen. Für Verfahren, deren Sicherheit unabhängig von Komplexitätsannahmen ist, galt diese Komponierbarkeit als trivial gegeben. Erstaunlicherweise konnte im Rahmen des Projektes eine Protokollaufgabe gefunden werden, für die diese allgemein als gültig angenommene Regel nicht gilt. Dieses Ergebnis wurde auf der "EUROCRYPT 2006" präsentiert. Ein darüber hinausgehendes Beispiel widerlegt ein auf der STOC 2006 veröffentlichtes Ergebnis und wird Anfang 2007 auf der TCC präsentiert.

## **EU-Projekt "SECOQC"**

*(D. Kraschewski, J. Müller-Quade, D. Unruh)*

Das großangelegte Projekt "SECOQC", das von der EU seit April 2004 gefördert wird, soll die kommerzielle Nutzbarkeit der Quantenkryptographie erforschen. Quantenkanäle sind nicht nur in Hinblick auf Schlüsselaustausch interessant, auch für sichere Mehrparteienberechnungen, insbesondere bei Inbetrachtung technisch weit überlegener Angreifer, eröffnen sich neue Möglichkeiten.

So ist bereits seit 1995 ein lediglich auf Bit Commitments und einem Quantenkanal basierendes Protokoll für die wichtige kryptographische Primitive "Oblivious Transfer" bekannt, welches jedoch zur Zeit noch nicht realisierbare Anforderungen an die Technik stellt: es werden perfekte Einzelphotonen-Emitter und eine ungedämpfte Übertragung der Photonen benötigt. In realistischen Szenarien mit hohen Verlustraten und der Möglichkeit von identisch polarisierten Photonenpaaren kann das Protokoll gebrochen werden. Im

Rahmen des SECOQC-Projekts wurde diese Schwäche näher untersucht, durch Erweiterung des Protokolls unter Zuhilfenahme so genannter "decoy states" (variierte Laserleistung des Senders) behoben und ein Sicherheitsbeweis gegen eine große Klasse von möglichen Angreifern gefunden.

### **DFG-Projekt Antworten auf neue technologische Innovationen - besser qualifizierte Primitive (ANTI-BQP)**

*(W. Geiselmann, D. Janzing)*

Das Projekt beschäftigte sich mit der Bewertung verschiedener kryptographischer Primitive bezüglich ihrer Resistenz gegen innovative Technologien. Insbesondere wurden dabei kryptographische Primitive in Betracht gezogen, die auf anderen Annahmen als der Schwierigkeit des Faktorisierungs-Problems oder der Annahme der Härte des DLog-Problems fußen und damit höhere Resistenz gegen Angriffe mit Hilfe eines Quantencomputers bieten sollen. Im letzten Jahr konnte das praktische und bisher nicht befriedigend gelöste Problem verschiedene Privacy Policies zu kombinieren effizient gelöst werden. Durch einige theoretische Untersuchungen konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden: Legt man einen perfekten Kanal zugrunde, so konnten wir unter Zuhilfenahme von quantenmechanischen Effekten zeigen, dass es sogar möglich ist, das Abhören der Menge an übertragenen Daten zu erkennen. Weitere grundlegende Untersuchungen erarbeiteten die Möglichkeiten kausale Zusammenhänge durch statistische Untersuchungen zu erkennen. Damit können Beziehungen zwischen Klartexten, Chiffraten und Schlüsseln untersucht werden.

### **Projekt im Forschungsverbund Quanteninformationsverarbeitung A8 der Landestiftung Baden-Württemberg: Kontinuierliche Modelle der Quanteninformationsverarbeitung**

*(D. Janzing, F. Schmüser)*

Das "traditionelle Modell" des Quantencomputers ist in zweierlei Hinsicht ein diskretes Modell. Zum einen wird sein Register durch einen endlich-dimensionalen Hilbertraum beschrieben, zum anderen besteht ein Rechenprozess aus diskreten Zeitschritten. Im Rahmen dieses Projektes konnten wir zeigen, dass beide Annahmen nicht notwendig sind. Insbesondere konnten wir auch in kontinuierlichen Systemen Rechenvorgänge und deren Komplexität sinnvoll definieren. Dies erlaubt eine vereinheitlichende Betrachtung von Komplexität in natürlichen Vorgängen und Komplexität in der Informatik.

### **Projekt im Forschungsverbund Quanteninformationsverarbeitung A8 der Landestiftung Baden-Württemberg: Merkmalsextraktion im Zustandsraum großer Quantensysteme (MexiQ)**

*(T. Decker, M. Grassl, R. Zeier)*

Rechner, die auf den Prinzipien der Quantenmechanik basieren, erlauben hochparallele Algorithmen. Dabei wächst der Zustandsraum exponentiell mit der Größe des zugrunde liegenden Systems an. Für effiziente Quantenalgorithmen ist es entscheidend, dass sich das



Ergebnis in nur wenigen (polynomial vielen) charakteristischen Merkmalen des Endzustands widerspiegelt. Hier werden effiziente Verfahren zur Extraktion dieser Merkmale benötigt.

Ein Schwerpunkt des Projekts lag bei der Untersuchung verschiedener vollständiger Repräsentationen von Quantenzuständen mittels Zustandstomographie. Die Tomographie der Quantenzustände kann entweder mittels projektiver von-Neumann-Messungen oder mittels allgemeiner Messungen, sogenannter POVMs, gewonnen werden. Es wurden Verfahren zur Implementierung von allgemeinen Messungen auf Quantenrechnern entwickelt, die Symmetrien der Messung ausnutzen. Gleichzeitig wird die durch die Messung verursachte Störung minimiert, so dass die Messung als Teilschritt in einem Algorithmus eingesetzt werden kann.

Optimale Messungen entsprechen maximalen Mengen von Mutually Unbiased Bases (MUBs) beziehungsweise SIC-POVMs. Allgemeine Konstruktionen von maximalen Mengen von MUBs sind nur bekannt, falls die Dimension des Quantensystems eine Primzahlpotenz ist. Unter Verwendung von Hilfsmitteln der Computeralgebra konnten neue Resultate in Hinblick auf die Existenz oder Nichtexistenz von MUBs und SIC-POVMs für kleine Dimensionen erzielt werden.

Schließlich wurde ein Werkzeug entwickelt, mit dem Quantenzustände in verschiedenen Darstellungen visualisiert und einfache Quantenalgorithmen simuliert werden können.

### **Arbeitsgruppe Computeralgebra/Codierungstheorie**

*(W. Geiselmann, M. Grassl)*

Ein wichtiges Teilproblem im Bereich der algebraischen Codierungstheorie ist die Konstruktion von fehlerkorrigierenden Codes mit möglichst guten Parametern. In Kooperation mit der Universität Sydney (Australien) entsteht eine Datenbank mit guten Codes, die inzwischen auch im Internet verfügbar ist ([www.codetables.de](http://www.codetables.de)). Die durch die Datenbank explizit gegebenen guten Codes erlauben es auch, mit Hilfe so genannter sekundärer Konstruktionen neue Codes zu konstruieren, deren Eigenschaften sich aus den Parametern der Komponentencodes ergeben.

In Kooperation mit der Université de Rennes wurde eine neue Klasse von Codes, so genannte schief-zyklische Codes, entwickelt. Diese Codes erlauben in einigen Fällen eine sehr effiziente Decodierung, ähnlich den zyklischen BCH-Codes. Viele dieser Codes besitzen darüber hinaus eine im Vergleich zu den bisher bekannten Codes größere Minimaldistanz.

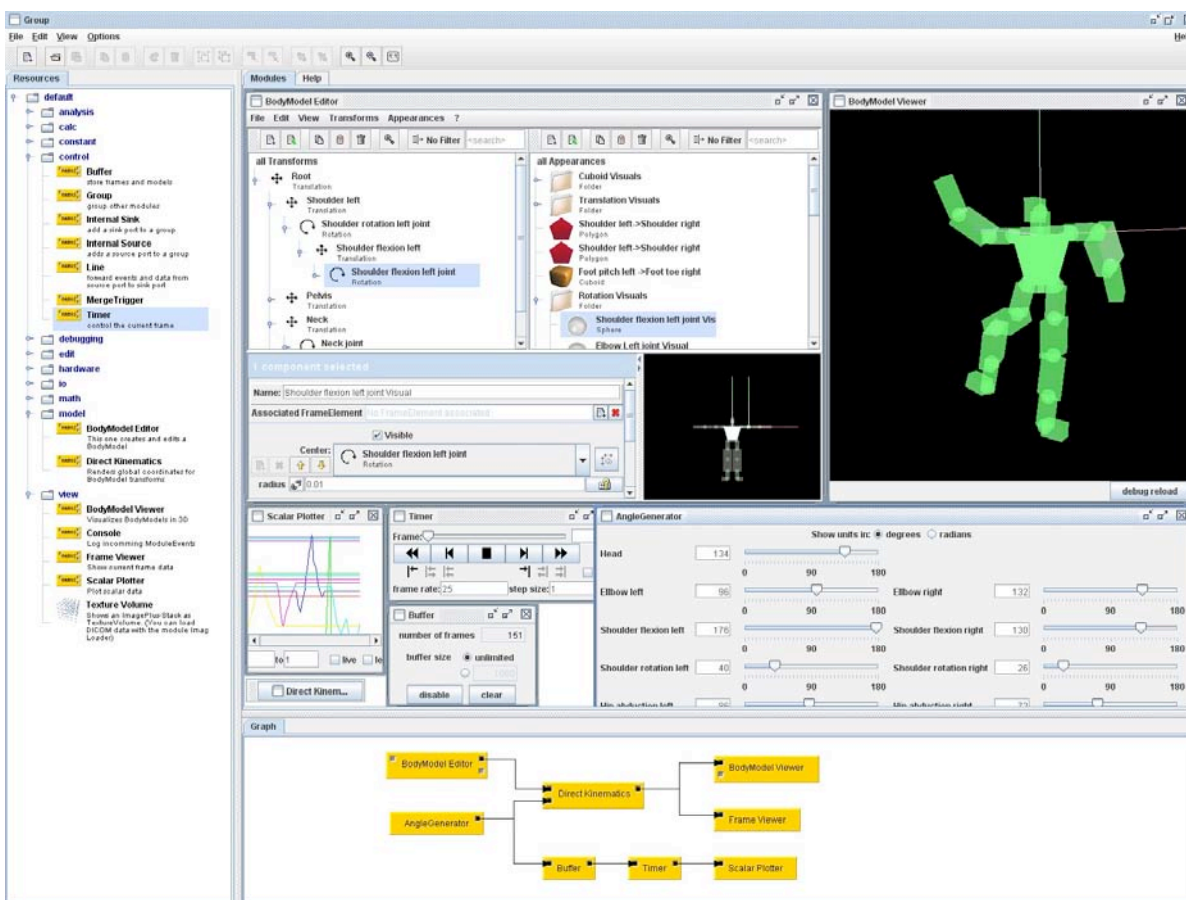
Gemeinsam mit NEC Laboratories America, Princeton, wurde das Konzept der so genannten Faltungscodes auf Quantensysteme übertragen. Es wurde ein Algorithmus entwickelt, mit dem zu jedem von einem klassischen Faltungscodescode abgeleiteten Quantenfaltungscodescode ein Schaltkreis zur Codierung berechnet werden kann. Der Quantenschaltkreis hat eine beschränkte Tiefe, so dass sowohl die Codierung als auch die Fehlerkorrektur online durchgeführt werden können. Zusätzlich wird eine lawinenartige Fehlerfortpflanzung verhindert.

## SFB 588 “Humanoide Roboter”: Lernende und kooperierende multimodale Roboter - Proj. M2: Umwelt und Benutzermodellierung auf Basis von multimodaler Interaktion und Sensorbeobachtung, Proj. M3: Analyse und Modellierung menschlicher Bewegungen

(I. Boesnach, D. Gehrig, H. Köhler, J. Moldenhauer)

Im Rahmen des SFB 588 werden am IAKS Modelle und Methoden zur Aufbereitung, Analyse und Bewertung von menschlichen Bewegungen entwickelt. Diese dienen dazu, Menschen und Roboter in einer komplexen Umgebung, wie z. B. dem Haushalt, interagieren zu lassen. Ziel ist es, dem Menschen einen Helfer für Alltagsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Dabei soll der Roboter einerseits hinsichtlich einer guten Akzeptanz durch den Menschen möglichst natürliche Bewegungen durchführen und andererseits in der Lage sein, den augenblicklichen Bewegungszustand des Benutzers zu erfassen und die kurzfristige Fortführung der Bewegung zu schätzen.

Für die Erkennung menschlicher Alltagsbewegungen und die Generierung menschenähnlicher Roboterbewegungen werden Hidden-Markov-Modelle (HMMs) eingesetzt. Elementare Modelle erfassen dabei die grundlegenden Bewegungsphasen und werden, zu komplexen HMMs zusammengefasst, dazu verwendet, vollständige Bewegungen zu reprä-



Das am IAKS entwickelte Framework zur Visualisierung, Analyse und Modellierung VAMOS für die Steuerung eines Kleinroboters vom Typ Kondo KHR-1.

sentieren. Neben der Modellierung wurde auch die der Akquisition von Bewegungsdaten nachgelagerte Signalaufbereitung weiter verbessert. Hierzu zählen insbesondere die realitätsnahe Modellierung der menschlichen Skelett- und Gelenkstrukturen sowie die Integration eines iterativen Optimierungsalgorithmus für die Berechnung von Gelenkwinkeltrajektorien. Alle Softwaremodule der beschriebenen Verfahren sind in das am IAKS entwickelte Framework zur Visualisierung, Analyse und Modellierung (VAMOS) integriert worden und unter Realzeitbedingungen einsetzbar. Für die Generierung menschenähnlicher Bewegungstrajektorien für einen humanoiden Roboter wurde ein völlig neuartiges, theoretisches Konzept entwickelt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, die versuchen, Motion-Capture-Daten auf die aktuellen Bedingungen zu übertragen, wird beim so genannten Kontext-orientierten Bewegungsgenerator ein adaptiver Bewegungsklassifikator zur iterativen Optimierung aller möglichen Bewegungsbahnen verwendet.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Geiselmann, W.; Köpfer, H.; Shamir, A.; Steinwandt, R.; Tromer, E.:** Fault-Tolerance in Hardware for Sparse Systems of Linear Equations, with Applications to Integer Factorization. In: *New Trends of Embedded Cryptographic Systems*. Hrsg.: Nedjah, N.; Macedo Mourelle, L. de. Hauppauge (USA): Nova Science Publishers, 2006, S. 109-122, (ISBN 159454977X)

**Grassl, M.:** Searching for linear codes with large minimum distance. In: *Discovering Mathematics with Magma - Reducing the Abstract to the Concrete*. Hrsg.: Bosma, W.; Cannon, J.; Heidelberg: Springer, 2006, S. 287 - 313

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Boesnach, I.; Fischer, A.; Moldenhauer, J.; Stein, T.:** Composition of Complex Motion Models from Elementary Human Motions. In: *LNCS*. Hrsg.: Perales, F. J.; Fisher, R. B.; IV Conference on Articulated Motion and Deformable Objects, Antrax, Spanien, 11.-14.07. 2006. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, S. 68-77, (4069)

**Boesnach, I.; Fischer, A.; Moldenhauer, J.; Stein, T.:** Context Orientated Motion Generation: A New Scheme for Humanoid Robot Control. In: *Proceedings of the 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. Hrsg.: University of Hertfordshire. RO-MAN 2006, Hatfield (UK), 06.-08.09.2006. S. 304-308

**Bohli, J.:** A Framework for Robust Group Key Agreement. In: LNCS. Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006, Glasgow (UK), 08.-11.05.2006. Springer, 2006, S. 355-364, (3982)

**Geiselmann, W.; Januszewski, F.; Köpfer, H.; Pelzl, J.; Steinwandt, R.:** A Simpler Sieving Device: Combining ECM and TWIRL. In: 9th International Conference on Information Security and Cryptology - ICISC 2006 Proceedings. Hrsg.: Rhee, M. S.; Lee, B.; ICISC 2006, Busan, Korea, 30.11.-01.12.2006. Springer, 2006, S. 118-135, (LNCS; 4296)

**Grassl, M.; Rötteler, M.:** Non-catastrophic Encoders and Encoder Inverses for Quantum Convolutional Codes. In: Proceedings 2006 IEEE International Symposium on Information Theory. ISIT 2006, Seattle (USA), 09.-14.07.2006. S. 1109-1113

**Hofheinz, D.; Müller-Quade, J.; Unruh, D.:** On the (Im)possibility of Extending Coin Toss. In: LNCS. EUROCRYPT 2006, St. Petersburg (Russland), 28.05.-01.06.2006. Springer, 2006, S. 504-521, (4004)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Beth, T.; Müller-Quade, J.; Steinwandt, R.:** Computing restrictions of ideals in finitely generated  $k$ -algebras by means of Buchberger's algorithm. In: Journal of Symbolic Computation, Band 41, Heft 3-4, 2006, S. 372-380

**Bohli, J.-M.; Röhrich, S.; Steinwandt, R.:** Key Substitution Attacks Revisited: Taking into Account Malicious Signers. In: International Journal of Information Security, Band Volume 5, Heft 1, 2006, S. 30-36

**Decker, T.; Janzing, D.:** Minimally disturbing Heisenberg-Weyl symmetric measurements using hard-core collisions of Schrödinger particles. In: Journal of Mathematical Physics 47, Band 082102, 2006

**Grassl, M.; Renes J. M.:** Generalized Decoding, Effective Channels, and Simplified Security Proofs in Quantum Key Distribution. In: Physical Review A 74, Band 022317, 2006

**Hofheinz, D.; Unruh, D.:** An attack on a group-based cryptographic scheme. In: Contemporary Mathematics, Band 418, 2006, S. 133-140

**Janzing, D.:** On the computational power of molecular heat engines. In: Journal of Statistical Physics, Band 122, Heft 3, 2006, S. 531-556

**Janzing, D.; Schmüser, F.:** Entanglement generation via scattering of two particles with hard-core repulsion. In: Physical Review A 73, Band 052313, 2006

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**

**Forschungsbereich**

**Projektgruppe  
Bildauswertung und  
Mustererkennung**

Leiter: Prof. em. Dr. H.-H. Nagel  
Wiss. Mitarbeiter: A. Fexa (F),  
H. Harland (F, ab 25.09.2006)

**Erzeugung natürlichsprachlicher Beschreibungen aus Videos**

*(A. Fexa, H. Harland, H.-H. Nagel)*

Als Teil des EU-Forschungsprojektes HERMES (6FP IST-027110) zur Bildfolgenauswertung bewilligte die Europäische Union der Forschungsgruppe Kognitive Systeme (KOGS) des IAKS zwei BAT-II-a-Stellen für drei Jahre (März 2006 - Februar 2009).

In diesem Rahmen wurde u. a. ein am IAKS entwickelter Systemansatz in enger Zusammenarbeit mit dem Computer Vision Center der Autonomen Universität Barcelona (UAB) um eine Komponente zur Erzeugung natürlichsprachlicher Texte auf Spanisch und Katalanisch (zusätzlich zu der früher bereits implementierten Texterzeugung auf Deutsch, Englisch, Japanisch und Tschechisch, siehe Fexa et al., KI-2006) erweitert. In einer Studienarbeit ergänzte J. Lang diese Bemühungen um ein Modul zur Analyse und Beantwortung einfacher natürlichsprachlicher Anfragen an das System.

Als Teil einer Untersuchung des KOGS-Ansatzes zur Transformation von Videos in natürlichsprachliche Beschreibungen sowie zum Einsatz einer solchen Fähigkeit in Fahrerassistenz-Systemen im Rahmen des SFB-TR 'Kognitives Automobil' untersuchte H. Harland in seiner Diplomarbeit die begriffliche Beschreibung von Verkehrsszenen ausgehend von einer schematischen Repräsentation der Straßenverkehrsordnung als Situations-Graph-Baum. In enger Zusammenarbeit mit Professor Dreier und seinen Mitarbeitern wurden dabei juristische Probleme einer solchen Vorgehensweise aufgegriffen.

Die laufenden Arbeiten zur datengetriebenen Detektion und Verfolgung von Kraftfahrzeugen in Videos innerstädtischer Verkehrsszenen durch Entwicklung und Integration geeigneter Komponenten in das Motris-System wurden in einer Studienarbeit sowie einer darauf aufbauenden Diplomarbeit von N. Pirlo fortgesetzt.

Als Alternative zum augenblicklich im Motris-System eingesetzten lokalen Schätzverfahren für Optische-Fluss-Vektorfelder integrierte J. Graf im Rahmen einer Diplomarbeit Teile eines Ansatzes von A. Bruhn zur numerischen Integration partieller Differentialgleichungen mit verschiedenen Funktionalen für die Schätzung Optischer-Fluss-Vektorfelder. Ein detaillierter Vergleich von Verfolgungs-Ergebnissen steht noch aus. Entsprechend wurden auch die Arbeiten zur modellgestützten Verfolgung von Kraftfahrzeugen in Videos innerstädtischer Kreuzungsszenen (vgl. Dahlkamp et al., LNCS 3667, 2006) fortgesetzt.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Bücher und Buchbeiträge:**

**Christensen, H.I.; Nagel, H.-H.:** Cognitive Vision Systems - Sampling the Spectrum. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2006, (Lecture Notes in Computer Science; 3948)

**Dahlkamp, H.; Ottlik, A.; Nagel, H.-H.:** Comparison of Edge-Driven Algorithms for Model-Based Motion Estimation. In: Proceedings First International Workshop on Spatial Coherency for Visual Motion Analysis. Hrsg.: MacLean, W.J.; Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2006, S. 38-50, (Lecture Notes in Computer Science; 3667)

**Nagel, H.-H.:** Cognitive Vision Systems - From Ideas to Specifications. In: Lecture Notes in Computer Science. Hrsg.: Christensen, H.I.; Nagel, H.-H.; Berlin Heidelberg New York:

Springer-Verlag, 2006, S. 57-69, (Lecture Notes in Computer Science; 3948)

**Nagel, H.-H.:** On the Concept of Local Grey-value Distribution and the Adaptive Estimation of a Structure Tensor. In: Visualization and Processing of Tensor Fields. Hrsg.: Weickert, J.; Hagen, H.; Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag, 2006, S. 49-61

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Fexa, A.; Uchimoto, K.; Isahara, H.; Kawai, H.; Nagel, H.-H.:** Speaking Cameras. In: Proceedings of the 29th Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI-2006). Hrsg.: Freksa, Ch.; Kohlhase, M.; Schill, K.; 29th Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI-2006), Bremen, 14.-19.06. 2006. Poster-Abstracts S. 5-7

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**

Leiter: Prof. Dr. J. Calmet  
 Sekretärin: H. Scherer  
 Wiss. Mitarbeiter: R. Endsuleit,  
 R. Eberhardt (ab 01.03.2006),  
 M. Hausdorf (F, bis 30.09.2006)  
 Stipendiaten: T. Mie, Y. Yang

**Forschungsbereich**

**Computeralgebra,  
 Wissensrepräsentation**

**Sicherheit von mobilen Agenten**

(J. Calmet, R. Endsuleit)

Die Arbeitsgruppe hat verschiedene sensitive Anwendungen für sichere Multi-Agenten-Berechnungen, wie z. B. digitale Signaturen und Verschlüsselungen mit AES, auf ihre Komplexität hin untersucht. Dabei war es erforderlich, die existierenden Algorithmen mög-

lichst effizient in das Sicherheitsmodell, welches auf arithmetischen Schaltkreisen definiert ist, zu integrieren. Die erzielten Ergebnisse sind positiv und erlauben bereits heute für diese Anwendungen einen praktischen Einsatz.

### **Peer-to-Peer Systeme**

*(J. Calmet, R. Endsuleit)*

Das von uns entwickelte Modell für ein zensurgeschütztes P2P-System wurde erweitert um existierende Methoden, wie zum Beispiel anonyme Netzwerke und verteiltes Information-Retrieval. Damit wird absolute Anonymität von Usern, Peers und Anfragen erreicht. Keine beteiligte Partei ist in der Lage, Inhalte von Anfragen zu erfahren oder deren Weg im Netzwerk zu verfolgen. Folglich haben wir nun ein P2P System, welches die Daten durch Verteilung sicher, geheim und robust aufbewahrt, Anonymität für alle Parteien und Anfragen gewährleistet sowie Schutz vor rechtlicher Verfolgung und Zensur bietet.

### **Der Einfluss interkultureller Faktoren auf Vertrauen**

*(J. Calmet)*

Dieses Projekt sieht interkulturelle Differenzen als Konflikte in speziellen Äußerungen des sogenannten Corporate Knowledge, das durch virtual-knowledge-Klassen definiert ist. Vertrauen ist ein Ergebnis (oder manchmal auch eine Komponente) von Sicherheitsmechanismen. Neben dem üblichen Vertrauen durch Reputation führt es zu implizitem Wissen, das sich selten zeigt, wenn etwa internationale Unternehmen zusammenkommen. Dieses Projekt ist ein Versuch, diese Lücke zu schließen.

### **EU-Projekt: Global Integrability of Field Theories (GIFT)**

*(J. Calmet, M. Hausdorf)*

Dieses NEST/ADVENTURE-Projekt wurde von Karlsruhe koordiniert und 2006 abgeschlossen. Das Hauptziel des Projektes war die Erforschung formaler Integrierbarkeit von Systemen partieller Differenzialgleichungen. Die im Projekt verwendeten Methoden basieren auf hochleveligen mathematischen Konzepten aus Algebra, der Geometrie und der Topologie. Wir erforschten hauptsächlich jene Methoden, die sich auf die Involutionstheorie konzentrieren. Algorithmen wurden entworfen und implementiert. Das fächerübergreifende Arbeitsgebiet versammelte Mathematiker, theoretische Physiker und Informatiker. Ein abschließender Workshop, der in Daresbury, UK, im Cockcroft Institute for Accelerator Physics gehalten wurde, zeigte, wie fruchtbar eine solche Kollaboration sein kann.

### **Lokal überprüfbare Beweise und ihre Anwendungen**

*(J. Calmet, T. Mie)*

Lokal überprüfbare Beweise, die in der Literatur häufig auch als probabilistically checkable proofs (PCPs) bezeichnet werden, sind nicht nur aus komplexitätstheoretischer Sicht interessant, sondern sie finden auch vielfältige Anwendungen in der (theoretischen) Informatik unter anderem in der Kryptographie und Codierungstheorie. In diesem Projekt be-

schäftigen wir uns mit der Weiterentwicklung von PCPs, die in polylogarithmischer Laufzeit überprüfbar sind, und ihrer Anwendung in effizienten, kryptographischen Argument-Systemen. Solche Argument-Systeme ermöglichen es beispielsweise die Korrektheit von Ergebnissen, die von fremden Rechnern berechnet wurden, effizient mit beliebig kleiner Irrtumswahrscheinlichkeit  $p > 0$  zu überprüfen.

### **Abstände in der Datenklassifizierung**

*(J. Calmet)*

Dies ist eine physik-basierte Forschung, nun in ihrem dritten Jahr, in Kollaboration mit Dr. X. Calmet. Unser Ziel war es, das Konzept der Abstände zwischen Hamiltonians zu erforschen. Diese neue Methode basiert auf der relativen Entropie, speziell der Kullback-Leiber-Entropie. Eine Klassifizierung von Daten, die aus verschiedenen physikalischen Systemen stammen, soll ermöglicht werden. Dies liefert ein Ergebnis in der Quantenmechanik, und zusätzlich eine mögliche Annäherung an eine Verfeinerung von Algorithmen, die in speziellen Sicherheitssystemen verwendet werden.

### **GRACIA-A Security Gateway for Web Services Protocols**

*(J. Calmet, Dong Huang)*

Ziel des Projektes ist eine flexible, erweiterbare und transparente Verwaltung von Sicherheitsanforderungen durch den Einsatz von Regelsprachen und Konzepten aus der Wissensrepräsentation, die eine intelligente Überwachung und effiziente Durchsetzung der regulativen Vorschriften wie z. B. Sarbanes-Oxley Act und Basel II ermöglichen. Die wichtigsten Vorteile des Ansatzes liegen in der automatisierten Konsistenzprüfung großer Regelmengen und der automatisierten Verknüpfung unterschiedlicher Wissensquellen. Das daraus entstandene logische GRACIA Framework wurde auf Basis der von uns entwickelten deklarativen Sprache, der "Gracia Policy Language" (GPL) zur generischen Beschreibung von Sicherheitsanforderungen, implementiert.

### **Methoden zur Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen bei unscharfem Wissen**

*(J. Calmet, Y. Yang)*

Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems, welches die folgenden drei Anforderungen berücksichtigen muss: Unsicherheit, Komplexität und Anpassungsfähigkeit in einer offenen Entscheidungsumgebung. Diese Arbeit präsentiert einen ontologiebasierten und serviceorientierten Ansatz für Systeme zur Entscheidungsfindung. Der Ansatz integriert und optimiert verschiedene Methoden, um alle drei genannten Herausforderungen angehen zu können. Die Methoden umfassen eine Erweiterung von OWL (Web Ontology Language) für Bayessche Netze und Einflussdiagramme, eine Erweiterung von VKCs (Virtual Knowledge Communities) zur Behandlung der Entscheidungsmodelle mit unscharfem Wissen und einen Entwurf des Systems mit einer serviceorientierten Architektur.



## FiberGuard

(J. Calmet, M. Schneider)

FiberGuard ist ein Prototyp, der auf "Logical Fiberning" basiert und die Verteidigung gegen denial of services (DoS, deutsch "Dienstverweigerung") und verteiltes DoS (DDos) zum Ziel hat. Logical Fiberning ist eine Faser, die aus zählbar vielen zweiwertigen Logiken besteht. Sie wird als Puffer zwischen klassischen Datenstrukturen und Speichergeräten benutzt. Logical Fiberning erlaubt ein Erholen von Angriffen ohne den Verlust empfangener Anfragen und ermöglicht es, Angreifer mit Hilfe von Datamining zu identifizieren.

### **Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Calmet, J.; Ida, T.; Wang, D. (Eds.):** Artificial Intelligence and Symbolic Computation. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2006, (LNAI; 4120)

**Calmet, J.; Seiler, W.M.; Tucker, R.W. (Eds.):** Global Integrability of Field Theories. Karlsruhe: Universitätsverlag, 2006

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Calmet, J.; Huang, D.; Yang, Y.:** Modeling Web Services Policy with Corporate Knowledge. In: Proceedings of ICEBE 2006. Hrsg.: IEEE Computer Society. ICEBE 2006, Shanghai, China, 24.-26.10.2006. S. 216-223

**Calmet, J.; Maret, P.; Subercaze, J.:** Simulation in Virtual Knowledge Communities. In: Proceedings of SOIC 2006. SOIC 2006, Orlando, Florida (USA), 20.-23.07.2006. S. 238-242

**Calmet, J.; Minzlaff, M.:** A New Definition for Passivity and its Relation to Coherence. In: Proceedings of AISC 2006. Hrsg.: Calmet, J.; Ida, T.; Wang, D. (Eds.). AISC 2006, Beijing, China, 20.-22.09.2006. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2006, S. 94-105, (LNAI; 4120)

**Calmet, J.; Yang, Y.:** OntoBayes Approach to Corporate Knowledge. In: Proceedings of ISMIS 2006. ISMIS 2006 (International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems), Bari, Italien, 26.-29.09.2006. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2006, S. 274-283, (LNAI)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Calmet, J.; Schneider, M.:** A Logical Fiberning Approach to Denial of Service Prevention. In: WSEAS Transactions on Systems, Band 6, Heft 3, 2006, S. 571-575

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. R. Vollmar
Sekretärin:	M. Joram
Wiss. Mitarbeiter:	M. Rahn, M. Schulz (ab 01.04.2006), Dr. T. Worsch
Techn. Mitarbeiter:	R. Dosch

**Parallelverarbeitung,  
insbesondere  
Zellularautomaten**

**Postsches Korrespondenz-Problem und die Grenze der Entscheidbarkeit**

(M. Rahn)

Das Postsche Korrespondenz-Problem (PKP) fragt nach nicht-trivialen Elementen in der Gleichheitsmenge zweier Morphismen. Im Allgemeinen ist das PKP unentscheidbar: Man kann die Berechnung einer Turingmaschine simulieren, derart, dass die Gleichheitsmenge genau dann nicht-triviale Elemente enthält, wenn die Turingmaschine hält. Das PKP lässt sich auf viele interessante Probleme aus verschiedenen Bereichen der Informatik reduzieren und dient häufig als Referenz für Unentscheidbarkeitsbeweise. Nicht zuletzt deshalb spielt es eine wichtige Rolle bei der Erforschung der Grenze der Entscheidbarkeit.

Speziell eingeschränkte Instanzen sind entscheidbar, zum Beispiel Instanzen, bei denen einer der Morphismen periodisch ist, oder Instanzen, bei denen beide Morphismen markiert sind. Je kleiner die Einschränkungen, desto schärfer wird der Blick auf die Grenze der Entscheidbarkeit.

Die Suche nach Instanzen, die bisher nicht automatisch entschieden werden können, hat einerseits zur Entwicklung äußerst effektiver und weltweit konkurrenzloser Werkzeuge geführt. Praktisch alle bekannten kleinen und schwierigen Instanzen wurden damit gefunden. Andererseits wurden dabei die Instanzen gefunden, die potenziell zu neuen Entscheidungsalgorithmen und damit zu geringeren Einschränkungen führen.

Ausgehend von dieser Datenbasis wurden zwei neue Techniken entwickelt, um Instanzen des PKP zu entscheiden: Zunächst wurden sämtliche Abzähltechniken in einen gemeinsamen Rahmen verallgemeinert, der darüber hinaus noch die Möglichkeit bietet, weiteres Wissen zu integrieren. Insbesondere kann es sich dabei um Wissen handeln, das nicht durch Abzählen zu erhalten ist.

Die zweite Technik verallgemeinert die so genannte Nachfolgerbildung. Dabei werden Nachfolger-Instanzen einer Instanz berechnet, die genau dann lösbar sind, wenn die Original-Instanz lösbar ist und die für gewisse Maße einfacher als die Original-Instanz sind. Die Nachfolgerbildung ist bislang die Technik, die die größte Klasse von Instanzen entscheiden kann und die einzige bekannte Technik, die nicht direkt mit kombinatorischen Argumenten arbeitet. Auf dieser Technik basiert auch der Beweis der Entscheidbarkeit binärer Instanzen.

Beide Verallgemeinerungen erlauben es, echt mehr Instanzen zu entscheiden als bisher möglich war.

## Selbstorganisierte Kritikalität in Zellularautomaten

(M. Schulz)

Das Sandhaufenmodell ist das Standardbeispiel für so genannte selbstorganisierte Kritikalität: Ein System strebt von selbst einem kritischen Zustand zu, in welchem Veränderungen in allen möglichen Größenordnungen mit einer einem Potenzgesetz gehorchenden Verteilung vorkommen.

Das Sandhaufenmodell selbst verläuft in zwei Phasen: In der ersten Phase wird ein zweidimensionales Muster zufällig gering verändert, in der zweiten Phase läuft ein Zellularautomat mit diesem Muster als Eingabe, bis ein stabiler Zustand erreicht wird. Aufgrund des Zufallsprozesses lässt sich das Sandhaufenmodell als eine Markov-Kette ansehen; weiterhin kann man eine Addition von Konfigurationen des Sandhaufenmodells definieren, so dass man eine Halbgruppe erhält.

Es wurden Relationen untersucht, die verträglich mit der oben genannten Addition sind und auf der Menge der transienten Konfigurationen eine partielle Ordnung mit der leeren Konfiguration als kleinstem Element bilden. Unter diesen Relationen konnte die maximale ermittelt werden und ein effizienter Algorithmus zur Feststellung, ob eine gegebene Konfiguration bezüglich dieser maximalen Relation kleiner als eine andere gegebene Konfiguration ist, ließ sich ermitteln.

Außerdem wurde die Frage untersucht, wie viele Schritte man ausgehend von einer transienten Konfiguration in der Markovkette mindestens ausführen muss, um zu einer rekurrenten Konfiguration zu gelangen. Durch eine Reduktion auf das Problem, für dreireguläre Graphen eine minimale Knotenüberdeckung zu finden, wurde gezeigt, dass dieses Problem NP-vollständig ist. Weiterhin wurden Abwandlungen des Sandhaufenmodells mit nur zwei Zuständen untersucht, welche teilweise ebenfalls ein ähnliches Verhalten wie das Sandhaufenmodell aufzeigen.

## SKaMPI

(T. Worsch)

SKaMPI ist ein Programm zur Leistungsmessung von MPI-Implementierungen. Es wird zum Beispiel von Gruppen am Argonne National Laboratory und von NEC wegen seiner anderen Benchmarks überlegenen Features eingesetzt.

Im Berichtszeitraum wurde SKaMPI 5 weiterentwickelt. Die bequeme Erweiterbarkeit von SKaMPI 5 erleichterte die Implementierung einer ersten Fassung von Benchmarks für MPI/IO, die im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelt wurden. Bei Tests auf mehreren Parallelrechnern zeigten sich deutliche Probleme der jeweiligen MPI-Implementierung im Zusammenspiel mit den verwendeten (parallelen) Dateisystemen. Diese Beobachtungen werden in weitergehende Arbeiten zum Thema paralleler Ein-/Ausgabe fließen.

SKaMPI 5 ist über <http://iinwww.ira.uka.de/~skampi/> verfügbar.

## **Zelluläre Automaten**

*(T. Worsch)*

Bei den Arbeiten zu zellulären Automaten (ZA) gibt es mehrere Schwerpunkte. Im Berichtszeitraum standen einerseits ein algorithmisches Problem und daraus resultierend Untersuchungen im Zusammenhang mit Symmetrien und Symmetriebrechung im Vordergrund sowie andererseits Forschungen zum Thema “Nachbarschaft”.

Eine schon länger betrachtete Aufgabe ist das “Leader-Election-Problem”. Aus einer zusammenhängenden, aber beliebig geformten und homogen initialisierten Menge von Zellen soll genau eine Zelle ausgewählt (z.B. besonders markiert) werden. Nach wie vor klafft eine Lücke zwischen bester bekannter unterer und oberer Schranke für den Zeitbedarf, unlängst wurde aber im Rahmen einer studentischen Arbeit ein Ansatz entwickelt, der eine neue Idee ins Spiel bringt. Wie weit diese Idee trägt ist derzeit Gegenstand von Untersuchungen.

Zumindest in einem naiven Sinne kann man Anführerauswahl als ein Verfahren zur Symmetriebrechung ansehen. Das Thema “Symmetrie” bei zellulären Automaten wurde in der Literatur schon unter mehreren Aspekten betrachtet. Aktuelle Untersuchungen versuchen, diese Arbeiten weiterzuführen und mit neuen Aspekten in Verbindung zu bringen.

Als überaus interessant stellten sich Forschungsarbeiten heraus, die auf eine Beobachtung von H. Nishio (Kyoto) zurückgehen, mit dem in diesem Punkt auch eine enge Kooperation besteht. Üblicherweise fixiert man bei zellulären Automaten “ohne Beschränkung der Allgemeinheit” eine (Standard-)Nachbarschaft und beschäftigt sich mit den lokalen Überföhrungsfunktionen. Aber was ist möglich, und was nicht, wenn man umgekehrt eine lokale Überföhrungsfunktion fixieren muss und die relativen Positionen der Nachbarzellen variiert werden dürfen? Hier konnte gezeigt werden, dass man selbst in diesem Fall berechnungsuniversell bleibt. Eine Reihe weiterer Fragen blieb aber bislang offen und ist Gegenstand aktueller Forschungen.

## **Professionalität und Moral in der Informatik**

*(R. Vollmar)*

Während sich die Informatik in den Forderungen an professionelles Verhalten kaum von anderen Ingenieurwissenschaften unterscheidet, sieht dies hinsichtlich der moralischen Fragen, die das Handeln oder Nicht-Handeln der darin Tätigen aufwerfen, anders aus. Dies hat inhärent zu tun mit der “Universalität” von Computern einerseits und mit ihrem vielseitigen, milliardenfachen Einsatz andererseits. Eigenheiten der Erstellung und Verbreitung von Software tragen zur Undurchschaubarkeit des Verhaltens computergestützter Systeme ebenso bei wie die Nutzung von Computernetzwerken.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

**Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

**Scheben, Ch.:** Simulation of d'-Dimensional Cellular Automata on d-Dimensional Cellular Automata. In: Cellular Automata. Hrsg.: El Yacoubi, S.; Chopard, B.; Bandini, St.; 7th International Conference on Cellular Automata for Research and Industry, ACRI 2006, Perpignan, France, 20.-23.09.2006. Berlin: Springer, 2006, S. 131-140, (Lecture Notes in Computer Science; 4173)

**Schulz, M.:** Measures for Transient Configurations of the Sandpile-Model. In: Cellular

Automata. Hrsg.: El Yacoubi, S.; Chopard, B.; Bandini, S.; 7th International Conference on Cellular Automata for Research and Industry, ACRI 2006, Perpignan, France, 20.-23.09.2006. Berlin: Springer, 2006, S. 238-247, (Lecture Notes in Computer Science; 4173)

**Beiträge in Zeitschriften:**

Vollmar, R.: Kryptographie und Quanteninformatik. In: it, Band Vol. 48, Heft , 2006, S. 319-320

## Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

Die Forschung des Lehrstuhls Systemarchitektur (Prof. Dr. F. Bellosa) widmet sich der Entwicklung von skalierbaren Virtualisierungstechniken sowie der Anwendung effizienter Mikrokerne im Bereich komponentenbasierter Multiserver-Systeme. Ferner werden Betriebssystemstrategien untersucht, die durch Wissen über die Gesamtheit der internen Abläufe den Energieverbrauch der Hardwarekomponenten seiteneffektfrei abschätzen und wirksam beeinflussen. Damit kann die Leistungsaufnahme prozessspezifisch erfasst, optimiert oder gedrosselt werden. Die untersuchten Systeme reichen hierbei von kleinen batteriebetriebenen Sensorknoten bis hin zu temperaturkritischen Multiprozessor- und Multi-Core-Systemen. Ein dritter Schwerpunkt ist die Untersuchung von selbstorganisierenden, völlig dezentralen Systemen. Aufbauend auf mathematischen Analysen, Simulationen und Messungen wurde ein neues Routingverfahren zur Anwendung in spontan gebildeten Netzen entwickelt. Neben Sensor-Aktor-Netzen und drahtlosen Ad-hoc-Netzen könnte das Verfahren auch im Internet selbst nützlich sein. Dazu laufen zurzeit Untersuchungen in der Arbeitsgruppe.

Der Forschungsschwerpunkt Dialogsysteme und graphische Datenverarbeitung (Prof. Dr. A. Schmitt) widmet sich Anwendungen wie der Simulation in Virtual-Reality-Systemen, der mechanisch korrekten Simulation von Realsystemen, wie zum Beispiel mobilen Robotern, der Computeranimation für spezielle Effekte und auch der Grundlagenforschung für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Im Umfeld des CaRo-Projekts (Kamera-Roboter) wird derzeit auch an Realzeit-Verfahren für die fotorealistische Objektrekonstruktion gearbeitet.

Der Forschungsschwerpunkt Angewandte Geometrie und Computergrafik (Prof. Dr. H. Prautzsch) befasst sich mit der Lösung praktischer geometrischer Probleme. Im Vordergrund steht die Modellierung und Rekonstruktion räumlicher Objekte, deren Berechnung und Fertigung sowie rechnerinterne und graphische Darstellung. Anwendungen finden sich im Design von Karosserien, Gebäuden, Schnitten und Kleidung sowie in der Medizin, Geographie, Robotik, Computergraphik und Bildverarbeitung.

### Kontakt

Prof. Dr. F. Bellosa  
Tel. 608-4053  
bellosa@ibds.uka.de  
(Sprecher)

Prof. Dr. H. Prautzsch  
Tel. 608-4382  
prau@ira.uka.de

Prof. Dr. A. Schmitt  
Tel. 608-3965  
aschmitt@ira.uka.de

Forschungsbereich

**Systemarchitektur**

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**

Leiter:	Prof. Dr. F. Bellosa
Sekretärin:	A. Engelhart
Nachwuchsgruppenleiter:	Dr. T. Fuhrmann (F)
Wiss. Mitarbeiter:	C. Cramer (F, bis 31.10.2006), S. Denk (F, bis 31.03.2006), P. Di (F), J. Eickhold (F ab 20.11.2006), M. Y. Hourì (ab 01.07.2006), S. Kellner (F, ab 01.05.2006), K. Kutzner (F), C. Kämpfe (F, ab 01.07.2006), J. LeVasseur, G. Liefländer, M. Marcon (F, bis 28.02.2006), A. Merkel, R. Neider (ab 01.04.2006), Dr. S. O'Donoghue (F), M. Pink (F, ab 24.07.2006), B. Saballus (F, ab 01.09.2006), J. Stöß
Programmierer:	J. McCuller, H. Zoller

**L4Ka**

*(U. Dannowski, J. LeVasseur, G. Liefländer, R. Neider, J. Stöß)*

Die Forschung des Lehrstuhls Systemarchitektur konzentriert sich unter der Projektbezeichnung L4Ka auf mikrokernbasierte Multiserver-Betriebssysteme. Diese sind ein Erfolg versprechender Ansatz, die zunehmende Komplexität von Betriebssystemen beherrschbar zu machen. Aus Servern, die jeweils orthogonale Dienste erbringen, lassen sich Systeme für beliebige Anforderungen konstruieren. Durch eine feingliedrige Systemstruktur und den Schutz der Server untereinander sind Fehlerszenarien lokal beschränkt, Teilsysteme können im Betrieb ausgetauscht und das System somit an sich verändernde Anforderungen angepasst werden.

Forschungsschwerpunkte sind die Mikrokern an der Basis von Multiserver-Betriebssystemen, Struktur und Konstruktionsprinzipien solcher Systeme und Virtuelle-Maschinen-Systeme (VM-Systeme) als eine konkrete Ausprägung von Multiserver-Betriebssystemen. In diesem Zusammenhang werden auch weitergehende Fragen wie Energiemanagement in Mikrokernsystemen oder die Anwendung von Mikrokern-Technologie auf FPGA-Prozessoren untersucht. Das L4Ka-Projekt definiert derzeit den Stand der Mikrokern-Technologie in der Welt.

**L4Ka::Pistachio**

*(U. Dannowski, J. LeVasseur, J. Stöß, V. Uhlig)*

L4Ka::Pistachio ist ein fast vollständig in einer höheren Programmiersprache (C++) implementierter portabler Mikrokern, der inzwischen auf neun Prozessorarchitekturen und einer

Vielzahl von Plattformen (vom tief eingebetteten System bis zum Hochleistungsserver) läuft. Sollen Ressourcenmanagement und -scheduling des Betriebssystems flexibel gestaltet werden können, sind dazu detaillierte Kenntnisse über den gegenwärtigen Zustand des Systems vonnöten. In herkömmlichen, monolithischen Betriebssystemen werden die Managementkomponenten daher in den privilegierten Teil des Betriebssystemkerns verlagert, da sie von dort aus direkten und ungehinderten Zugriff auf alle Datenstrukturen des Systems haben. Die Unterteilung des Betriebssystems in verschiedene und verschieden privilegierte Komponenten und Hierarchien - eine Entwicklung, welche, durch den Trend zur Virtualisierung und zur Entwicklung minimaler Betriebssysteme bedingt, mittlerweile in weiten Kreisen Anwendung findet - verunmöglicht diesen einfachen Ansatz natürlich.

Genau für diesen Fall wurde am Lehrstuhl ein generischer Mechanismus entwickelt, welcher die Erfassung und Weitergabe von für das Ressourcenmanagement wichtigen Systemdaten in einer effizienten und flexiblen Weise erlaubt, so dass auch in komponentenbasierten Systemen ein effektives Ressourcenmanagement gewährleistet werden kann. Der Mechanismus wurde für den Mikrokern L4KA::Pistachio implementiert und dort erfolgreich auf das Problem des Mehrprozessorscheduling von virtuellen Maschinen zur Anwendung gebracht. Technologie und Ergebnisse wurden auf der 12th International Conference on Parallel and Distributed Systems in Minneapolis, USA, präsentiert.

Mit einer wachsenden Zahl von Zielkonfigurationen eines portierbaren Mikrokerns steigt naturgemäß auch dessen Softwarekomplexität. Da Betriebssystemprogrammierung gegenwärtig fast ausschließlich in systemnahen strukturierten Programmiersprachen erfolgt, schlägt sich diese Komplexität in exzessiver Benutzung des Präprozessors sowie Duplikation von Code nieder und führt folglich zu einer erhöhten Unübersichtlichkeit und verminderten Effizienz des Kerns. Objektorientierte Sprachen könnten diese Mängel prinzipiell lindern, bergen jedoch den Nachteil, dass sich die Allokation der Objekte im Speicher nach der Klassenhierarchie und deren Beziehungen richtet. Effizienzkriterien wie Zugriffsmuster oder -häufigkeit bleiben dabei außer Acht, was sich insbesondere auf häufig benutzte Kernoperationen und deren Cache-Verhalten auswirkt.

Zur Verbesserung der Wartbarkeit des L4Ka::Pistachio Mikrokerns bei gleich bleibender Effizienz soll der interne Aufbau von cache-kritischen Datenstrukturen statt wie bisher von Hand durch den Programmierer zukünftig automatisch für die entsprechende Zielhardware und den speziellen Einsatzfall optimiert werden. Dabei werden, für den Kernprogrammierer unsichtbar, in einem Zwischenschritt die Definitionen der Datenstrukturen im Quellcode umgeschrieben, um beim Zugriff optimales Cache-Verhalten zu erreichen. Die so konstruierten Datenstrukturen können durch den beschriebenen Vorgang nun cache-optimal aufgebaut werden. Technologie und Ergebnisse wurden auf dem First International Workshop on MicroKernels for Embedded Systems im Januar 2007 in Sydney, Australien, präsentiert.

Weitere Informationen zum Forschungsvorhaben L4Ka finden Sie unter <http://l4ka.org/>.



## Virtualisierung

### **Energiemanagement für virtuelle Maschinen**

(C. Lang, M. Reinhardt, J. Stöß)

Betrachtet man die gegenwärtig vorherrschenden Ansätze zum Energiemanagement in Betriebssystemen unter dem Lichte der Virtualisierung, so zeigt sich, dass diese in verschiedener Hinsicht unzureichend für diesen Anwendungsfall sind. Zum einen gehen herkömmliche Ansätze von der Annahme aus, dass es ein Betriebssystem gibt, welches volle Kontrolle über die zugrunde liegende Hardware und deren Betriebsparameter besitzt. Zum anderen wähen die Ansätze dieses Betriebssystem in der vollen Kenntnis aller Anwendungen und deren energetischem Verhalten. Beide Annahmen erweisen sich als unzutreffend in Virtualisierungsumgebungen, wo man nicht nur kein einzelnes Betriebssystem, sondern sogar keine einzige andere Komponente im System findet, welche zugleich volle Kontrolle über jegliche Hardwaregeräte und vollständiges Wissen über die Anwendungen besitzt.

Zur Bereitstellung und Entwicklung von Energiemanagementschemata in virtuellen Umgebungen wurde daher am Lehrstuhl ein Rahmenwerk entwickelt, welches gleich im Ansatz eine Unterstützung für verteilte und in Hierarchien unterteilte Betriebssysteme mitbringt. Ein zentrales Merkmal dieses Ansatzes ist die ausschließliche Verwendung der Einheit "Energie" zur Modellierung und Kontrolle aus dem Energieverbrauch resultierenden physischer Effekte; Energie ist nämlich im Gegensatz zu anderen physikalischen Größen (bspw. Temperatur) ver- und unterteilbar, bietet sich also als Basiseinheit für partitionierte Betriebssysteme geradezu an. Die anderen Kernteile des Rahmenwerks bilden die Mechanismen zur verteilten Erfassung und Kontrolle des Energieverbrauchs über Hierarchie-, Schutz- oder Softwaremodulgrenzen hinweg. Der für hypervisor-basierte Virtualisierungssysteme entwickelte Prototyp zeigt sich nach Auswertung in der Lage, den Energieverbrauch von Prozessoren und Laufwerksgeräten über die Schichten- und Komponentengrenzen der virtuellen Umgebung hinweg korrekt zu erfassen und an vom Systemverwalter vorgegebene Parameter erfolgreich anzupassen. Erste Ergebnisse konnten im Rahmen eines Posters auf der 1st ACM SIGOPS EuroSys Conference in Leuven, Belgien, vorgestellt werden.

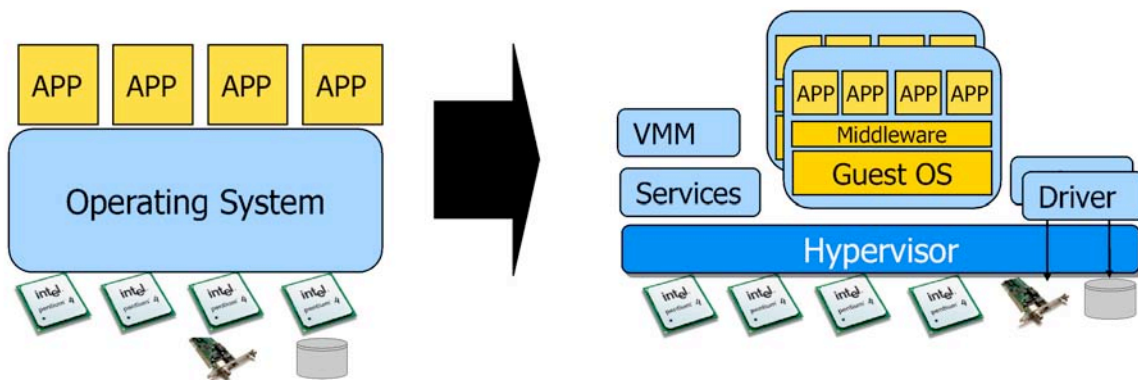
### **Mikrokernbasierte volle Virtualisierung**

(S. Biemüller, U. Dannowski, J. Stöß)

Obwohl die Virtualisierung momentan als Patentrezept zur Verbesserung verschiedenster Probleme und Aspekte existierender Betriebssysteme gepriesen wird, kann sie keineswegs als Allheilmittel für die Betriebssysteme der Zukunft angesehen werden. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt darin, dass das Konzept der Betriebssystemvirtualisierung zwar die transparente funktionelle Änderung der zugrunde liegenden Plattformsemantik ermöglicht, jedoch keine Aussage darüber trifft, wie und welche Änderungen durchgeführt werden sollen. Die gängigen Virtualisierungssysteme ändern die Funktionalität größtenteils ad hoc, je nach Bedarf des Benutzers, und greifen zur Realisierung der gewünschten Veränderungen

üblicherweise auf Ansätze aus existierenden Betriebssystemen zurück. Dieses Verfahren muss mittelfristig zu einem System führen, in dem die Virtualisierungsschicht konzeptionell und strukturell auf der Stelle tritt und genau diejenigen Probleme und Fehler birgt, zu deren Überwindung sie überhaupt eingeführt wurde. Daher wurde am Lehrstuhl die Frage untersucht, ob Mikrokern- und Virtualisierungstechnologie in einer Weise kombiniert werden können, welche die oben genannten Probleme vermeidet.

Tatsächlich fußen die beiden Technologien auf sehr ähnlichen Ideen - erhöhte Sicherheit und Robustheit durch Isolierung, Entprivilegierung und Modularisierung - und unterscheiden sich dabei lediglich in der Abstraktionsstufe: während Mikrokerne eine minimale Schnittstelle implementieren, bilden Virtualisierungssysteme die Hardware ab und treten somit als transparente Zwischenschicht zwischen das Gastbetriebssystem und die eigentliche Hardware. Der Lösungsansatz bestand nun darin, ein mikrokernbasiertes Virtualisierungssystem zu entwerfen, welches die Virtualisierungstechnologie für die Bewahrung der Kompatibilität mit existierendem Betriebssystemcode bereitstellt, in welchem aber die Virtualisierungsschicht selbst nach Mikrokernprinzipien konstruiert wird. Zu diesem Zwecke wurde die Virtualisierungsschicht in eine privilegierte, direkt in den Mikrokern integrierte Komponente, sowie eine unprivilegierte, als normale Nutzeranwendung auf dem Mikrokern ausgeführte Monitor-Komponente unterteilt. Zur Auswertung wurde ein Prototyp für L4Ka::Pistachio implementiert, welcher auf den neuen Virtualisierungserweiterungen für x86-basierte Systeme aufbaut. Technologie und Ergebnisse wurden auf dem First International Workshop on MicroKernels for Embedded Systems im Januar 2007 in Sydney, Australien, präsentiert.



*Trend zur Betriebssystemvirtualisierung*

## HW/OS-Codesign

(R. Neider)

Zur effizienten Lösung vieler Aufgaben insbesondere im Bereich der eingebetteten Systeme ist anwendungsspezifische Unterstützung sowohl von Seiten des Prozessors als auch von Seiten des Betriebssystems erforderlich: Anwendungen mit häufiger Inter-Prozess-Kommunikation (IPC) könnten beispielsweise von einer Anzahl dedizierter Kommunikationsregister profitieren. Andererseits werden autonome Anwendungen durch den

Mehraufwand zur Sicherung dieser Register beim Kontextwechsel verlangsamt. Werden mehrere Anwendungen mit verschiedenen Anforderungsprofilen nebenläufig auf einem Prozessor ausgeführt, so muss zwischen guter Unterstützung aller Anwendungen einerseits und dadurch entstehendem Mehraufwand andererseits abgewogen werden.

Die Ziele dieses Forschungsprojekts gliedern sich in zwei Bereiche: Im ersten Schritt sollen auf der Basis von rekonfigurierbaren Logikbausteinen (FPGAs) Erweiterungen von und/oder Modifikationen an bestehenden Prozessoren und Speicherverwaltungseinheiten zur Unterstützung von Anwendungen und Betriebssystemfunktionen implementiert und evaluiert werden. Anschließend soll in einem zweiten Schritt untersucht werden, wie insbesondere mikrokernbasierte Betriebssysteme den inhomogenen Hardware-Anforderungen der Anwendungen effizient Rechnung tragen können.

### **BW-FIT Projekt "Zuverlässige Informationsverarbeitung in energiebewussten ubiquitären Systemen" (ZeuS)**

*(F. Bellosa, S. Kellner)*

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass "Ubiquitous Computing" (UC) die Grundlage der nächsten Generation von Systemen sein wird. Ein wesentliches Element des "UC-Konzepts" ist es, dass die verteilten informationstechnischen Systeme mit ihrer Umgebung interagieren können. Dies erfordert die Verwendung von Sensoren, mit denen das System seine Umwelt erfassen kann. Diese Wünsche haben in den letzten Jahren die Hardwaregattung der Sensorknoten hervorgebracht, kleine, meist batteriebetriebene eingebettete Systeme mit Sensoren und drahtlosen Kommunikationsmöglichkeiten.

Die Sensorknoten sind im Gegensatz zu traditionellen verteilten Systemen jedoch starken Ressourcenbeschränkungen unterworfen. Der begrenzte Energievorrat der Sensorknoten spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Unter bestimmten Umständen ist es für das Sensornetz deshalb nicht möglich, die Antwort auf eine Anfrage sofort, mit hoher Genauigkeit und vor fremdem Zugriff geschützt zu liefern. Menschen und Maschinen müssen sich in diesem Fall bezüglich ihrer komplexen Informationsbedürfnisse und hinsichtlich der Genauigkeit und Aktualität der Informationen auf Kompromisse einlassen. Das zentrale Konzept für diese Kompromisse ist eine voraussagbare Zuverlässigkeit und Sicherheit bezüglich der Informationsweiterleitung und -bereitstellung.

Das Teilprojekt des Lehrstuhls Systemarchitektur befasst sich mit Mechanismen zur Energieverwaltung in Sensornetzen. Diese Mechanismen lassen sich in drei Bereiche gliedern. Energieabrechnung bedeutet die Verknüpfung einer Aktion im Sensornetz mit der dafür verbrauchten Energie. Hierzu wird untersucht, inwieweit sich das bestehende Konzept der Resource-Container von der Welt der Desktoprechner auf Sensorknoten übertragen lässt. Um das Netz energiegewahr zu machen, muss es über die Restenergie der Knoten informiert sein. Hier werden Batteriemodelle auf Tauglichkeit unter Sensornetzbedingungen hin überprüft und/oder entwickelt. Schließlich soll es den einzelnen Knoten ermöglicht werden, auf ihren Energieverbrauch Einfluss zu nehmen, z. B. durch Anpassen verschiedener Betriebssystemparameter. Der letzte Mechanismus ist als Zusatz zu einer am

Lehrstuhl von Prof. Böhm entwickelten Anfrageoptimierung zu verstehen, welche den Energieverbrauch unter Berücksichtigung der Restenergie und des für eine Aktion im Netz zu erwartenden Energieverbrauchs auf einer höheren Ebene beeinflusst.

## **Power Management**

*(F. Bellosa, A. Merkel)*

### **Energiegewahres Scheduling**

Ein energiegewahrer Scheduler berücksichtigt beim Einplanen von Tasks neben konventionellen Kriterien wie Durchsatz und Fairness auch die begrenzte Fähigkeit der Prozessoren und ihrer Kühlkörper, Wärme an die Umgebung abzugeben. Voraussetzung hierfür ist, dass das Betriebssystem um die Energiecharakteristik einzelner Tasks weiß.

So kann beispielsweise in einem Mehrprozessorsystem durch geschicktes Einplanen und Kombinieren von Tasks das Überhitzen einzelner Prozessoren verhindert werden. Hierzu haben wir einen Mechanismus entwickelt, welcher unter Verwendung einer auf Ereigniszählern basierenden Energieabschätzung die Energiecharakteristik einzelner Tasks bestimmt, sowie eine energiegewahre Schedulingstrategie, die aufbauend auf dieser Charakterisierung die Tasks den Prozessoren zuweist. Durch verstärkt in diesem Bereich durchgeführte Experimente und Auswertungen konnten wir weiter untermauern, dass unsere Strategie sich positiv auf die Prozessortemperaturen auswirkt und dass somit in vielen Fällen auf das Drosseln von Prozessoren zur Verringerung der Temperatur verzichtet werden kann, was zu einem erhöhten Systemdurchsatz führt.

Viele moderne Prozessoren verfügen über Fähigkeiten zum Reduzieren des Energieverbrauchs, wie zum Beispiel das Herabsetzen der Betriebsfrequenz und der Versorgungsspannung. Soll ein bestimmtes Energielimit in einer festgesetzten Periode nicht überschritten werden, so muss entschieden werden, wie die Parameter für Frequenz und Spannung gewählt werden müssen. Da sich das Herabsetzen der Frequenz negativ auf die Performanz auswirkt, muss dabei mit Bedacht vorgegangen werden, wenn das Energielimit bei maximaler Performanz eingehalten werden soll. Insbesondere hängt die Auswahl der optimalen Frequenz von den Charakteristiken der ablaufenden Tasks ab. Erschwerend kommt hinzu, dass die Energieabschätzung durch Ereigniszähler jeweils an die neuen Parameter für Frequenz und Spannung angepasst werden muss, um weiterhin korrekte Ergebnisse liefern zu können. Es ist uns gelungen, ein System zu entwerfen und zu implementieren, welches diese Anpassung leistet und dann basierend auf den geschätzten Energiewerten eine Auswahl der Frequenz für die nächste Periode trifft. Wir konnten zeigen, dass diese dynamische Auswahl dem statischen Auswählen eines bestimmten Frequenzwertes überlegen ist.

## **BmBF-Projekt "AmbiComp"**

*(P. Di, J. Eickhold, T. Fuhrmann, M. Y. Hourì, B. Saballus)*

Der Begriff "Ambient Intelligence" bzw. "Umgebungsintelligenz" beschreibt die Vernetzung von Alltagsgegenständen. Ähnlich wie das allgegenwärtige Rechnen ("ubiquitous

computing") entstammt er dem Bereich der Ad-Hoc-Netzwerke, bei denen sich einzelne Netzwerkkomponenten spontan und ohne administrativen Eingriff zusammenschließen. Diese Idee lässt sich besonders einprägsam im Szenario des "intelligenten Hauses" anwenden, bei dem alle möglichen eingebetteten Systeme, wie zum Beispiel Kühlschrank, Waschmaschine und Toaster miteinander interagieren, um so gemeinsam Dienste zu erbringen. Dabei besteht die aktuelle Herausforderung in der Vernetzung sehr vieler sehr kleiner Geräte, von der Kaffeetasse bis zu Sensoren in Stühlen, dem Teppichboden, etc. die eine Vielzahl von Daten sammeln, um so ein möglichst realistisches Bild vom Zustand im Haus zu geben. Damit kann dann beispielsweise in Notsituationen, wie einem Schlaganfall des allein lebenden Bewohners, rasch richtig gehandelt werden und zum Beispiel ein Notarzt verständigt werden.

Die Grundlage für die Vision der Umgebungsintelligenz ist die bei sinkenden Kosten immer weiter zunehmende Rechen- und Kommunikationsleistung eingebetteter Systeme. Schon bald werden Kleinstrechner in großer Zahl und sehr billig in alle möglichen Dinge eingebettet werden können. Diese Geräte müssen nicht nur vernetzt sondern auch gemeinsam programmiert werden. Hier, im Bereich des verteilten Rechnens auf solchen Kleinstgeräten, liegt der Schwerpunkt des Projekts "AmbiComp". Ziel ist es, eine verteilte "Java Virtual Machine" zu schaffen, die es ermöglicht, Programme auf räumlich getrennten Kleinstrechnern auszuführen, so als ob es sich um ein einziges System handeln würde. Dafür wird auf das in der Arbeitsgruppe entwickelte "Scalable Source Routing" Protokoll zurückgegriffen, das die dazu nötige Virtualisierung sehr einfach und effizient erreicht und ideal für Ad-Hoc-Netze geeignet ist. Ergebnis des Projekts sollen kleine, universell verwendbare Komponenten sein, die in Alltagsgegenstände eingebettet werden können und einfach in Java programmierbar sind.

### **EU-Projekt SIMDAT**

*(S. Denk, P. Di, T. Fuhrmann, M. Marcon)*

Das EU-Projekt SIMDAT bringt 26 Partner aus Forschung und Industrie zusammen, um daten- und rechenintensive Anwendungen mit Methoden des Grid-Computing zu unterstützen. Die exemplarisch untersuchten Anwendungen stammen aus den Bereichen Automobilindustrie, Luftfahrtindustrie, Meteorologie und Pharmazeutische Industrie, wobei sich die Forschungsgruppe von Dr. Fuhrmann insbesondere im letztgenannten Bereich engagiert. Die Lebenswissenschaften sind durch einen rasanten Wissenszuwachs gekennzeichnet. Dieses Wissen ist beispielsweise in Gen- oder Proteindatenbanken enthalten. Schon heute stellt allein das Verteilen und automatische Indizieren dieser Datenbanken eine Herausforderung für die Computernetze dar: Bisher werden diese Datenbanken in Form von so genannten "Flat Files" am Stück von den Servern der jeweiligen Forschungsinstitute geladen. So entstehen Transfervolumina von vielen Gigabyte pro Tag. Damit die Server, die diese Daten bereitstellen, nicht zum Engpass werden, entwickelt die Forschungsgruppe ein spezielles verteiltes Dateisystem, bei dem Rechner die ein bestimmtes Datenstück bereits geladen haben, selbst diese Daten bereitstellen können.

Im Gegensatz zu existierenden Peer-to-Peer-Systemen, wie z.B. "Bit Torrent", muss hier im SIMDAT Projekt auf die Anforderungen der Pharmazeutischen Industrie Rücksicht genommen werden: So muss beispielsweise sowohl die Abrechnung der Nutzung der Datenbanken sichergestellt sein als auch die Anonymität der Nutzer gegenüber Dritten gewahrt bleiben. Außerdem sollen bei Änderungen von Teilen einer Datenbank nur diese geänderten Teile neu verteilt werden müssen.

### **DFG-Projekt "Overlay-Netze: Protokollverhalten, Skalierbarkeit, Effizienz"**

*(C. Cramer, T. Fuhrmann, K. Kutzner)*

Overlay-Netze sind virtuelle Netze, die einer bestehenden Netzinfrastruktur überlagert werden. Sie ermöglichen die Erbringung höherwertiger Dienste. Peer-to-Peer-(P2P)-Systeme verwenden häufig Overlay-Netze als Kommunikationsstruktur innerhalb der Anwendung. Ein P2P-System ist dadurch gekennzeichnet, dass die daran teilnehmenden Protokollinstanzen gleichgestellt sind. Sie organisieren sich gemeinsam und ohne Unterstützung einer zentralen Komponente in ein funktionsfähiges Netz.

Die Forschungsgruppe von Dr. Fuhrmann befasst sich mit der Analyse und Verbesserung von P2P-Overlay-Netzen. Hierzu wurden Simulationswerkzeuge geschaffen, mit denen die in der Literatur beschriebenen Protokolle untersucht werden können, mögliche Verbesserungen dieser Protokolle geprüft werden können und auch gänzlich neue Protokolle erforscht werden können.

Die Simulation wird ergänzt durch Messungen im Internet, meist mit Hilfe der PlanetLab-Kooperation. Die Forschungsgruppe ist Teil dieser Kooperation und hat so Zugriff auf derzeit über 600 Maschinen weltweit, auf denen eigene Messanwendungen betrieben oder neue Protokolle getestet werden können. Die bei diesen Messungen gewonnenen Erkenntnisse helfen auch, die Simulationen zu verbessern.

Als dritte Säule der Arbeiten dient die Protokollanalyse, bei der mit analytischen Methoden Protokolleigenschaften abgeleitet werden. Dies dient nicht nur der Deutung und ggf. Absicherung der durch Simulation gewonnenen Ergebnisse. Diese Analysen können auch Aussagen über sehr große Netze machen, die (noch) nicht der Simulation zugänglich sind.

Mit den über die Selbstorganisationseigenschaften der P2P-Netze gewonnenen Kenntnissen können auch Lösungen für andere Gebiete gefunden werden. Die Arbeitsgruppe hat Routingverfahren für die Vermittlungsschicht auf den Grundlagen der strukturierten P2P-Netze entwickelt. Diese Verfahren finden Einsatz in Netzen ohne zentrale Koordination und Planung. Die Geräte in solchen Netzen sind zudem häufig stark in ihren Ressourcen beschränkt. Bisherige Ansätze verwenden globalen Kontrollverkehr zur Auffindung von Endgeräten, was die Skalierbarkeit der Netze einschränkt. Die von der Arbeitsgruppe vorgeschlagenen und auf internationalen Konferenzen vorgestellten Verfahren vermeiden eine globale Koordination der Endgeräte und schaffen so die Voraussetzung für skalierbare, sich selbst organisierende Netze.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches****Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

- Cramer, C.; Fuhrmann, T.:** Bootstrapping Chord in Ad Hoc Networks: Not Going Anywhere for a While. In: Proceedings of the 3rd IEEE International Workshop on Mobile Peer-to-Peer Computing, 3rd IEEE International Workshop on Mobile Peer-to-Peer Computing, Pisa, Italy, 17.03.2006. S. 168-172
- Cramer, C.; Fuhrmann, T.:** Performance Evaluation of Chord in Mobile Ad Hoc Networks. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Decentralized Resource Sharing in Mobile Computing and Networking. 1st International Workshop on Decentralized Resource Sharing in Mobile Computing and Networking, Los Angeles, CA, USA, 25.09.2006. S. 48-53
- Di, P.; Marcon, M.; Fuhrmann, T.:** Linyphi: An IPv6-Compatible Implementation of SSR. In: 20th International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2006. IPDPS 2006. Rhodes Island, Greece, 25.-29.04. 2006, S. 8 pp. (ISBN: 1-4244-0054-6)
- Fuhrmann, T.:** Scalable Routing in Sensor Actuator Networks with Churn. 3rd Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks, Reston, VA, 25.-28.09.2006, S.www
- Fuhrmann, T.:** Software Engineering for Ambient Intelligence Systems. Workshop on Mobile and Embedded Interactive Systems, Dresden, 06.10.2006, S.www
- Kutzner, K.; Fuhrmann, T.:** The IGOR File System for Efficient Data Distribution in the GRID. Cracow Grid Workshop CGW 2006, Cracow, Poland, 15.-18.10.2006, S.www
- Kutzner, K.; Wallenta, C.; Fuhrmann, T.:** Securing the Scalable Source Routing Protocol. World Telecommunications Congress 2006, WTC 2006, Budapest, Hungary, 30.04.-03.05. 2006, S.www
- Merkel, A.; Bellosa, F.:** Balancing Power Consumption in Multiprocessor Systems. In: Proceedings of EuroSys2006. First ACM SIGOPS EuroSys Conference, Leuven, Belgium, 18.-21.04.2006. S. 403-414, (40; 4)
- Stöß, J.; Uhlig, V.:** Flexible, Low-overhead Event Logging to Support Resource Scheduling. In: 12th International Conference on Parallel and Distributed Systems. ICPADS'06, Minneapolis, MN, USA, 12.-15.07.2006. S. 115-120, (2)
- Thiele, M.; Kutzner, K.; Fuhrmann, T.:** Churn resistant de Bruijn Networks for Wireless on demand Systems. Third Annual Conference on Wireless On demand Network Systems and Services, Les Ménuires, France, 18.-20.01.2006, S.www
- Weissel, A.; Bellosa, F.:** Self-Learning Hard Disk Power Management for Mobile Devices. In: Proceedings of the Second International Workshop on Software Support for Portable Storage. IWSSPS 2006, Seoul, Korea, 26.10.2006. S. 33-40

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Cramer, C.; Fuhrmann, T.:** On the Fundamental Communication Abstraction Supplied by P2P Overlay Networks. In: European Transactions on Telecommunications (ETT), Band 17/1, Heft 17, 2006, S. 11-19

**Gu, X.; Di, P.; Wolf, L.:** Performance Evaluation of DCCP: A Focus on Smoothness and

TCP-friendliness. In: Annals of Telecommunications Journal, Special Issue on Transport Protocols for Next Generation Networks, Band 61, Heft 1, 2006, S. 191-216

**Heiser, G.; Uhlig, V.; LeVasseur, J.:** Are virtual-machine monitors microkernels done right?. In: Operating Systems Review, Band 40, Heft 1, 2006, S. 95-99

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**

**Forschungsbereich**

Leiter: Prof. Dr. A. Schmitt  
 Sekretärin: G. Szameitat  
 Wiss. Mitarbeiter: M. Baas, J. Bender, D. Finkenzeller,  
 B. Klimmek, S. Preuß (F),  
 S. Thüring (F, bis 30.04.2006)  
 Systemprogrammierer: R. Lindner  
 Stipendiat: F. Pizarro

**Dialogsysteme und  
 Graphische  
 Datenverarbeitung**

**Impulsbasierte Dynamiksimulation für Mehrkörpersysteme (DFG-Projekt)**

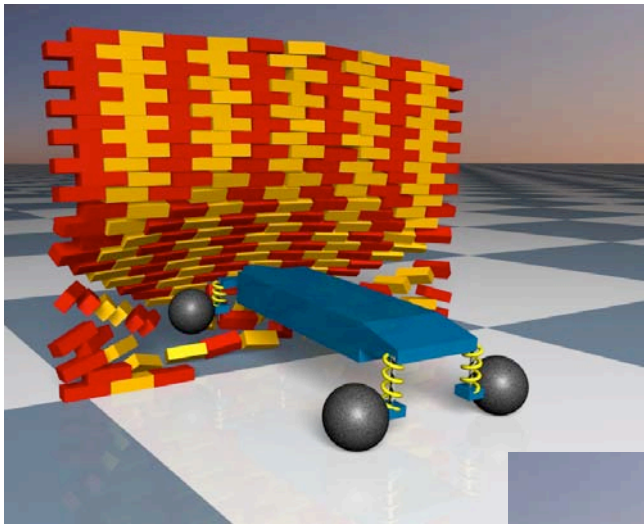
*(J. Bender, A. Schmitt)*

Die impulsbasierte Dynamiksimulation ist ein Verfahren für die Simulation von Starrkörpern. Diese Starrkörper können durch Gelenke miteinander verbunden sein. Gelenke schränken die Freiheitsgrade der verbundenen Körper ein. Für jeden der sechs Freiheitsgrade eines Körpers wurde ein so genanntes Grundgelenk implementiert. Durch die Kombination dieser Grundgelenke können alle möglichen mechanischen Gelenke simuliert werden. Gelenke können dem Mehrkörpersystem auch Kräfte hinzufügen. Durch diese Eigenschaft lassen sich komplexere Gelenktypen, wie z. B. Servomotoren oder Stoßdämpfer, simulieren. Die benötigten Impulse zur dynamischen Simulation können sehr schnell mit Hilfe eines linearen Gleichungssystems bestimmt werden. Durch diese Vorgehensweise ist die genaue Simulation von sehr komplexen Modellen in Echtzeit möglich. Es konnte sogar gezeigt werden, dass die Lösung der Gleichungssysteme für Modelle mit einer Baumstruktur mit linearem Zeit- und Speicheraufwand möglich ist.

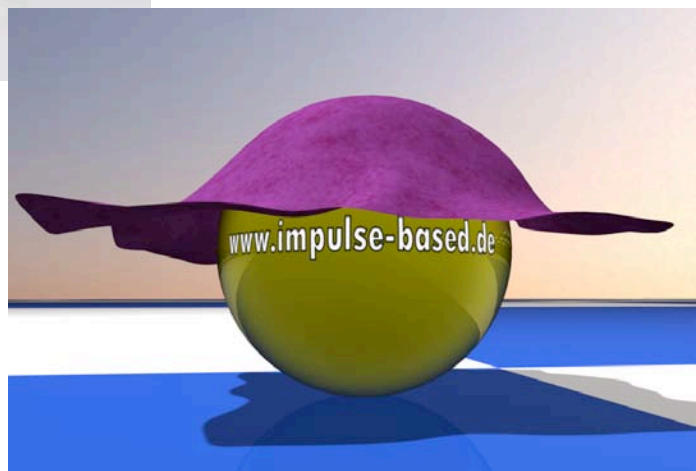
Für die Auflösung von Kollisionen und permanenten Kontakten wurde ein neues Verfahren entwickelt. Es berücksichtigt alle auftretenden Kontaktregionen gleichzeitig und ermittelt die notwendigen Impulse für die Auflösung. Dadurch, dass alle Kontaktpunkte



und die Abhängigkeiten zwischen ihnen gleichzeitig betrachtet werden, ist eine sehr genaue Simulation von Kollisionen und bleibenden Kontakten möglich unter Berücksichtigung von Gleit- und Haftreibung. Impulse haben den Vorteil, dass sie relativ leicht zu berechnen sind. Daher können mit dem neuen Verfahren Simulationen mit sehr vielen Kollisionen schnell durchgeführt werden. Zurzeit wird das impulsbasierte Verfahren für die Simulation von deformierbaren Körpern, wie z. B. Textilien, erweitert.



*Bild links: Dynamische Simulation einer Kollision von einem Auto mit einer Mauer*



*Bild rechts: Simulation eines Tuches*

## Objekt- und Texturrekonstruktion

(S. Preuß)

Um das Modell einer Person ohne Marker oder Sensoranzüge zu erstellen, um sie z. B. in eine virtuelle Welt zu integrieren, wird das aus dem CaRo-Projekt (Camera Robot) hervorgegangene ViSor-Rekonstruktionsverfahren weiterentwickelt. Bei diesem Verfahren werden zunächst Silhouetten aus verschiedenen Aufnahmen des zu rekonstruierenden Objektes bestimmt. Die extrahierten Silhouetten werden zu einer visuellen Hülle kombiniert, die eine relativ genaue digitale Repräsentation des Objektes darstellt.

Bei der Entwicklung der Pipeline-Architektur, die die Experimente zur Parallelisierung des Volumenschnittverfahrens unterstützt, wurden für ähnliche Aufgabenstellungen Entwurfsmuster herausgearbeitet. Eine große Schwierigkeit bei der Parallelisierung ist es, dass statt eines linearen seriellen nun ein indeterministischer paralleler Programmablauf kon-

zipiert werden muss. So muss neben dem Ziel der Beschleunigung, die Handhabbarkeit und Übersichtlichkeit der einzelnen Elemente sowie des Gesamtablaufes ein Schwerpunkt im Konzeptionsprozess sein. Entwurfsmuster zur Planung einer parallel arbeitenden Pipelineanordnung stellen standardisierte Bausteine dar, um datenflussorientierte Algorithmen zu parallelisieren.

Der Übergang von einer vormals zeit- und stabilitätsunkritischen Aufgabenstellung in eine Echtzeitumgebung stellt auch neue Anforderungen an den verwendeten Algorithmus. Für eine gute Rekonstruktion muss jede einzelne Ansicht verarbeitet werden. Da eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit nötig ist, scheiden die meisten Hochgenauigkeitsverfahren aus. Um Rundungsfehlern und Singularitäten zu begegnen, wurde der Volumenschnitt in den Teilbereichen Kantenschnitt und Schnittflächenschluss um Verfahren erweitert, die die lokale Umgebung kritischer Stellen betrachten und miteinbeziehen. Vor allem die Betrachtung von Gebietswechseln bei den Schnittproblemen steigerte die Robustheit des Verfahrens. Des Weiteren wurde ein Verfahren entwickelt, das aus der Verknüpfung von Bildern aus mehreren Ansichten Informationen über eventuelle konkave Merkmale des Rekonstruktionsobjektes gewinnt. Das verwendete Korrelationsverfahren baut auf dem Bild-Warping-Ansatz mit Fensterkorrelation auf, der hierbei in sogenannten Shadern auf der Graphikhardware realisiert wurde.

### **Regelbasierte prozedurale Modellierung von Gebäudefassaden**

*(D. Finkenzeller)*

Aufbauend auf den im Jahre 2005 entwickelten Techniken zur prozeduralen Modellierung von Fassaden wurden weitere Verfahren und Methoden entwickelt, um die Fassaden mit mehr Details anzureichern. Wie seinerzeit vorgestellt, werden die einzelnen Fassadenelemente passgenau generiert, so dass sie sich nahtlos aneinander fügen. Darauf basierend wurde eine geometrieabhängige prozedurale Texturierung für Mauerwerke entworfen. Zurzeit werden folgende drei Mauerwerktypen unterstützt: Mauerziegelverbände, Quader-



*Beispiel einer Fassade eines großen Gebäudes*

steinmauerwerke und Zyklopenmauerwerke. Für den ersten Typ wurde eine einfache Grammatik entworfen, mit der sich Block-, Läufer- und Kreuzverbände erzeugen lassen. Über ein probabilistisches Verfahren werden Quadersteinmauerwerke generiert. Die Zyklopenmauerwerke werden unter Zuhilfenahme von Voronoi-Regionen berechnet. Alle Verfahren orientieren sich bei der Erzeugung der Textur an ihren zugrunde liegenden einfachen Polygonen (die auch Löcher aufweisen dürfen). Ebenso wird für jedes Verfahren nur die Konstruktionsbeschreibung des Mauerwerks gespeichert. Daraus ergeben sich folgende Vorteile: Texturen können zur Laufzeit berechnet werden, was bei einer Vielzahl von Texturen Speicherplatz einspart. Außerdem können sie in beliebiger Auflösung ausgegeben werden, die für ein Level-of-Detail-Verfahren verwendet werden können.

Fassaden alter Häuser, wie sie z. B. in Karlsruhe vorkommen, sind meist mit sehr fein detaillierten Ornamenten verziert. Um pflanzenähnliche Ornamente zu berechnen, wurde eine bereits bekannte Technik aufgegriffen und erweitert. Die Beschreibung der Ornamente erfolgt in der Programmiersprache Python. Sie werden, abhängig von der zugrunde liegenden Geometrie, als Textur ausgegeben. Um einen visuell ansprechenden Eindruck zu erhalten, kann zusätzlich noch ein Höhenmodell (Bumpmap) erzeugt werden. In Anlehnung an die Turtle-Graphik der Programmiersprache Logo wurde eine generische Beschreibung entwickelt, mit der sich Gesimse, Fenster- und Türbögen wie auch deren Verfeinerungen beschreiben lassen. Über die Beschreibung wird das Relief der Gesimse definiert und eine entsprechende Geometrie erzeugt. Weiterhin können die Gesimse durch mit Ornamenten versehenen Konsolen unterbrochen werden.



*Nahaufnahme einer Fassade*

### **Physikalisch korrekte Bewegungsstudien humanoider Roboter mittels Dynamiksimulation**

*(B. Klimmek)*

Das Generieren realistischer Bewegungen menschlicher Modelle in der virtuellen Realität ebenso wie humanoider Roboter im Realen stellt eine große Herausforderung dar. Einerseits ist dabei zu gewährleisten, dass bspw. für das zweibeinige Gehen überhaupt eine

dynamische Balance aufrechterhalten wird; klassische Konzepte wie der Zero Moment Point sind hier seit langem etabliert. Andererseits wird eine möglichst „plausible“ Bewegung des Humanoiden angestrebt, das Zusammenspiel der Gelenke soll also sowohl visuell überzeugen als auch physikalisch möglich sein.

Anstatt empirisch gewonnene Bewegungsdaten zu benutzen (Motion Capturing), verfolgen wir einen Ansatz, der – ganz ohne Wissen über die Abläufe beim biologischen Vorbild – lediglich aus der Anatomie des Modells optimale Bewegungsabläufe abzuleiten versucht. Diese liegt als Datenmaterial über die mechanischen Kenngrößen der durch Gelenke gekoppelten Gliedmaßen vor: Abmessungen, Massenverteilung, Grenzwinkel, Kraftpotential usw. Während viele der derzeit erfolgreichsten Ansätze solche Steuerungen favorisieren, die auf neuronalen Netzen vorgegebener Struktur basieren und damit vor allem auf Echtzeit-Anwendungen abzielen, führen wir im offline-Betrieb eine heuristische Optimierung durch. So können verschiedenste Trajektorien hinsichtlich vorgegebener Kriterien analysiert werden. Elegant lassen sich im Zuge dieser Optimierung Zielgrößen wie Geschwindigkeit, Stabilität der Balance, Energieeffizienz oder Kraftaufwand nach Belieben gewichten, um schließlich das gewünschte Resultat zu erzielen.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

#### **Tagungsbände und Beiträge in**

##### **Tagungsbänden:**

**Bender, J.; Schmitt, A.:** Constraint-based collision and contact handling using impulses. In: Konferenzband CASA 2006. Hrsg.: Computer Graphics Society. Computer Animation and Social Agents (CASA) 2006, Genf, Schweiz, 05.-07.07.2006. S. 3-11

**Bender, J.; Schmitt, A.:** Fast Dynamic Simulation of Multi-Body Systems Using Impulses. In: Proceedings of the Virtual Reality Interactions and Physical Simulations. VRIPhys 2006, Madrid, Spanien, 06.-07.11.2006. S. 81-90

**Finkenzeller, D.; Schmitt, A.:** Rapid modeling of complex building facades. In: Konferenzband Eurographics Short Papers 2006. Hrsg.: The Eurographics Association. Eurographics 2006, Wien, Österreich, 04.-08.09.2006. S. 95 - 98

**Finkenzeller, D.; Schmitt, A.:** Representation of complex facades using typed graphs. In: Konferenzband Virtual Concept 2006. Virtual Concept 2006, Cancun, Mexiko, 26.11.-01.12.2006. Springer, 2006, S. 57, CD-ROM

**Pizarro, F., Preuß, S.; Schmitt, A.:** Simplification of Reconstructed Meshes in Real Time. In: Konferenzband CASA 2006. Hrsg.: Computer Graphics Society. Computer Animation and Social Agents (CASA) 2006, Genf, Schweiz, 05.-07.07.2006. S. 187 - 297

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**

**Forschungsbereich**

**Geometrische  
Datenverarbeitung**

Leiter:	Prof. Dr. H. Prautzsch
Sekretärin:	G. Szameitat
Wiss. Mitarbeiter:	R. Straub
Stipendiat:	Q. Chen (ab 15.05.2006)

**Objektrekonstruktion**

*(R. Straub)*

Die Forschungen an einem kostengünstigen 3D-Scanner – bestehend aus einem Präsentationsprojektor und einer digitalen Fotokamera – wurden und werden fortgeführt. Dies betrifft insbesondere die Kalibrierung des Systems, die Berechnung des zu projizierenden Musters und die Registrierung mehrerer Objektansichten mit Hilfe eines globalen Registrierungsverfahrens.

**Vereinfachung texturierter Netze**

*(R. Straub)*

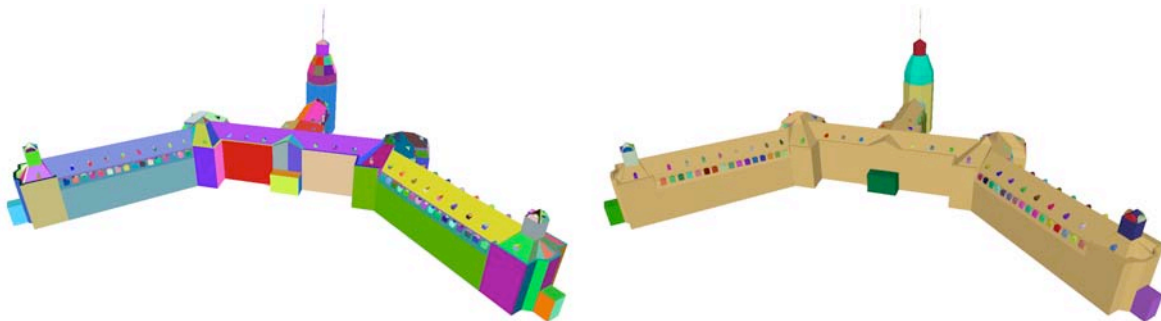
Zur Darstellung dreidimensionaler Objekte im Rechner werden häufig texturierte Netze benutzt. Diese Netze, die z. B. von einem 3D-Scanner aus einem realen Objekt generiert wurden, sind für bestimmte Anwendungen jedoch oft zu komplex. So werden einfache Netze für die automatische Berechnung von Bastelbögen für ein Papiermodell des Objekts benötigt, damit der Bastelaufwand nicht zu groß wird. Es werden daher Algorithmen, die die Anzahl der Facetten eines texturierten, polygonalen Netzes vereinfachen, und dabei das Aussehen des Netzes so wenig wie möglich verändern, benötigt.

Oft bestehen bei der Verarbeitung von Netzen spezielle Anforderungen an die Topologie des Netzes. Viele Netzverarbeitungsalgorithmen – so auch der am Institut entwickelte Algorithmus für die Erzeugung von Bastelbögen für Papiermodelle – verarbeiten nur mannigfaltige und konsistent orientierte (d. h. mit einer Innen- und einer Außenseite versehene) Netze. Somit ist es wünschenswert, Netze mit diesen gewünschten topologischen Eigenschaften aus Netzen ohne diese Eigenschaften zu erzeugen.

In einer Studienarbeit wurde ein neuer Algorithmus implementiert und getestet, der sowohl die Topologie als auch die Geometrie eines gegebenen texturierten Netzes vereinfacht. Dabei wird eine gewählte maximale Abweichung des vereinfachten Netzes vom ursprünglichen Netz nicht überschritten.

In der topologischen Vereinfachung werden zunächst nahe beieinander liegende Ecken und Kanten des Netzes verschmolzen. Dies ist insbesondere deshalb nötig, weil viele Programme zur Netzmodellierung und -konvertierung Netze mit mehreren verschiedenen Texturen entsprechend ihrer Texturierung auftrennen. Zusätzlich werden benachbarte, koplanare Facetten zusammengefasst und noch vorhandene doppelte Facetten entfernt. Anschließend wird das Netz an nichtmannigfaltigen Ecken und Kanten aufgetrennt und die Orientierbarkeit durch weitere Auftrennungen an Kanten sichergestellt.

Die geometrische Vereinfachung geschieht im Wesentlichen durch das iterative Zusammenfassen von Kanten auf einen seiner beiden Endpunkte. Hierbei werden – entsprechend vorgegebener Gewichte – Abstands-, Verzerrungs- und Krümmungseigenschaften des Netzes berücksichtigt. Weiterhin wird darauf geachtet, dass das Netz frei von Selbstdurchdringungen bleibt. Zu kleine Teilnetze werden entfernt. Damit das Aussehen des vereinfachten Netzes nicht zu stark vom ursprünglichen Netz abweicht, werden für das vereinfachte Netz neue Texturen erzeugt, die sich aus einer Projektion des ursprünglichen Netzes auf das vereinfachte Netz ergeben. Auch für Netze ohne Textur lässt sich mit einem Beleuchtungsmodell, das den Grad der Verdeckung jedes Punktes auf der Oberfläche durch das Netz berücksichtigt, eine Textur für das vereinfachte Modell generieren. Diese Textur visualisiert dann auf dem vereinfachten Netz geometrische Details des ursprünglichen Netzes, die durch die geometrische Vereinfachung entfernt wurden.



*Zusammenfassen der Netze und Facetten beim Modell des Karlsruher Schlosses: 1160 verschiedene Netze (links mit jeweils unterschiedlicher Farbe) mit insgesamt 5174 Facetten werden zu 193 Netzen (rechts) mit 2651 Facetten zusammengefasst.*



*Vereinfachung des Stanford-Bunnys: ursprüngliches Modell (26017 Facetten, links), Modell mit vereinfachter Geometrie (393 Facetten) ohne (Mitte) und mit (rechts) aus dem ursprünglichen Modell generierter Textur.*

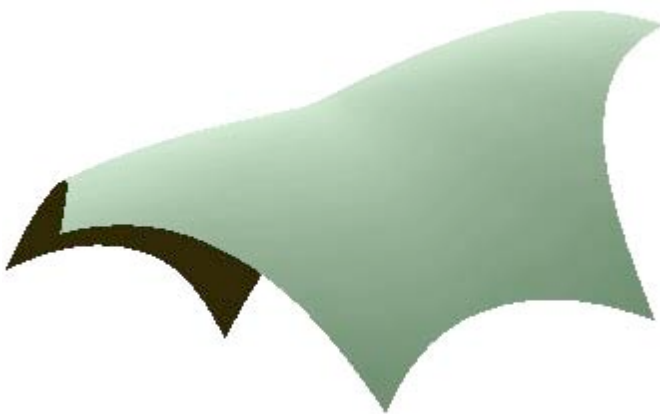
## Unterteilungsalgorithmen

(Q. Chen, H. Prautzsch)

Erst seit ungefähr 10 Jahren ist vollständig bekannt, wie sich die Glattheitsordnung von Unterteilungsflächen aus der Unterteilungsmatrix ergibt und durch eine charakteristische Abbildung erkannt wird. In jüngster Zeit wurde versucht, auch die Güte, d. h. insbesondere die Krümmungsverteilung der Flächen in der Nähe ihrer Ausnahmepunkte zu analysieren. Die Gestalt und die Güte von Unterteilungsflächen wurden im Rahmen einer Diplomarbeit durch das Flächenring-Modell und die diskrete Fourier-Transformation analysiert und darauf aufbauend wurde eine praktische Verbesserungsmethode durch ein Optimierungsverfahren entwickelt und implementiert, mit dem sich übliche Unterteilungsalgorithmen verbessern lassen, so dass sie „bessere“ Flächen erzeugen.

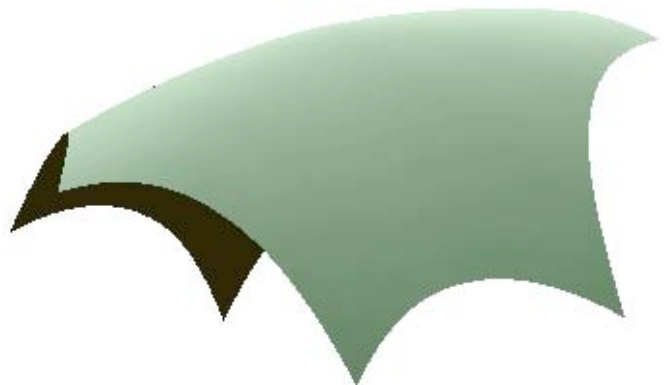
Bislang müssen für den  $C^1$ -Nachweis von Unterteilungsalgorithmen die charakteristischen Abbildungen numerisch überprüft werden. Die  $C^1$ -Stetigkeit der so genannten Mittelpunktsalgorithmen für Vierecksnetze konnte damit bis jetzt nur für Schemata der Ordnung  $n=2, \dots, 9$  gezeigt werden. Mit einem neuen und geometrischen Ansatz konnte die charakteristische Abbildung der Mittelpunktsalgorithmen beliebiger Ordnung untersucht werden. Damit konnte erstmals gezeigt werden, dass alle Mittelpunktsalgorithmen der Ordnung  $n(\geq 2)$  für Vierecksnetze differenzierbare Flächen erzeugen.

Es wird zur Zeit untersucht, ob dieser geometrische Ansatz verallgemeinert werden kann, um Glattheitsaussagen für größere Klassen von Unterteilungsalgorithmen zu bekommen und dies sowohl für Vierecks- wie Dreiecksnetze.



*Bild links: Eine Unterteilungsfläche, die mit dem Catmull-Clark-Algorithmus aus einem elliptischen Kontrollnetz erzeugt wurde, aber hyperbolisch ist.*

*Bild rechts: Die Unterteilungsfläche, die mit dem optimierten Catmull-Clark-Algorithmus aus dem selben elliptischen Kontrollnetz erzeugt wurde und elliptisch ist.*



***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

**Tagungsbände und Beiträge in**

**Tagungsbänden:**

**Li, H.; Straub, R.; Prautzsch, H.:** Structured Light Based Reconstruction Under Local Spatial Coherence Assumption. In: Proceedings of the Third International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, 3DPVT. Chapel Hill, NC, USA, 14.-16.06.2006. CD-ROM

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Prautzsch, H.; Umlauf, G.:** Parametrizations for Triangular Gk Spline Surfaces of Low Degree. In: ACM Transactions on Graphics, Band 25, Heft 4, 2006, S. 1281 - 1293



## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Das Institut ist diejenige Einrichtung der Fakultät, die sich in Forschung und Lehre mit der Software-Technik als Ingenieursdisziplin befasst. Das Arbeitsfeld umfasst alle Themen in Zusammenhang mit der systematischen Erstellung großer Softwaresysteme und reicht von der Architekturgestaltung über Entwicklungsmethoden, -werkzeuge und -umgebungen bis hin zur Organisation für die Sicherung von Qualität und Wirtschaftlichkeit der Programmierung.

Die enge Verzahnung von Software-Architektur, Software-Komponenten, Modellgetriebener Entwicklung und Software-Qualität ist Schwerpunkt des im Februar 2006 gegründeten Forschungsbereichs "Software-Entwurf und -Qualität". Im Mittelpunkt stehen insbesondere Verfahren zur systematischen Vorhersage von Qualitätseigenschaften von Software wie Performanz und Zuverlässigkeit auf der Basis von Software-Architekturmodellen. Methodisches Programmieren von Softwaresystemen sowie parallelen Systemen ist Gegenstand des Forschungsbereichs "Programmiersysteme". Mit neuen Techniken sollen sich wachsende Komplexität und steigende Qualitätsanforderungen bei akzeptablen Kosten beherrschen lassen. Neue Methoden und Werkzeuge werden in empirischen Untersuchungen auf ihre Wirksamkeit getestet. Vorhersage- und Optimierungsmodelle werden für Entscheidungen bei der Softwarebearbeitung nutzbar gemacht. Software so zu strukturieren, dass sie im Stadium des Entwurfs, der Implementierung, des Gebrauchs und der Evolution die jeweils erforderlichen Eigenschaften wie Verständlichkeit, Korrektheit, Ausführungseffizienz und leichte Änderbarkeit aufweist, ist Anliegen des Forschungsbereichs "Programmstrukturen". Schwerpunkte sind die Bereiche Übersetzerbau, Komposition objektorientierter Systeme und Re-Engineering großer Anwendungssysteme. Verteilte Informationssysteme und ihre softwaretechnische Grundlage aus Datenbank- und Middleware-Techniken sind Schwerpunkt des Forschungsbereichs "Systeme der Informationsverarbeitung". Erarbeitet wird das methodische und technische Rüstzeug für die modernen Entwicklungen bei Peer-to-Peer Informationssystemen, Grid-basiertem Datenmanagement, Datenverwaltung in ubiquitären Umgebungen, mobiler Datenhaltung, digitalen Bibliotheken und elektronischem Handel.

### Kontakt

Prof. Dr. K. Böhm  
 Tel. 608-3968  
 klemens.boehm@ipd.uka.de

Prof. em. Dr. Dr. h.c. G. Goos  
 Tel. 608-4760  
 ggoos@ipd.info.uni-karlsruhe.de

Prof. em. Dr. Dr. h.c.  
 P. C. Lockemann  
 Tel. 608-3968  
 lockemann@ipd.uka.de

Prof. Dr. R. Reussner  
 Tel. 608-4067  
 reussner@ipd.uka.de  
 (Sprecher)

Prof. Dr. W. F. Tichy  
 Tel. 608-3934  
 tichy@ipd.uka.de

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Leiter:	Prof. em. Dr. Dr. h. c. G. Goos
Sekretärin:	K. Weißhaupt
Wiss. Mitarbeiter:	M. Beck, R. R. Geiß (F), S. Hack (bis 30.11.2006)
Systemprogrammierer:	B. Traub

**Forschungsbereich  
Innovatives Rechnen und  
Programmstrukturen**

Leiter:	Prof. em. Dr. Dr. h. c. G. Goos
Abteilungsleiter:	M. Mevius
Wiss. Mitarbeiter:	H. Bär, V. Kuttruff, O. Seng, P. Szulman, A. Trifu, M. Trifu, J. Wiesenberger

**Forschungsbereich  
Programmstrukturen  
am Forschungszentrum  
Informatik (FZI)**

### Innovatives Rechnen und Programmstrukturen

(G. Goos)

Der Forschungsbereich Programmstrukturen des Instituts und der damit verbundene Forschungsbereich Programmstrukturen des Forschungszentrums Informatik Karlsruhe (FZI) verfolgen das Ziel, Software so zu strukturieren, dass sie in allen Stadien des Lebenszyklus (Entwurf, Implementierung, Gebrauch, Wartung, Weiterentwicklung) die jeweils erforderlichen Eigenschaften aufweist. Grundlage der Arbeiten sind Programmanalysen und Programmtransformationen, wie man sie typischerweise im Übersetzerbau findet. Die Anforderungen, z.B. Verständlichkeit, Korrektheit, Ausführungseffizienz, leichte Änderbarkeit, sind oft widersprüchlich. Die bedeutendsten wissenschaftlichen Fortschritte im Jahr 2006 ergaben sich bei Graphersetzungssystemen und bei der Registerzuteilung in Übersetzern sowie bei der Restrukturierung von Altsoftware. Davon zeugen auch die in diesem Jahr abgeschlossenen elf Diplomarbeiten und zwei Promotionen.

Wegen der Emeritierung von Prof. Goos hat sich die Forschungsarbeit des Lehrstuhls reduziert. Der Bereich Programmstrukturen des FZI führte mit Unterstützung des neuen Kodirektors Prof. Oberweis sein Forschungsprogramm fort und baute es aus.

### Übersetzerbautechnologie

(M. Beck, S. Hack)

Den Kern der Übersetzerbau-Aktivitäten am Lehrstuhl stellt die graphbasierte SSA-Zwischensprache Firm dar. Daher wurde Firm konsolidiert und um weitere Standard-Optimierungstechniken, wie Speicher-Disambiguierung, If-Konversion und partielle Bedingungs- auswertung erweitert. Firm ist an kommerzielle Frontends für C und Java angeschlossen.

Firm wurde um die Möglichkeit einer architekturabhängigen Programmdarstellung erweitert, so dass unsere Zwischensprache nun den gesamten Bereich der Programmdar-

stellung bis hin zur Codeerzeugung unterstützt. Dazu wurde erstmalig ein Registerzuteiler implementiert, der es erlaubt, direkt auf einer SSA-Darstellung zu operieren. Dieser Zuteiler führt zu kürzeren Übersetzerlaufzeiten sowie zu einer verbesserten Zuteilungsqualität. Ein x86-Backend demonstriert die neuen Fähigkeiten.

Eine Instrumentierung von Firm erlaubt es, Statistiken über die stattgefundenen Optimierungen und Transformationen zu erhalten. Effekte bestehender Optimierungen sowie deren Zusammenspiel können so untersucht werden. Insbesondere wurden so C und Java-Programme untersucht.

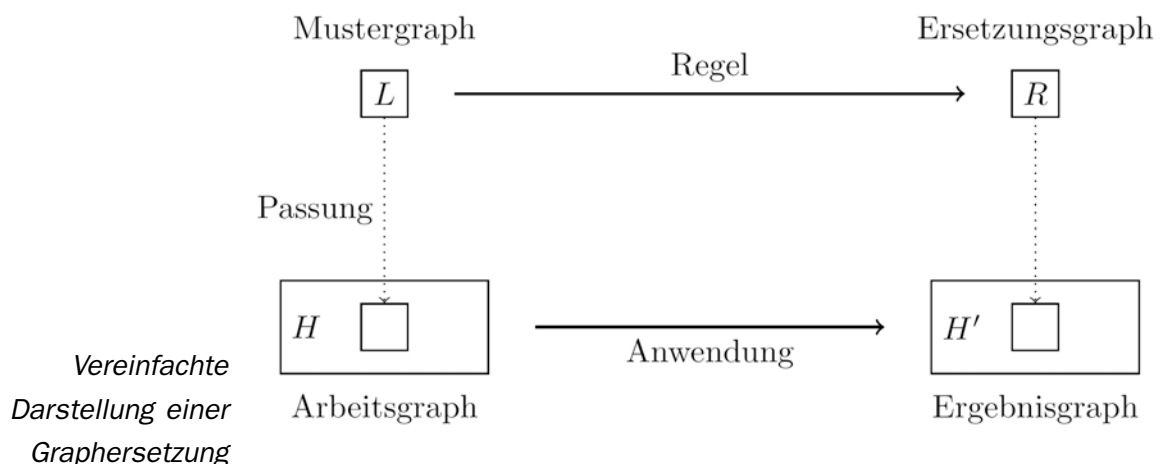
## Graphersetzung

(R. R. Geiß)

Aus den Übersetzerbauaktivitäten der letzten Jahre ging das Graphersetzungssystem GrGen hervor, das das derzeit schnellste System mit solch umfangreichem Leistungsspektrum ist. Es wurde als eigenständiges System zur allgemeinen Anwendung ausgebaut. Zwei Implementierungen in C und C# sind verfügbar, die in eigene Rahmenwerke integriert werden können. Inzwischen kommt GrGen interdisziplinär in verschiedenen Projekten zur Anwendung.

Der Begriff Graphersetzung, wie er von GrGen umgesetzt wird, ist eine Methode zur deklarativen Spezifikation von Änderungen an Graphen. Normalerweise werden eine oder mehrere Graphersetzungsregeln benutzt, um eine gewisse Aufgabe zu lösen. Einfach gesagt, besteht eine solche Regel aus einer linken Seite L und einer rechten Seite R, wobei L der Mustergraph und R der Ersetzungsgraph ist. Je nach konkretem Ersetzungsverfahren können die Regeln deutlich komplexer ausgestaltet werden, insbesondere kann der Mustergraph mit zusätzlichen Bedingungen angereichert sein.

Die Transformation geschieht durch Anwendung einer Regel auf einen Arbeitsgraphen H. Um die Anwendung durchführen zu können, muss eine zum Mustergraphen passende Stelle im Arbeitsgraphen gefunden werden. Nachdem eine solche Passung gefunden ist, kann diese Stelle im Arbeitsgraphen so transformiert werden, dass ein Abbild des Ersetzungsgraphen entsteht. Der so resultierende Graph heißt Ergebnisgraph H'.



## **Belangorientierte Software-Entwicklung**

*(V. Kuttruff, M. Trifu)*

Im Bereich belangorientierter Software-Entwicklung forschen wir ebenfalls sowohl an der Konstruktion als auch an deren Umkehrung, der Separierung von Belangen. Zerstreuter und verworrener Code, der als Folge querschneidender Belange auftritt, behindert die Wartung und Wiederverwendung von Software erheblich. Objektorientierte Zerlegungen können mehrere solcher querschneidenden Belange nicht gleichzeitig kapseln. Daher entstanden mit unterschiedlichem Erfolg neue Konzepte und Sprachen, um auch querschneidende Belange zu kapseln, die gemeinsam als aspektorientierte Programmierung bekannt wurden.

Die Hauptkritik an diesen Ansätzen ist, dass sie Belange nicht einheitlich behandeln. Sie unterscheiden einen primären Belang, der leicht auf eine Menge von Klassen abgebildet werden kann, von allen übrigen Belangen, die als Ergänzungen zum primären Belang betrachtet werden. Dadurch hängen sie stark vom primären Belang ab und können kaum wiederverwendet werden. Hinzu kommt, dass bestehende Ansätze die Migration bestehenden Codes in eine belangorientierte Entwicklung nicht behandeln. Unser Forschungsansatz zielt auf ein neues Modell zur Kapselung von Belangen, das diese Einschränkungen nicht besitzt, und auf eine Methode zur semi-automatischen Belangseparation aus bestehendem objektorientiertem Code.

## **Softwarekonstruktion mit Komponenten**

*(V. Kuttruff, P. Szulman, J. Wiesenberger)*

Moderne Softwaresysteme sollten aufgrund ihrer enormen Komplexität nicht mehr von Grund auf neu entwickelt werden, sondern mit Hilfe eines klar definierten Prozesses aus vorgefertigten Bausteinen, Komponenten, zusammengesetzt werden. Dieser Prozess umfasst neben der Komponentenauswahl auch die Komponentenkonfiguration und die eigentliche Komposition. Neben den funktionalen Eigenschaften von Komponenten spielen bei der Auswahl und Komposition von Komponenten auch die zu erwartenden nichtfunktionalen Eigenschaften eine große Rolle. Die nichtfunktionalen Eigenschaften spielen insbesondere bei den eingebetteten Systemen eine wichtige Rolle, wo in der Regel harte zeitliche und ressourcenbezogene Anforderungen gelten. Wir erforschen neue Methoden und Verfahren, die uns erlauben, nicht funktionale Eigenschaften von komponentenbasierten Systemen zu verifizieren.

Damit die Anzahl möglicher auswählbarer Komponenten nicht den wartbaren Rahmen sprengt, entwickeln wir sowohl Methoden und Werkzeuge zur Konstruktion möglichst universell einsetzbarer Komponenten als auch solche, mit denen diese vorgefertigten Komponenten einfach und korrekt auf ihren jeweiligen Verwendungskontext hin angepasst werden können. Um Komponenten in verschiedenen Einsatzkontexten flexibel nutzen zu können, müssen bei der Konstruktion der Komponenten in geeigneter Form Freiheitsgrade berücksichtigt werden. Daher entwickeln wir Methoden und Werkzeuge, um diese Freiheitsgrade in den Komponenten spezifizieren und im Rahmen einer Komponentenkonfiguration binden zu können. Zur Unterstützung der Komposition von Anwendungen aus

Komponenten entwickeln wir Werkzeuge, mit denen sowohl Klebecode erzeugt werden kann, als auch die Komponenten invasiv angepasst werden können, um die Zusammenarbeit unterschiedlicher Komponenten zu ermöglichen.

### **Qualitätsuntersuchung von Softwaresystemen**

*(H. Bär, O. Seng, P. Szulman, A. Trifu, M. Trifu)*

Die Beurteilung der inneren Qualität von Softwaresystemen ist für viele Unternehmen von wachsender Bedeutung, sie bestimmt nämlich maßgeblich die Kosten für Entwicklung und Pflege ihrer Software. In zahlreichen Industrie- und Forschungsprojekten haben wir daher in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Werkzeugen entwickelt, die es uns erlauben, die Qualität von Softwaresystemen schnell und günstig zu untersuchen. Dabei kommen zahlreiche Analysetechniken zum Einsatz: Faktenextraktoren gewinnen Strukturinformationen aus dem Quellcode von Systemen, die dann als Basis für weiterführende Analysen mit Hilfe von Softwaremaßen, Architektur- und Abhängigkeitsanalysen und Softwarevisualisierungen dienen. Im Rahmen zahlreicher werkzeugunterstützter Softwareassessments konnten wir ein Portfolio von besonders aussagekräftigen Analyseverfahren zusammenstellen, mit dessen Hilfe sich heute objektivierbare Qualitätsaussagen für Softwaresysteme in Java, C/C++ und Delphi gewinnen lassen. Aktuell beschäftigen wir uns mit der Fragestellung, wie man die etablierten Qualitätsanalysen zur Bewertung modellzentriert entwickelter Systeme verwenden und ausbauen kann.

### **Werkzeugunterstützung für die Evolution von Softwaresystemen**

*(H. Bär, O. Seng, A. Trifu)*

Im Laufe der Evolution, als Folge wiederholter Erweiterungen, verschlechtert sich die Struktur objektorientierter Systeme kontinuierlich. Die Strukturprobleme machen sich durch spezifische Symptome (die bekannten "code smells") erkennbar. Zur Sanierung objektorientierter Altsysteme sind zunächst umfangreiche Analysen (Diagnose) erforderlich, um Schwachstellen im Entwurf und in der Implementierung dieser Systeme zu identifizieren. Diese Analysen lassen sich durch Werkzeuge zur Softwarevisualisierung, Strukturanalyse und zur Berechnung von Softwaremaßen unterstützen. Das Resultat der Diagnose ist eine Liste von konkreten Strukturprobleminstanzen. Damit Systeme wartbar bleiben, muss die Struktur verbessert werden, d.h. die identifizierten Strukturprobleme müssen mit Hilfe von Refactoring entfernt werden.

Um gefundene Strukturprobleme zu beheben, muss eine Reihe von Refaktorisierungen geplant und auf dem Quelltext durchgeführt werden (Restrukturierung). Die Planung dieser Sequenz erfordert normalerweise viel Erfahrung und eine manuelle Inspektion des Quellcodes. Eine Werkzeugunterstützung der Planung würde den gesamten Restrukturierungsprozess beschleunigen und die Kosten signifikant senken. Unser aktueller Forschungsschwerpunkt besteht darin, die Verfahren zur Diagnose, Lösungsplanung und Restrukturierung von Systemen zusammenzubringen und weitgehend zu automatisieren.

## Innovatives Management von Logistikprozessen auf Basis von RFID-Information

(M. Mevius, P. Szulman, J. Wiesenberger)

Das erfolgreiche Management von unternehmensübergreifenden logistischen Prozessketten stellt insbesondere bei der Realisierung von komplexen Logistikprojekten einen kritischen Erfolgsfaktor dar. Zur Unterstützung des logistischen Prozessmanagements bedarf es einer strukturierten Dokumentation, Analyse und Bewertung der relevanten Prozesse.

Zur integrierten Modellierung, Simulation und Kontrolle dieser logistischen Prozessketten und den relevanten Prozessdaten setzt das FZI eine neue innovative Variante höherer Petri-Netze, die so genannten RFID-Netze, ein. Der Einsatz der RFID-Netze wird durch entsprechende Softwarewerkzeuge flankiert.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Geiß, R.; Batz, G. V.; Grund, D.; Hack, S.; Szalkowski, A. M.:** GrGen: A Fast SPO-Based Graph Rewriting Tool. In: Graph Transformations – ICGT 2006. Hrsg.: A. Corradini, H. Ehrig, U. Montanari, L. Ribeiro and G. Rozenberg. The third International Conference on Graph Transformation, Natal, Brasilien, 17.09.2006. Springer, 2006, S. 383-397, (LNCS; 4178)

**Heuzeroth, D.; Aßmann, U.; Trifu, M.; Kuttruff, V.:** The COMPOST, COMPASS, Inject/J and RECODER Tool Suite for Invasive Software Composition: Invasive Composition with COMPASS Aspect-Oriented Connectors. In: GTTSE. Hrsg.: Lämmel, R.; Saraiva, J.; Visser, J.; Generative and Transformational Techniques in Software Engineering, International Summer School, GTTSE 2005, Braga, Portugal, 04.-08.07.2005. Springer, 2006, S. 357-377, (Lecture Notes in Computer Science; 4143)

**Hack, S.; Grund, D.; Goos, G.:** Register allocation for programs in SSA-form. In: Compiler Construction. Hrsg.: Andreas Zeller, Alan Mycroft. Compiler Construction 2006, Wien, 30.03.2006. Springer, 2006, S. 247-262, (LNCS; 3923)

**Seng, O.; Stammel, J.; Burkhart, D.:** Search-based Determination of Refactorings for improving the Class Structure of object-oriented Systems. In: Proceedings of the eighth Annual Genetic and Evolutionary Computation Conference. Hrsg.: ACM Press. 8. Annual Genetic and Evolutionary Computation Conference, Seattle, WA, USA, 08.-12.07.2006. S. 1909-1916

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Hack, S.; Goos, G.:** Optimal register allocation for SSA-form programs in polynomial time. In: Information Processing Letters, Band 98, Heft 4, 2006, S. 150-155

**Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation**

**Forschungsbereich**

**Projektgruppe Verteilte Informationssysteme**

Leiter: Prof. em. Dr. Dr. h. c. P. C. Lockemann  
 Wiss. Mitarbeiter: A. Dietrich (F), J. Nimis (F, bis 30.09.2006),  
 Dr. R. Witte (F, bis 31.03.2006)  
 Stipendiatin: P. Krakowski (F)

**Forschungsbereich am Forschungszentrum Informatik (FZI)**

Abteilungsleiter: A. Schmidt  
 Sekretärin: H. Döhmer  
 Wiss. Mitarbeiter: Y. Ma (ab 01.09.2006), J. Nimis (ab 01.10.2006), G. Nagypal, H. Paoli,  
 A. Schmidt, P. Tomczyk (bis 30.04.2006),  
 A. Walter (ab 01.09.2006)

**AGENT-DYSL - Accomodative Intelligent Environment for Dyslectic Readers**

(A. Schmidt)

Das Projekt, Teil der eInclusion-Initiative der EU, will erreichen, dass Schüler mit Leseschwächen, insbesondere Dyslexie, am "normalen" Unterricht teilnehmen und somit in ihrem sozialen Kontext verbleiben können. Dazu sollen die heute vorhandenen Softwarelösungen für die Leseunterstützung mit modernen semantischen Technologien, Methoden der Sprachverarbeitung und der Bilderkennung angereichert werden. Wichtig hierbei ist die Ermittlung des Benutzerkontextes, zu dem die aktuelle Position im gelesenen Text, die beim Lesen gemachten Fehler sowie der psycho-emotionale Zustand zählen. Mit Hilfe von Adaptionenregeln wird die Darstellung an den jeweils Lernenden angepasst. Die gesammelten Daten können überdies ausgewertet werden, um empirisch fundierte Empfehlungen für den Unterricht von Schülern mit Dyslexie zu gewinnen.

(<http://www.agent-dysl.eu>)

**CollaBaWü - Kollaborative, komponentenbasierte Entwicklung von Unternehmenssoftware im Finanzdienstleistungsbereich von Baden-Württemberg**

(H.-J. Happel, P. Tomczyk)

Gegenstand des Projekts ist die kollaborative, komponentenbasierte Entwicklung von Unternehmenssoftware im Finanzdienstleistungsbereich mit der Zielsetzung der produktiveren Erstellung domänenspezifischer betrieblicher Anwendungen. Das Team Lockemann konzentriert sich hierbei auf die semantikbasierte Softwareentwicklung.

Dazu werden mit formalen Ontologien und semantisch angereicherten UML-Modellen die technischen und fachlichen Aspekte von Komponenten so beschrieben, dass die wissensintensiven Aktivitäten der Generierung, Suche, Wiederverwendung, Integration und Dokumentation von Softwareartefakten besser als bisher durch Rechner unterstützt wer-

den können. Dem dient ein Repository, in dem die Softwareartefakte und das zu ihrem Einsatz notwendige Wissen verwaltet werden. Das Alleinstellungsmerkmal der XML-basierten Datenbanklösung ist die Möglichkeit der Verwaltung von Artefakten beliebigen Typs (Komponenten, XML-Schema-Definitionen, Testfälle) sowie ihrer Beschreibung in beliebiger Hinsicht (Schnittstelle, Verhalten, Konfiguration, Abhängigkeiten, Lizenzmodell) und mittels beliebiger Beschreibungsformate (WSDL, XML Schema, XMI, Dublin Core). Das Repository ist inzwischen prototypisch in einen Demonstrator integriert. (<http://www.collabawue.de/>)

### **ControMAS - Multiagentensysteme in der Fertigungslogistik**

*(P. C. Lockemann, J. Nimis)*

Multiagentensysteme (MAS) gelten als herkömmlichen Systemlösungen überlegen, wenn Anwendungen zugleich hohe Komplexität und Dynamik aufweisen. Das Mitte 2006 abgeschlossene DFG-Schwerpunktprogramm 1083 "Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien" sollte diese These für die Fertigungs- und Krankenhauslogistik überprüfen. Die notwendige Flexibilität der MAS basiert auf der Autonomie der einzelnen Agenten, also auf deren Fähigkeit, in ihrem Einflussbereich selbstständig (Teil-)Lösungen finden zu können. Die Autonomie beruht häufig auf Zielvorgaben und Handlungsoptionen zur Zielverfolgung. Im Projekt wurde ein agentenbasiertes Feinplanungssystem für den Werkstattbereich entwickelt. In ihm werden die Ziele und Handlungsoptionen durch Prioritätsregeln erfasst. Um zu verhindern, dass dabei Lösungen zustande kommen, die selbst wieder die betrieblichen Abläufe beeinträchtigen, wurden Normen als weiteres Steuerungsinstrument eingeführt. Mit ihnen kann ein Anwender durch Vorgabe von Constraints auf Basis betriebswirtschaftlicher Kennzahlen der Autonomie der Agenten Schranken setzen. Normen und Prioritätsregeln wurden zu einer gemeinsamen Agentenarchitektur zusammengeführt und in einem Forschungsprototyp realisiert, der die experimentelle Bestimmung und Parametrisierung geeigneter Prioritätsregeln erlaubt. In Zusammenarbeit mit der SAP AG wurde der Prototyp in eine typische Anwendungsumgebung bestehend aus betriebswirtschaftlicher Standardsoftware, Maschinen- und Betriebsdatenerfassung und dem benutzenden Disponenten integriert.

### **Entstehungswissen**

*(R. Witte)*

Zwar können mit Hilfe moderner Suchmaschinen in Sekundenbruchteilen Millionen von Dokumenten zu einer Anfrage gefunden werden, mit einer nachfolgenden erschöpfenden Auswertung, wie dies der wissenschaftliche Bereich häufig fordert, wäre ein Mensch jedoch auf lange Zeit beschäftigt. Abhilfe versprechen Text-Mining-Verfahren, die mit Hilfe von Technologien der Sprachverarbeitung natürlichsprachige Texte zusätzlich nach semantischen Kriterien analysieren, annotieren, und transformieren. Das Vorhaben kombiniert solche Verfahren mit klassischen Informationssystemen und macht sie, integriert über einen "Semantic Desktop" mittels einer Web-Oberfläche, unseren Projektpartnern, Bauhistorikern



und Architekten, verfügbar. Für Entwicklung und Test diente ein konkreter Textkorpus, die historische Enzyklopädie "Handbuch der Architektur" aus dem 19. Jahrhundert. Es entstanden eine Reihe neuer Algorithmen und Technologien zur Textanalyse, etwa für die morphologische Analyse der Deutschen Sprache oder der automatischen Textzusammenfassung, die wir bereits erfolgreich in anderen Textdomänen einsetzen konnten, beispielsweise zur Analyse von Nachrichten oder Extraktion von biologischen Forschungsergebnissen aus Artikeln.

### **IMAGINATION - Image-based Navigation in Multimedia Archives**

*(G. Nagypal, A. Walter)*

IMAGINATION soll die Navigation durch Bilder und Bildteile zu kulturellen und wissenschaftlichen Inhalten ermöglichen. Mittels automatisch generierter semantischer Metadaten kann der Kontext von Bildinhalten visualisiert werden. Wird einem Benutzer beispielsweise ein Bild mit zwei Politikern angezeigt, werden ihm die Namen der abgebildeten Personen genannt, wenn er über diese Bildteile navigiert. Klickt der Benutzer auf diese Bildteile, kann er zu semantisch verwandten Ressourcen navigieren, beispielsweise zu Bildern, welche die jeweilige Person bei einem anderen Ereignis oder mit einer anderen Personen zeigt.

Die Metadaten werden durch eine iterative Kombination von drei Verarbeitungsschritten gewonnen. Schritt 1 extrahiert semantische Informationen aus dem umliegenden Text eines Bildes (z. B. der Bildbeschreibung) durch Verwendung von Textmining-Techniken. In Schritt 2 werden Objekterkennungsalgorithmen angewandt, um wichtige Bildbereiche mit Objekten und Gesichtern zu erkennen. Abschließend werden in Schritt 3 Algorithmen zur Objektidentifikation angewandt, um die Inhalte in den gefundenen Bildbereichen zu identifizieren. Alle Schritte nutzen zusätzlich domainspezifische Ontologien. (<http://www.imagination-project.org>)

### **Integriertes Küstenzonenmanagement in der Odermündungsregion: IKZM-Oder**

*(H. Paoli)*

Der Verbesserung der Infrastruktur in der strukturschwachen Odermündungsregion auf deutscher und polnischer Seite dient der Aufbau eines regionalen Informationssystems, eines geografischen Informationssystems und eines Metadaten-Repositories. Der Forschungsbereich IPE des FZI ist für die Umsetzung des Metadaten-Repositories unter Berücksichtigung des umfangreichen Metadaten-Standards ISO 19115 verantwortlich. Die bereits im Projekt NOKIS entwickelte Technologie der automatischen Generierung von Metadaten-Repositories aus XML-Schemata wurde dazu konsequent weiterentwickelt und zusätzlich um die Sprache Polnisch sowie eine Schnittstelle zum geografischen Informationssystem erweitert. Das Zusammenwirken mit dem Projekt NOKIS++ gestattet zudem die gegenseitige Nutzung aller Daten aus beiden Projekten und eine Vernetzung im gesamten Nord- und Ostseegebiet. ([www.ikzm-oder.de](http://www.ikzm-oder.de), [www.baw.de](http://www.baw.de))

## **SESAM - Selbstorganisation und Spontaneität in liberalisierten und harmonisierten Märkten**

*(A. Dietrich, C. Funk, P. C. Lockemann, T. Nitschke, O. Raabe)*

Das Projekt geht davon aus, dass sich Ressourcen auch kurzfristig wirtschaftlich nutzen lassen, wenn sie mit Hilfe des Internet und dort nach marktwirtschaftlichen Grundsätzen verteilt werden. In SESAM werden dazu Technologien für transparente, rechtsgebiets-überschreitende, robuste und sichere Informations- und Transaktionsdienste mit ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen verbunden. Anwendungsszenario ist die dezentrale Erzeugung und Versorgung mit elektrischer Energie.

Im Teilprojekt "Verträge im Netz" soll juristischen Laien, die innerhalb dieses Szenarios agieren, Rechtssicherheit beim Vertragabschluss gegeben werden. Informationstechnisch werden die Marktteilnehmer durch Vertragsagenten repräsentiert, da Agenten das verteilte und selbstständige Handeln der Teilnehmer gut widerspiegeln. Die Bedürfnisse des Marktteilnehmers berücksichtigen die Vertragsagenten über individuelle Benutzerpräferenzen. Für den automatisierten Vertragsabschluss steht dem Vertragsagent ein Rechtsmediator zur Seite, ein elektronischer Anwalt des Benutzers. Er prüft das Verhandlungsergebnis aus zivilrechtlicher Sicht, in diesem Fall dem engen Gebiet der Energieversorgung. Die Besonderheit unseres Ansatzes ist, dass man mit den Mehrdeutigkeiten des Subsumtionsprozesses und damit den Inferenzregeln in gewissen Grenzen fertig werden kann, wenn man die Rechtsbegriffe in die Form einer maschinenverarbeitbaren Ontologie bringt und diese mit einer Domänenontologie verknüpft. Vertragsablauf und Ontologien wurden gemeinsam von Informatikern und Rechtswissenschaftlern in einem einfachen Prototyp implementiert und auf der CeBIT 2006 präsentiert.

## **SORMA - Self-Organizing ICT Resource Management**

*(J. Nimis)*

Ein Großteil der Rechnerressourcen in Unternehmen liegen über die meiste Zeit brach, weil die Rechnerkapazitäten für Lastspitzen ausgelegt werden müssen, der Regelbetrieb jedoch weit weniger anspruchsvoll ist. Hier setzt die Idee eines Marktplatzes für Rechnerressourcen an, der es erlauben soll, ungenutzte eigene Ressourcen anzubieten bzw. bei Lastspitzen fremde Ressourcen zuzukaufen. Im Rahmen des EU-Projektes SORMA sollen Methoden und Werkzeuge entwickelt werden, die eine effiziente Markt-basierte Allokation von Rechnerressourcen auf der Grundlage von Grid-Infrastrukturen ermöglichen. Die Forschungsfragestellungen reichen von der ökonomischen Gestaltung eines offenen Grid-Marktplatzes über Geschäfts- und Abrechnungsmodelle bis zu neuartigen Programmierparadigmen, die eine Inbetriebnahme eigener Programme auf fremden kostenpflichtigen Rechnerressourcen unterstützen. Zu den Werkzeugen für Ressourcen-Anbieter und -Nachfrager, die wesentlich am FZI entwickelt werden, zählen die technische Modellierung der Ressourcen, das Auffinden geeigneter Ressourcen, die Modellierung der Geschäftsmodelle bzw. Kundenpräferenzen und die Unterstützung eines geschickten Bietverhaltens auf dem Marktplatz durch intelligente Agenten. (<http://sorma.fzi.de>)

## Wissensnetz - Vernetzte Informationsprozesse in Forschungsverbänden

(S. Braun, M. Hefke, A. Schmidt)

Wissensmanagement ist in der Forschung angesichts der kaum vorhersagbaren Wissensbedürfnisse besonders herausfordernd. Um zu Lösungen zu gelangen, bedarf es eines geeigneten Modells. Hierfür wurde der sogenannte "Wissensschöpfungsprozess" auf der Grundlage konstruktivistischer Informationsprozesse erarbeitet, der ein grobes Phasenmodell zur Strukturierung der wissenschaftlichen Arbeit darstellt und diese in interdisziplinären Projekten als ein Geflecht von informellen Lernprozessen versteht.

Anhand der Anwendungsdomäne "Rapid Prototyping" werden im Rahmen des Projektes geeignete Methoden und Werkzeuge auf der Basis semantischer Technologien entwickelt. Dazu zählen Soziale Netzwerkplattformen, kollaborative Ontologieentwicklungs- und Annotationswerkzeuge und kooperative Suchoberflächen, jeweils unterstützt durch Verfahren im Hintergrund wie z.B. zur Identifikation und Förderung von Communities. Diese Methoden und Technologien werden in einem Desktop gebündelt, der speziell auf die Bedürfnisse von Forschern ausgerichtet ist und ihre Aktivitäten wie Literatur- und Partnerrecherche, Annotation, aber auch den Aufbau gemeinsamer Vokabulare unterstützt. (<http://www.im-wissensnetz.de>)

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Kirn, S.; Herzog, O.; Lockemann, P. C.; Spaniol, O. (Eds.):** Multiagent Engineering – Theory and Applications in Enterprises. Heidelberg: Springer, 2006, (International Handbooks on Information Systems)

**Witte, R.; Kappler, T.; Baker, C. J. O.:** Ontology Design for Biomedical Text Mining. In: Semantic Web: Revolutionizing Knowledge Discovery in the Life Sciences. Hrsg.: Baker, C. J. O.; Berlin: Springer, 2006, S. 281-313

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Ateyeh, K. ; Lockemann, P. C.:** Reuse- and Aspect-Oriented Courseware Development. In: Educational Technology & Society, Band 9:4, 2006, S. 95-113

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Lockemann, P. C.; Nimis, J.:** Agent Dependability as an Architectural Issue. In: Proceedings of the Fifth Joint International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Hrsg.: Weiss, G. and Stone, P. (Eds.). Hakodate, Japan, 08.-12.05.2006. ACM Press, 2006, S. 1101-1103

**Schmidt, A.; Braun, S.:** Context-Aware Workplace Learning Support: Concept, Experiences, and Remaining Challenges. In: Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing. Proceedings of the First European Conference on Technology-Enhanced Learning (ECTEL 06). Heraklion, Crete, 01.-04.10.2006. S. 518-524, (Lecture Notes in Computer Science (LNCS); vol. 4227)

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. W. F. Tichy
Sekretärin:	R. Ghafari
Wiss. Assistent:	Dr. M. Müller (bis 30.09.2006)
Wiss. Mitarbeiter:	T. Gelhausen, A. Höfer (F), A. Jannesari Ladani, G. Malpohl, T. Moschny, A. Paar (F), Dr. F. Padberg (F, ab 01.10.2006), J. Reuter (F), G. Szeder (F)
Systemprogrammierer:	H. A. Herrmann
Stipendiaten:	S. Körner (ab 14.07.2006), C. Schäfer (ab 01.10.2006)

**Programmiersysteme**

### **Automatische Anpassung von Software an geänderte Schnittstellen**

*(J. Reuter)*

Das Ziel unserer Arbeiten ist, die Anpassung von Klienten-Code an geänderte Schnittstellen von Bibliotheken weitgehend zu automatisieren. Wir haben untersucht, welche Schnittstellenänderungen im Java-SDK häufig vorkommen. Es zeigt sich, dass gewöhnliche Refaktorisierungen unzureichend sind: so sind Refaktorisierungen per Definition semantikerhaltend; das gilt aber nur für wenige Schnittstellenänderungen von Bibliotheken. Bei unserem Ansatz sollen die Schnittstellenänderungen vom Hersteller formal in der Bibliothek annotiert werden. Wir entwickeln ein Rahmenwerk für Java, das aus den Annotierungen die benötigten Folgen von Quellcode-Transformationen ableitet und automatisch durchführt.

### **Automatische Fehlersuche in parallelen Programmen**

*(A. Jannesari Ladani)*

Die Fehlersuche ist eine schwierige und wenig systematische Tätigkeit der Software-Entwicklung. Da Multikernsysteme ein erhebliches Wachstum verzeichnen, ist die Parallelprogrammierung üblicher geworden und der Bedarf für automatische Fehlersuche gestiegen.

Das Ziel dieses Forschungsgebiets ist es, die bestehenden Methoden wie Delta-Debugging (DD) zu erforschen, um ein systematisches und automatisches Fehlersuchverfahren für Parallelprogramme zu entwickeln. DD lokalisiert Fehler, indem es die Ursachen systematisch eingrenzt. Angesichts der Herausforderungen, die durch Parallelprogramme auftreten, erleichtern diese neuen Techniken die Fehlersuche und Entwicklung von parallelen Programmen.

## Cluster-Dateisysteme

(G. Malpohl)

Ziel dieses Projektes ist die Weiterentwicklung eines parallelen Dateisystems (Clusterfile) zu einem Cluster-Dateisystem, welches durch Kooperation der einzelnen Knoten den latenten Parallelismus ausnutzt, und darüber hinaus von jedem Knoten des Clusters einen einheitlichen Zugriff auf die gespeicherten Daten ermöglicht. Der Fokus bei der Entwicklung liegt auf der Handhabung der Verwaltungsinformationen. Die so genannten Metadaten werden bei Clusterdateisystemen üblicherweise auf einem zentralen Knoten gespeichert. Um hohe Skalierbarkeit zu erreichen, werden in Clusterfile die Metadaten auf mehrere Stellvertreter verteilt, die miteinander kooperieren und so die auf einem zentralen Knoten entstehenden Engpässe vermeiden.

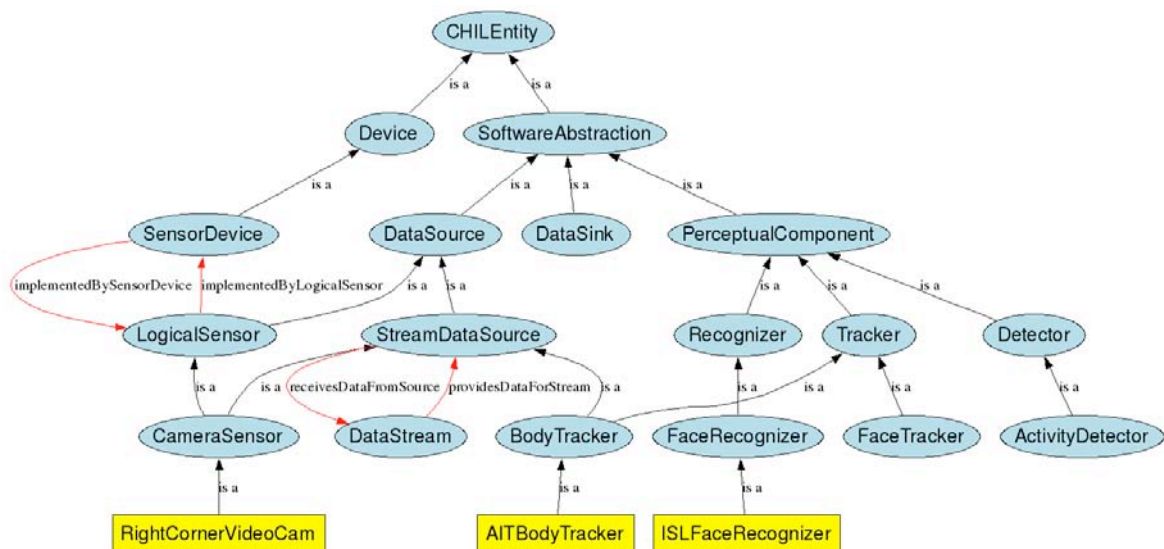
## Computers in the Human Interaction Loop (CHIL)

(A. Paar, J. Reuter, G. Szeder)



Im Jahr 2006 fand in Karlsruhe im Rahmen eines Site Visits eine Demonstration des CHIL Architekturmodells statt. Der

CHIL Knowledge Base Server wurde integriert mit perzeptiven Komponenten von mehreren Projektpartnern und einer Situations-Modellierungs-Anwendung vorgeführt. Die CHIL Ontologie diente als Beschreibung der verwendeten Komponenten. Automatisches Schlussfolgern über deren Konfigurationsinformationen ermöglichte ein autonomes Auswählen von Komponenten für eine geeignete Konfiguration. Die Datentransfer-Middleware ChilFlow diente dem Übertragen von multimodalen Datenströmen großer Bandbreite. Die am IPD entwickelten Komponenten des CHIL Architekturmodells wurden außerdem am Athens Information Technology eingesetzt und evaluiert.



Die Body-Tracker-Ontologie in CHIL

## **Datentransfermiddleware für Smart Room Umgebungen (ChilFlow)**

*(G. Szeder)*

Im Projekt CHIL zielt das Datentransfersystem ChilFlow speziell auf die Entwickler perzeptiver Komponenten wie Sprach- oder Gesichtserkennung. Es bietet eine einfach benutzbare, jedoch mächtige Programmierschnittstelle für Datenströme an. Mit ihr lassen sich sowohl die Daten von verschiedenen Sensoren, Kameras und Mikrofonen im Smart-Room als auch die Ausgabe perzeptiver Komponenten als einheitliche, netzwerktransparente Datenströme bereitstellen. Somit können die Komponenten über mehrere Rechner verteilt werden, um den Rechenbedarf von immer komplexeren Algorithmen zu stillen. Die Benutzerschnittstelle von ChilFlow erleichtert die Verwaltung der Komponenten über dem verteilten Netzwerk.

## **Education Support Centre Deutschland (ESCde)**

*(C. Schäfer)*

Das ESCde ist ein von Studenten geführtes Gemeinschaftsprojekt mit Microsoft und bietet seit 12 Jahren für den öffentlichen Sektor Supportdienstleistungen für Microsoft-Produkte an. Im Vorjahr hat das ESCde auf ein kostendeckendes Modell umgestellt und sein Serviceangebot den Kundenwünschen gemäß ausgeweitet. Der Kundenstamm hat sich auf über 1000 registrierte Kunden in der gesamten EMEA-Region vergrößert. Im Support für .NET-Anwendungsentwickler hat das ESCde zusammen mit MSDN Deutschland eine erfolgreiche 5-teilige WebCast-Serie mit dem Titel "Einmaleins der Informatik für .NET Entwickler" durchgeführt (bisher knapp 30.000 Downloads) und erarbeitet ein Praktikum zum Thema "Spieleentwicklung unter .NET".



## **Erzeugung von Anwendungsdomänenmodellen aus natürlichsprachlichen Spezifikationen**

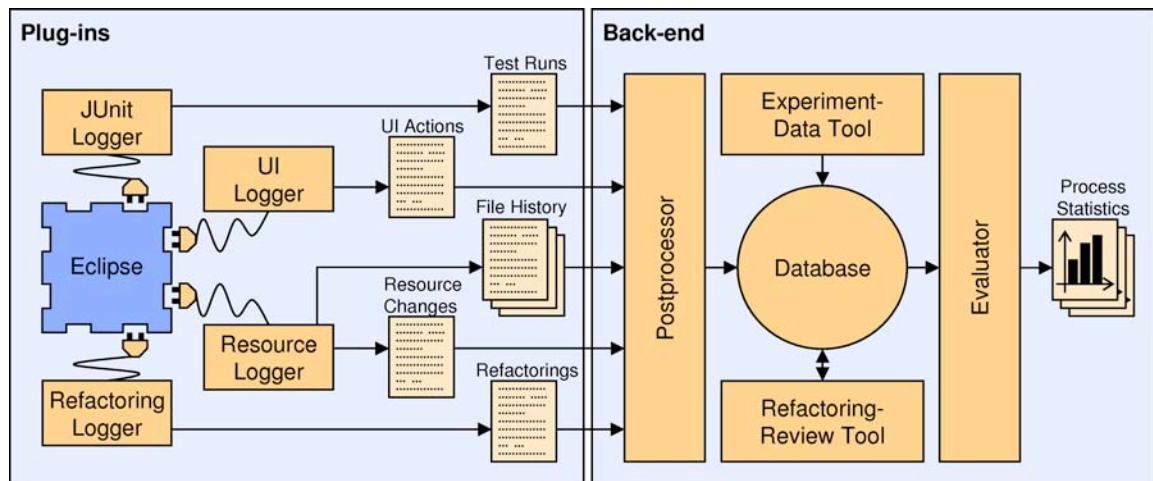
*(T. Gelhausen)*

Anforderungen werden heute immer noch von Hand in Modelle für die Softwareentwicklung transformiert. Dieses Forschungsprojekt untersucht die Systematisierbarkeit dieses Prozesses auf der Grundlage linguistischer Analysen. Im Berichtsjahr wurde u.a. eine Liste thematischer Rollen erstellt und evaluiert sowie eine einheitliche Zwischenrepräsentation entwickelt und evaluiert. Als wesentliches Problem wurde die Bindung unterschiedlicher Vorstellungen an gleiche Worte bzw. gleicher Vorstellungen an unterschiedliche Worte identifiziert. Die Behandlung dieses u.a. in der Erkenntnistheorie beheimateten Problems ist ein gegenwärtiger Schwerpunkt der Arbeit.

## **Empirische Untersuchung agiler Entwicklungsprozesse**

*(A. Höfer, M. Müller)*

Testgetriebene Entwicklung (TGE) ist eine Schlüsseltechnik beim Extreme Programming. Im Berichtsjahr wurde eine Studie fertig gestellt, in welcher der Entwicklungsprozess der TGE von Studenten mit dem von erfahrenen Entwicklern verglichen wurde. Die Daten



Rahmenwerk zur empirischen Untersuchung der testgetriebenen Software-Entwicklung

wurden mit Hilfe eines eigenen Rahmenwerks zur Untersuchung der TGE gesammelt und bewertet. In der Studie konnten Unterschiede zwischen den beiden Entwicklungsprozessen identifiziert werden, z. B. hielten sich die professionellen Entwickler besser an die Regeln der TGE. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse unserer Studie ist die Generalisierbarkeit von Studien zur TGE mit Studenten kritisch zu betrachten. Die Studie wurde von der DFG unter dem Projektkürzel „Leicht“ gefördert.

### Hochsprachliche sicherheitskritische Anwendungen mit Java verlässlich implementieren (HIJA)



(M. Schanne)

Bei der Anwendungsentwicklung für sicherheitskritische eingebettete Systeme möchte man von Vorteilen der Hochsprache Java profitieren. Im europäischen Forschungsprojekt "High Integrity Java" haben bis Herbst 2006 22 europäische Organisationen an der Weiterentwicklung der Java-Echtzeit-Erweiterung für sicherheits- und geschäftskritische eingebettete Systeme geforscht und eine durchgängige Werkzeugkette prototypisch entwickelt. Das FZI hat seine Erfahrung aus dem EU-Forschungsprojekt "High Integrity Distributed Object-Oriented Realtime Systems" eingebracht. Es hat die WCET-Analyse von Java-Bytecode, eine Nachrichtendienstinfrastruktur mit Ausnutzung von Echtzeit und einen Protokoll-Verifizierer für verteilte Applikationen erforscht.

### Kritische Erfolgsfaktoren bei geographisch verteilter Software-Entwicklung (OUTSHORE)



(J. Mäkiö)

Das Forschungsprojekt OUTSHORE untersucht die Entwicklung von Software-Systemen in geographisch verteilten Umgebungen. Es handelt sich um eine Kooperation des Forschungszentrums Informatik (FZI), des Instituts AIFB der Universität Karlsruhe sowie mehreren industriellen Partnern. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt. Das Ziel des OUTSHORE ist es, die kritischen Erfolgsfaktoren

eines Offshore-Outsourcing-Softwareentwicklungsprojektes zu bestimmen und basierend auf diesen ein Entscheidungsmodell zu erstellen, welches das Projekt simuliert und es somit ermöglicht, das Risiko eines derartigen Projektes zu analysieren.

### **Messverfahren auf Multikern-Rechnern**

*(C. Schäfer, K. Molitorisz)*

Viele der auf dem Markt angebotenen Rechnersysteme werden mittlerweile mit Multikern-Prozessoren ausgestattet; der Trend zu Multikern-Rechnern im Alltag ist damit vorgegeben. Zwar nutzen Betriebssysteme sowie Hochleistungsanwendungen die Vorteile paralleler Verarbeitung, die meisten der herkömmlichen Applikationen jedoch nicht. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes, welches in Zusammenarbeit mit Agilent Technologies durchgeführt und durch ein entsprechendes Stipendium unterstützt wird, sollen Werkzeuge und Bibliotheken entwickelt werden, um existierende oder in der Entwicklung befindliche serielle Messtechnik-Applikationen möglichst automatisiert auf Anwendungsebene zu parallelisieren.

### **Methodik zum Entwurf verteilter Systeme mit Echtzeitbedingungen**

*(M. Schanne)*

Günstiger werdende Hardware erlaubt Prozessoren in Sensoren und Aktoren. Die Rechenleistung dieser Prozessoren wächst und es wird möglich, Arbeit von Applikationen auf diese Rechnerknoten zu verteilen. Dies ist eine Herausforderung für die Entwicklung von sicherheits- und geschäftskritischen eingebetteten Systemen, um komplexere Applikationslogik effizient ausführen zu können. Zur Ausnutzung von Echtzeitgarantien der Hardware und um der Komplexität bei der Entwicklung zu begegnen, wird am FZI in dieser Dissertation an einer einheitlichen Entwurfsmethodik mit Beschreibung von Nachrichtenkanälen zur Generierung von Kommunikationsprogrammcode und entsprechendem Analysemodell geforscht.

### **Parallele Programmierumgebungen**

*(T. Moschny)*

JavaParty lässt parallelen Anwendungen die kooperierenden virtuellen Maschinen eines Rechnerbündels durch eine Quelltexttransformation einerseits und ein leistungsfähiges Laufzeitsystem andererseits wie eine einzige virtuelle Maschine erscheinen. Die Verknüpfung erfolgt über den über alle Knoten verteilten Objektraum. Ziel des Teilprojektes "FrozenParty" ist die Sicherung eines konsistenten gemeinsamen Zustandes der miteinander wechselwirkenden Kontrollfäden der Anwendung zur Laufzeit für eine Wiedereinsetzung im Fehlerfall – ebenfalls durch eine Quelltexttransformation. Ein weiteres Teilprojekt widmet sich der Lokalitätsoptimierung der Objekte im verteilten Objektraum zur Laufzeit.



## Plagiatfindung in Programmquellen (JPlag)

(G. Malpohl)

Schon seit dem Jahr 1997 bietet das IPD für alle interessierten Schulen und Universitäten kostenlosen Zugriff auf den selbst entwickelten Plagiatfinder JPlag. Das System ist in der Lage, in einer Menge von Programmquellen ähnliche Programme zu finden und dem Benutzer die gefundenen Ähnlichkeiten zu visualisieren. Der Zugriff auf das Programm erfolgt durch einen schlanken Klienten, der über das Internet auf den am IPD laufenden Dienstgeber zugreift. Im Jahr 2006 wurde die neueste Generation der Software veröffentlicht, die Web-Services für die Kommunikation verwendet und auch eine neue und komfortablere Klientensoftware bietet. Innerhalb des Jahres haben sich bereits über 400 Lehrer und Kursleiter bei dem neuen Dienst registriert.

## Semantic Software Engineering

(A. Paar)

Zhi#

Semantic Software Engineering bezeichnet die Integration von Semantic Web Technologien, wie z.B. XML und der Web Ontology Language OWL, in Programmiersprachen und Werkzeuge. Im Jahr 2006 wurde die auf Floyd-Hoare-Logik basierte formale Spezifikation der CHIL OWL API entwickelt. Der CHIL Knowledge Base Server, ein Adapter für verfügbare OWL-Inferenzmaschinen, bietet außerdem volle Unterstützung für atomare XML Schema Definition Datentypen gemäß dem W3C OWL-Standard. In die neue Programmiersprache Zhi#, einer Erweiterung von C# um Typprüfung für XSD-Datentypen, wurde die gleiche Validierungskomponente wie im CHIL Knowledge Base Server integriert, um atomare XSD-Datentypen in objektorientierten Zhi#-Programmen verwenden zu können.

## Von Prosa zu UML (AutoModel)

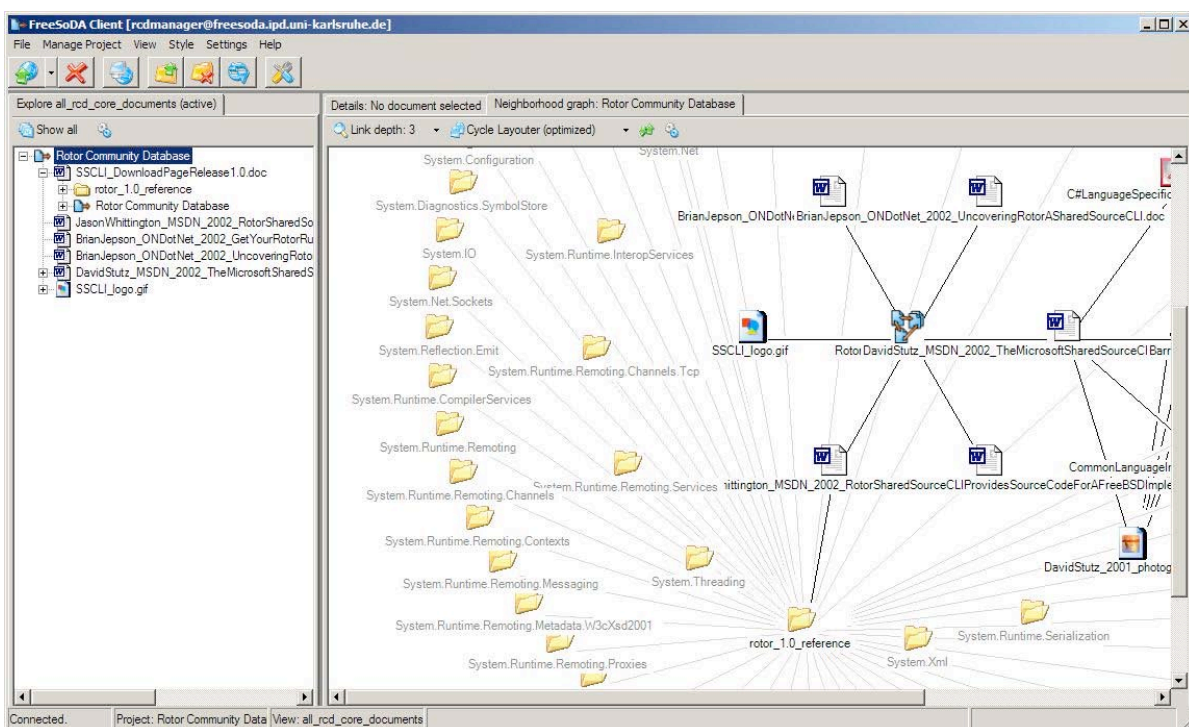
(S. Körner)

AutoModel wandelt natürlichsprachliche Beschreibungen in UML. Bis heute gibt es viele Ideen, wie natürliche Sprachen einschließlich ihrer Mehrdeutigkeit und Unschärfen bearbeitet werden. Wie kann die enthaltene Information von Rechensystemen verarbeitet werden? Unterstützt durch ein Stipendium der Firma eC4u IT Solutions AG fokussiert sich die Verarbeitung der Sprache auf die Domäne Software-CRM. Hierbei werden verschiedene Ansätze wie Ontologien, Lemmatisierer, statistische Übersetzer, semantische Rollen, Sprachinterpretier und grafische Modellierungswerkzeuge eingesetzt. Die Umwandlung von Text in seine Objekte und die Modellierung dieser in UML ist das Ziel hinter AutoModel.

## Unterstützen verteilter Softwareentwicklung (FreeSoDA)

(F. Padberg)

Mit FreeSoDA (Free Source Documentation Archive) können die Entwickler in einem geographisch verteilten Softwareprojekt alle Arten von Software-Dokumenten (Quelltext, UML-Diagramme, usw.) in eine gemeinsame Datenbank einpflegen. Neue Dokumente sind unmittelbar für die anderen Entwickler sichtbar. Im Berichtsjahr haben wir eine neue Serverversion fertiggestellt, die einfach und transparent „externe Archive“ einbinden kann, wie zum Beispiel Newsgroups, Mail-Archive, Wikis oder SVN-Archive. Wir haben die Leistung des neuen Servers bis in die Nähe der reinen SOAP-Leistung gesteigert. Diese Ergebnisse haben wir bei Microsoft, Redmond, und an der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, vorgestellt.



Ausschnitt aus einer großen FreeSoDA-Datenbank

## Zentrum für Softwarekonzepte (ZfS)

(A. Judt)

Das Zentrum für Softwarekonzepte (ZfS) wurde von Microsoft in Zusammenarbeit mit dem FZI, dem Fraunhofer FIT und der TU München etabliert. Methodenkompetenz verbunden mit Technologiewissen ermöglicht besonders kleinen und mittleren Unternehmen die softwaretechnische Weiterentwicklung mit einem neutralen und hochqualifizierten Partner. Das FZI hat erfolgreich Software für seine Industriepartner modernisiert und bei KMUs neue Technologien in Workshops eingeführt. Auch ein kostenfreies Angebot von Fachartikeln stieß auf eine breite Resonanz. Für 2007 plant das ZfS am FZI weiteres Wachstum.



**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches****Bücher und Buchbeiträge:**

**Padberg, F.:** Applying Process Simulation to Software Project Scheduling. In: Managing Software Development Projects. Hrsg.: Sekhar, C.; 1. Auflage Hyderabad: ICFAI University Press, 2006, S. 46-55

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Isaila, F.; Singh, D.; Carretero, J.; Garcia, F.; Szeder, G.; Moschny, T.:** Integrating Logical and Physical File Models in the MPI-IO Implementation for Clusterfile. In: 6th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid). Singapore, Singapore, 16.-19.05.2006. S. 462-469

**Müller, M.:** The Effect of Test-Driven Development on Program Code. In: Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering (Agile/XP). Oulu, Finland, 23.-26.07. 2006. S. 94-103

**Paar, A.; Reuter, J.; Soldatos, J.; Stamatis, K.; Polymenakos, L.:** A Formally Specified Ontology Management API as a Registry for Ubiquitous Computing Systems. In: 3rd IFIP Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (AIAI). Athens, Greece, 07.-09.06.2006. S. 137-146

**Paar, A.; Tichy, W.:** Programming Language Inherent Support for Constrained XML Schema Definition Data Types and OWL DL. In:

21st IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE). Tokyo, Japan, 18.-22.09.2006. S. 281-284

**Schanne, M.; Judt, A.:** Application Development for Safety-Critical Distributed Embedded Systems with Model Verification. In: SAE World Congress. Detroit, MI, USA, 03.-06.04.2006. S. www

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Broy, M.; Jarke, M.; Nagl, M.; Rombach, D.; Tichy, W.:** Manifest: Strategische Bedeutung des Software Engineering in Deutschland. In: Informatik Spektrum, Band 29, Heft 3, 2006, S. 210-221

**Müller, M.:** A Preliminary Study on the Impact of a Pair Design Phase on Pair Programming and Solo Programming. In: Information and Software Technology (IST), Band 48, Heft 5, 2006, S. 335-344

**Padberg, F.:** A Study on Optimal Scheduling for Software Projects. In: International Journal on Software Process Improvement and Practice (SPIP), Band 11, Heft 1, 2006, S. 77-91

**Reuter, J.; Tichy, W.:** Logging Kernel Events on Clusters. In: Future Generation Computer Systems (FGCS), Band 22, Heft 3, 2006, S. 313-323

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. K. Böhm
Sekretariat:	A. Bohlinger (ab 01.12.2006), E. Götz, I. Wegl, S. Weisenburger (bis 30.11.2006)
Wiss. Mitarbeiter:	Dr. E. Buchmann (ab 01.09.2006), F. Eichinger (F, ab 01.06.2006), B.-O. Hartmann (F), M. Klein (F, bis 31.03.2006), C. Kühne (F), J. Mülle, P. Obreiter (F, bis 30.09.2006), G. Sautter, H. Schepperle (F), S. Schosser, M. Stern (F), Dr. R. Witte (F, ab 01.10.2006), C. von der Weth
Systemprogrammierer:	T. Fischer (bis 31.05.2006), H. Kremer (bis 15.05.2006)
Systemtechniker:	M. Bestehorn (ab 01.07.2006)
Techn. Mitarbeiterin:	H. Teune (ab 01.02.2006)
Stipendiat:	A. Walter (F, 15.05.2006 bis 14.08.2006)

**Systeme der  
Informationsverwaltung**

### Datenorganisation und Anfrageverarbeitung in verteilten Systemen

*(F. Eichinger, C. von der Weth)*

Das BMBF-Projekt "Billing the Grid" verfolgt eine zuverlässige Kooperation zwischen Teilnehmern einer Grid-Umgebung für den Austausch ihrer Ressourcen. Im Rahmen dieses Projektes untersuchen wir die Speicherung und Auswertung von Reputationsdaten in solch dezentral verteilten Systemen. Diese Daten sollen Grundlage von so genannten Trust Policies sein, also Richtlinien, mit denen jeder Teilnehmer festlegen kann, unter welchen Voraussetzungen er anderen vertraut, d. h., anderen seine Ressourcen zur Verfügung stellt. Dazu haben wir verschiedenste Policies untersucht und klassifiziert. Darauf aufbauend wurde ein relationales Datenmodell entworfen, welches die benötigten Informationen zur Verfügung stellt. Parallel wurde eine Sprache entwickelt, mittels derer sich Trust Policies formal beschreiben lassen. Das Ziel ist eine effiziente Auswertung von Trust Policies. Da deren Auswertung einer Durchführung von Anfragen auf den Reputationsdaten entspricht, sind Datenverteilung sowie Datenzugriff und die Datenverarbeitung von wesentlichem Interesse. Wir werden untersuchen, inwieweit sich solche Anwendungen auch in massiv verteilten Netzen sinnvoll realisieren lassen.

## **Development of New Digital Library Applications in the Context of a basic Ontology for Biosystematics Information Using the Literature of Entomology (Ants)**

*(G. Sautter)*

Dieses Projekt leistet anhand der Literatur über Ameisen die theoretische und praktische Vorarbeit, um biosystematische Dokumente in großem Umfang zu digitalisieren.

Zum einen wird ein XML-Schema entwickelt, in dem die Dokumente markiert werden sollen, um so die Semantik ihres Inhaltes in eine maschinenlesbare Form zu überführen. Dies gewährleistet eine optimale Nutzbarkeit des digitalisierten Inhalts, da die Möglichkeit geschaffen wird, mit deklarativen Anfragesprachen wie XQuery direkt auf Detail-Informationen zuzugreifen. Zur optimalen Gestaltung des Schemas wurde seine Unterstützung bei der Beantwortung bestimmter fachspezifischer Fragestellungen anhand von Beispieldokumenten getestet. Diese Studie umfasste auch einen Vergleich mit anderen XML-Schemata, die zum Markieren biosystematischer Literatur vorgeschlagen wurden.

Der zweite Teil der Arbeit umfaßt die Entwicklung von Techniken und Werkzeugen, die den Benutzer bei der Markierung gescannter Dokumente in dem entwickelten XML-Schema optimal unterstützen und so den Aufwand so weit wie möglich reduzieren. Im Idealfall laufen Teile des Prozesses komplett automatisch ab. Hierfür wurde ein Editor entwickelt, der dem Benutzer bei manuellen Arbeitsschritten maximal unterstützt und gleichzeitig durch die Einbindung von Natural-Language-Processing-Komponenten einen hohen Grad an Automatisierung bereitstellt.

Zur Speicherung und Bereitstellung der fertig markierten Dokumente wurde ein Server entwickelt, der durch entsprechende Plug-Ins aus markierten Detail-Informationen wie Taxonomischen Namen und Fundorten spezielle Indizes aufbaut und diese durch eine generische Expertensuche zugreifbar macht. Dadurch kann gezielt und bedeutungserhaltend auf diese Daten zugegriffen werden. Die Index-Tabellen stehen über einen Webservice gleichzeitig als Thesauri zur Verfügung, um das extrahierte Wissen optimal nutzen zu können, beispielsweise als zusätzliche Hintergrundinformationen beim Markieren weiterer Dokumente.

## **Driver Assistance using Multi-Agent Systems in Traffic (DAMAST)**

*(H. Schepperle)*

DAMAST ist eine Kooperation des IPDs mit der INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH. Die Bearbeitung erfolgt im Rahmen des Graduiertenkollegs "Information Management and Market Engineering (IME)". Das Ziel von DAMAST ist es, das Potenzial fahrzeuggebundener Agententechnologie im Straßenverkehr zu erkunden. Dabei werden insbesondere Mechanismen für die Verkehrssteuerung an Straßenkreuzungen entworfen, die die individuelle Wertschätzung der einzelnen Fahrer für eine reduzierte Wartezeit berücksichtigen. Diese Mechanismen werden über agentengestützte Fahrerassistenzsysteme und Verkehrssteuerungseinheiten realisiert. Mögliche Mechanismen basieren auf bilateralen Verhandlungen und auf Auktionen, bei denen die Überfahrtsrechte für eine Kreuzung versteigert werden. Die Simulation erster Mechanismen

zeigt bereits eine vielversprechende Reduktion der durchschnittlichen wertschätzungsge-  
wichteten Wartezeiten.

Weitere Informationen sind unter <http://www.ipd.uni-karlsruhe.de/~damast/> zu finden.

## **Energiebewusste Anfrageverarbeitung in Sensornetzwerken**

(E. Buchmann)

Sensor-Netzwerke bestehen aus einer sehr großen Anzahl von verteilten Rechnerknoten. Diese sind jeweils mit Sensoren bestückt, um gemeinsam eine komplexe Messaufgabe zu erfüllen, die ein Rechnerknoten allein nicht bewältigen könnte. Dabei sind zahlreiche Herausforderungen anzugehen: die Knoten verfügen nur über geringe Ressourcen wie Energie oder Speicher, sie müssen sich wegen ihrer großen Anzahl selbstständig organisieren, und sowohl die Hardware als auch die Funkkommunikation zwischen den Knoten ist unzuverlässig.

Gegenstand dieses Projekts ist nun die Anfrageverarbeitung in Sensornetzwerken unter Berücksichtigung der Ressourcenbeschränkungen. Der Ressourcenverbrauch wird jedoch nicht allein von der Anfrageplanung bestimmt; auch Routing-Verfahren, Betriebssystem-Parameter und die Art der Anfragepropagierung und Ergebnisaggregation spielen eine entscheidende Rolle. Daher wurde die Zeit nach dem Projektstart im September 2006 zunächst für intensive Gespräche mit anderen Arbeitsgruppen genutzt, um gemeinsame Forschungsziele zu identifizieren und die Zusammenarbeit zu koordinieren. Mit dem gleichen Ziel wurde ein Workshop mit dem Titel "International Workshop on Data Intensive Sensor Networks" organisiert, der in Verbindung mit der Konferenz "Mobile Data Management" im Mai 2007 in Mannheim stattfinden wird.

Parallel wurden in Zusammenarbeit mit weiteren Mitarbeitern des Lehrstuhls zahlreiche theoretische und praktische Erkenntnisse im Zusammenhang mit dem optimalen Ort der Ausführung von komplexen Anfrageoperatoren oder der Durchführung von Simulationen in Netzen mit sehr vielen Sensorknoten erarbeitet; Veröffentlichungen dazu sind in Vorbereitung.

## **Flexibles datenbankbasiertes Geschäftsprozessmanagement**

(J. Mülle)

Im Geschäftsprozessmanagement wird Änderbarkeit immer wichtiger. Ein Szenario ist die Informationsbeschaffung zum Erstellen von Konferenz-Proceedings mit vielen Beteiligten über das Internet. Werkzeuge für Content Management Systeme (CMS) erscheinen hierfür geeignet, sind aber meist sehr eng auf die Erstellung einer Web Site ausgerichtet. Sie sind zwar eng verwandt mit Prozessmanagement – aber dort unterstützte Prozesse sind zugeschnitten auf das Publizieren von Inhalten, die stets unter direkter Kontrolle des jeweiligen CMS liegen, was für das betrachtete Szenario zu einschränkend ist.

Wir interessieren uns dafür, wie sich die Art von Prozessen aus unserem Szenario adaptieren lässt und wollen Workflow- und CMS-Technologie einsetzen sowie ggfs. kombinieren. Ein solches System, der ProceedingsBuilder, wurde für eine internationale Konfe-

renz entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Die praktische Nutzung lieferte eine Vielzahl von Anforderungen an die Flexibilität und Anpassbarkeit von Abläufen. Die Anforderungsklassen dienen uns als Grundlage für die Entwicklung eines flexiblen Geschäftsprozess-Frameworks, das für Prozesse geeignet ist, die eine stärkere Nutzung des Informationsaspekts, die Kooperation von Prozessbeteiligten und die flexible Änderbarkeit von Prozessen auch durch Benutzer und vor allem für laufende Prozesse zum Ziel hat.

Im Berichtszeitraum wurde begonnen, ein adaptives WFMS auf Basis einer relationalen Datenbank zu konzipieren und zu implementieren. Weiterhin wurden BPEL-Prozesse auf ihre Flexibilität hin untersucht und eine Erweiterung zur Verbesserung der Adhoc-Änderbarkeit von solchen Prozessen erarbeitet.

### **Netzwerkbildung in Strukturierten P2P-Systemen**

*(B.-O. Hartmann)*

Peers in strukturierten Peer-to-Peer (P2P) Systemen agieren selbstständig. Insbesondere können sie ihre Kontakte und ihre Strategie, wie sie mit ihren Kontakten umgehen, meist frei wählen. Teilnehmer in solchen Systemen ist Free-Riding sowohl im Umgang mit Nachrichten ihrer Kontakte als auch bei der Kontaktwahl selbst, also beim Aufbau der Netzstruktur, möglich. Ziel dieses Projektes ist es, Kontakt- und Strategiewahl einzelner Teilnehmer in sich dynamisch verändernden strukturierten P2P Systemen zu verstehen und ggf. Anreiz-Mechanismen zu schaffen, die ein kooperatives Verhalten der Teilnehmer begünstigen.

Zum Verständnis autonomer Peers in strukturierten P2P Systemen wurde im letzten Jahr die folgende Methodik entwickelt: In einem iterativen Prozess werden (a) Thesen zum Verhalten aus theoretischen Modellen abgeleitet, (b) diese in Experimenten mit menschlichen Teilnehmern überprüft, (c) menschliches Verhalten in synthetischen Peers implementiert und (d) Simulationen mit synthetischen Peers durchgeführt. Simulationen mit synthetischen Peers ermöglichen Aussagen über große P2P Systeme, die sonst nur mit großem Kostenaufwand möglich wären.

Im letzten Jahr wurde ein Nutzenmodell für Peers in strukturierten P2P Systemen erstellt. Aus diesem konnte abgeleitet werden, dass es für einen einzelnen Peer günstiger ist, kontaktfaul zu sein – also keine oder nur wenige Kontakte aufzubauen – als im Sinne des System Designers zu kooperieren. Da kontaktfauler Teilnehmer zu kaum vernetzten P2P Systemen, in denen es als Folge zu mehr Weiterleitungen kommt, führen, resultieren für realistische Kontakt- und Weiterleitungskosten ineffiziente Netzwerke. Um diesem Problem zu begegnen, wurde ein Mechanismus entwickelt, mit dem kooperative Teilnehmer kontaktfaulen Teilnehmern ihre Kontakte vorenthalten können. Dies führt zu vermindertem Nutzen bei kontaktfaulen Teilnehmern und gibt so einen Anreiz, sich kooperativ zu verhalten.

Des Weiteren wurde ein Simulations- und Versuchsframework implementiert, mit dem es möglich ist, strukturierte P2P Systeme mit frei wählbaren Kontakten und Strategien zu simulieren. Gleichzeitig sind Versuche mit menschlichen Teilnehmern möglich. Der diesjährige Forschungsschwerpunkt liegt auf der Untersuchung der Netzstruktur sowie dem

Verhalten einzelner Teilnehmer bei sich änderndem Gesamtverhaltens des P2P Systems, insbesondere bezüglich des Kooperationsgrades der Teilnehmer.

### **Nutzerverhalten in Peer-To-Peer Systemen**

*(S. Schosser)*

Im Gegensatz zu Client-Server Systemen unterscheiden Peer-To-Peer Systeme nicht zwischen Anbietern von Diensten (Servern) und Nutzern von Diensten (Clients). Vielmehr fungiert hier jeder Knoten im Netzwerk gleichzeitig als Client und als Server. In der Praxis nutzen viele Knoten, so genannte Free-Rider, zwar die angebotenen Dienste, stellen aber selbst keine Dienste zur Verfügung. Im Rahmen dieses Projekts, das gemeinsam mit dem Lehrstuhl für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität Magdeburg durchgeführt wird, untersuchen wir menschliches Verhalten in diesem Kontext.

Hierfür haben wir Software entwickelt, die es menschlichen Benutzern erlaubt, einen einzelnen Knoten innerhalb eines Peer-To-Peer Systems zu steuern. Ziel dieses Projekts ist die Untersuchung verschiedener Ausprägungen unkooperativen Verhaltens, um dann Rückschlüsse auf die technische Realisierung von Peer-To-Peer Systemen zu ziehen. In vergangenen Experimenten haben wir Strategien von Nutzern betrachtet, die indirekt über Nutzungsstatistiken das Verhalten anderer Spieler beobachten konnten. Diese Experimente haben wir im letzten Jahr um die Möglichkeit, sich gegenseitig Informationen bezüglich der Kooperativität anderer Spieler zu schicken, erweitert. Aktuell untersuchen wir, welchen Einfluss unterschiedliche Dienstbereitstellungskosten auf das Verhalten der Teilnehmer haben.

### **Optimierung komplexer Anfragen in Sensornetzen**

*(M. Stern)*

Das Teilprojekt "K4: Anfragebearbeitung in Sensornetzen" des DFG-Graduiertenkollegs 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" verfolgt das Ziel, deklarative Anfragen auf Sensornetzen zu unterstützen. Hierdurch wird die Interaktion mit Sensornetzen erleichtert, da ein Nutzer lediglich spezifizieren muss, an welchen Informationen er interessiert ist, nicht aber, wie diese zu beschaffen sind. Im Rahmen dieses Teilprojekts steht die Frage im Mittelpunkt, wie diese Anfragen möglichst energieeffizient ausgeführt werden können. Hierbei gilt es, den Einfluss einer Vielzahl von Parametern zu berücksichtigen, welche darüber entscheiden, wie ein optimaler Ausführungsplan aussieht.

Die zugrunde liegende Methodik um den Aufwand gering zu halten ist eine Verlagerung von Teilen der Ergebnisberechnung ins Netz ("In-network Processing"), um so möglichst frühzeitig das Datenvolumen zu reduzieren, welches zum Anfrager zu übertragen ist. Zu Beginn dieses Teilprojekts wurden zunächst existierende Ansätze aufgearbeitet mit dem Ergebnis der Festsetzung des Projektschwerpunkts auf die Beschaffung korrelierter Daten. Darauf aufbauend wurde zum einen ein Konzept entwickelt, welches die Anfrage nach räumlich korrelierten Daten unterstützen kann. Zum anderen wurde untersucht, wie der in Datenbanken für die Anfrage nach korrelierten Daten übliche Verbund- (Join-) Operator in



Sensornetzen umgesetzt werden kann, zunächst von theoretischer Seite. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden eine Reihe von Join-Strategien konzipiert, welche derzeit umgesetzt und evaluiert werden. Im Folgenden werden wir untersuchen, welches statistische Wissen von einem Anfrageoptimierer zur Auswahl einer geeigneten Strategie benötigt wird und wie dieses beschafft werden kann.

## Peer-to-Peer Wissensmanagement

(C. Kühne)

Der Erfolg von virtuellen Gemeinschaften (VG) wie Wikipedia oder Slashdot.org zeigt, dass sich das Peer-To-Peer Paradigma sinnvoll für das verteilte Erstellen von Informationen einsetzen lässt. Virtuelle Gemeinschaften bestehen in der Regel aus gleichberechtigten, autonomen Teilnehmern (Peers), die durch freiwillige Beiträge eine gemeinsame Wissensbasis erweitern. Die zentrale Fragestellung, die wir mit unseren Forschungsarbeiten beantworten wollen, lautet: Wie entscheidet eine VG ohne das Eingreifen einer zentralen, übergeordneten Instanz und mit möglichst wenig Aufwand, welche Eingaben richtig und wichtig sind? Außerdem entwickeln wir Anreizmechanismen zur Stimulierung der Mitarbeit in VG. Unser besonderes Interesse gilt dabei der Erstellung von stark strukturierten Daten wie zum Beispiel Ontologien. Zur Verifikation der Anreizmechanismen haben wir eine Simulationsanwendung entwickelt und erste Simulationsexperimente durchgeführt. Außerdem haben wir ein Bewertungsprotokoll entwickelt und Mechanismen zur Klassifikation von Benutzereingaben hinsichtlich ihrer Eignung für das entwickelte Protokoll untersucht. Die Resultate der Simulationsexperimente werden wir durch Benutzerexperimente validieren. Die gewonnenen Erkenntnisse setzen wir bei der Entwicklung einer generischen Plattform zur dezentralen, anreizbasierten Erstellung strukturierter Daten um.

### *Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches*

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Bender, P.; Mülle, J. A.; König-Ries, B. & Vaynerman, I.:** Games in Teaching About Mobile Information Systems. In: An Experience Report. 1. Konferenz Mobilität und Mobile Informationssysteme (MMS 2006), Universität Passau, 20.-22.02.2006. S. 99-110

**Eichinger, F.; Nauck, D. D.; Klawonn, F.:** Sequence Mining for Customer Behaviour Predictions in Telecommunications. In:

Proceedings of the ECML PKDD Workshop on Practical Data Mining. Hrsg.: Ackermann, M.; Soares, C.; Guidemann, B.; ECML PKDD Workshop on Practical Data Mining, Berlin, 22.09.2006. S. 3-10

**Kühne, C., Böhm, K.:** Classification Schemes for Contributions in Peer-Rating Online Communities – a Quantitative Assessment. In: Proceedings of International Conference on Group Decision and Negotiation (GDN), Karlsruhe, 25.-28.06.2006. S. 195 - 198

- Moser, S.; Martens, A.; Häbich, M.; Mülle, J. A.:** A Hybrid Approach for Generating Compatible WS-BPEL Partner Processes. In: 4th International Conference on Business Process Management. Vienna, Austria, 05.-07.09.2006. Springer, 2006, S. 458 - 464
- Mülle, J. A.; Böhm, K.; Röper, N.; Sünder, T.:** Building Conference Proceedings Requires Adaptable Workflow and Content Management. In: Proceedings of the 32nd International Conference on Very Large Data Bases (VLDB 2006). Seoul, Korea, 12.-15.09.2006. S. 1129 - 1139
- Sautter, G.; Agosti, D.; Böhm, K.:** Semi-automated XML Markup of Biosystematics Legacy Literature with the GoldenGATE Editor. In: Proceedings of Pacific Symposium on Biocomputing 2007. Weilea, HI, USA, 03.-07.01.2007. S. 391-402
- Schepperle, H.; Barz, C.; Böhm, K.; Kunze, J.; Laborde, C. M.; Seifert, S.; Stockmar, K.:** Auction Mechanisms for Traffic Management. In: Group Decision and Negotiation (GDN) 2006. Hrsg.: Seifert, S. & Weinhardt, C.; Karlsruhe, 25.-28.06.2006. Universitätsverlag Karlsruhe, 2006, S. 214-217
- Schossler, S.; Böhm, K.; Schmidt, R.; Vogt, B.:** Incentives Engineering for Structured P2P Systems – a Feasibility Demonstration Using Economic Experiments. In: ACM Conference on Electronic Commerce (ACM EC '06). Ann Arbor, Michigan, USA, 11.-15.06.2006. S. 280 - 289
- Schossler, S.; Böhm, K.; Schmidt, R.; Vogt, B.:** Strategic Properties of Peer-to-Peer Data Structures and Behavior of Human Peers in Economic Experiments. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Data Engineering Workshops. Atlanta, GA, USA, 03.-07.04.2006. S. 20

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

- Sautter, G.; Agosti, D.; Böhm, K.:** A Combining Approach to Find All Taxon Names (FAT) in Legacy Biosystematics Literature. In: Biodiversity Informatics Journal (online journal, no page numbers available), Lawrence, KS, USA, Band 3, 2006, S. www

**Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation**

**Forschungsbereich**

**Software-Entwurf  
und -Qualität**

Leiter:	Prof. Dr. R. Reussner (ab 01.02.2006)
Sekretärin:	E. Kienhöfer
Wiss. Mitarbeiter:	S. Becker (F, ab 01.02.2006), K. Krogmann (ab 15.05.2006), M. Kuperberg (F, ab 01.03.2006)
Stipendiaten:	J. Happe (ab 01.02.2006), H. Koziolk (ab 01.02.2006)

**Forschungsbereich am  
Forschungszentrum  
Informatik (FZI)**

Leiter:	Prof. Dr. R. Reussner
Wiss. Mitarbeiter:	T. Goldschmidt

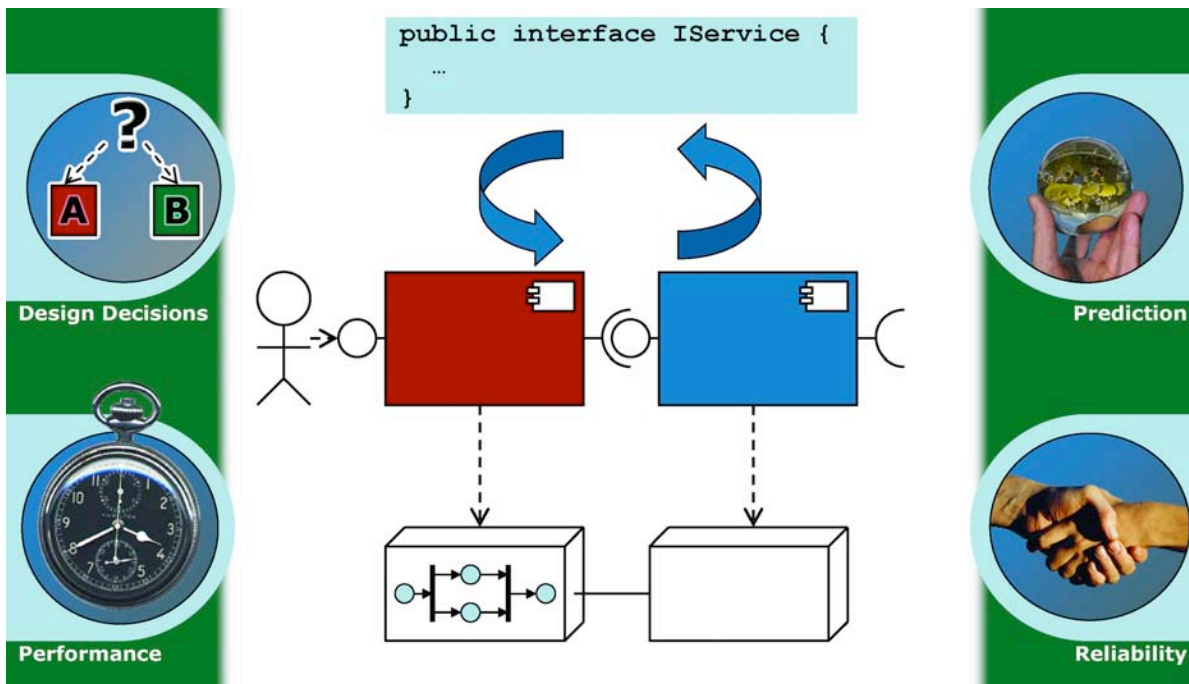
**Auf Architekturrekonstruktion basierende Performanzvorhersage in Abhängigkeit der Ausführungsumgebung**

*(K. Krogmann, M. Kuperberg)*

Existierende Software-Systeme müssen häufig für andere Einsatzszenarien, Ausführungsumgebungen oder Erweiterungen angepasst werden. Dabei stellt sich auch die Frage nach den Qualitätseigenschaften, wie etwa der Performanz, die sich in der neuen Ausführungsumgebung oder nach einer Änderung der Architektur ergeben. Zur Ermittlung dieser Qualitätseigenschaften müssen viele interdependente Faktoren berücksichtigt werden, wie z.B. die Architektur des Software-Systems, die Implementierung der einzelnen Bestandteile, aber auch die Ablaufumgebung, in der die Software ausgeführt wird.

Dazu ist es notwendig, dass zunächst eine Architekturrekonstruktion vorgenommen wird, indem das Software-System etwa in Komponenten zergliedert wird. Daraufhin können geplante Änderungen in systematischer Weise auf ihre Auswirkungen hin untersucht werden, indem beispielsweise die Implementierung der Komponenten aus der Performanzsicht analysiert wird. Das Verhalten der Implementierung wird dabei als durch das Benutzungsprofil und die Ausführungsumgebung parametrisiert betrachtet.

In aktuellen Arbeiten werden Architekturbeschreibungen für Anwendungen generiert, die auf Enterprise Java Beans basieren und mit Modellierungstechniken (z.B. Queuing Networks oder Queuing Petri Nets) analytische Performanzvorhersagen erlauben. Daneben wird auch untersucht, welche Performanzauswirkungen die von der Ausführungsumgebung bereitgestellten Dienste im Vergleich zu denjenigen Funktionalitäten spielen, die das Software-System selbst implementiert. Dadurch ist auch eine inverse Fragestellung möglich, nämlich die nach der Dimensionierung der Ausführungsumgebung ("Sizing") in Abhängigkeit von den Qualitätsansprüchen an die (veränderte) Architektur.



*Forschungskompetenzen des IPD Reussner*

## **Einfluss von Benutzungsprofilen bei Dienstqualitätsvorhersagen für Software-Komponenten**

*(H. Koziolok)*

Die Art der Benutzung von Software-Komponenten bestimmt maßgeblich ihre Performanz- und Zuverlässigkeitseigenschaften. Eingabeparameter können die Ressourcennutzung eines Komponentendienstes sowie externe Dienstaufrufe beeinflussen. Da Software-Komponenten idealerweise in verschiedenen Einsatzkontexten wiederverwendet werden sollen, ist es notwendig, ihre Dienstqualität in Abhängigkeit von Eingabeparametern zu spezifizieren. Die Laufzeitinstanzen dieser Parameter sind den Komponentenherstellern während der Entwicklung jedoch noch nicht bekannt. Mit parametrisierten Spezifikationen können Dienstqualitätsvorhersagen für verschiedenste Einsatzkontexte gemacht werden.

Im Rahmen dieses Forschungsansatzes werden sogenannte Dienstbedarfsautomaten für Software-Komponenten weiterentwickelt, um mit einem abstrakten Modell die Performanz- und Zuverlässigkeitseigenschaften eines Dienstes in Abhängigkeit von Eingabeparametern möglichst einfach aber hinreichend genau zu beschreiben. Die Spezifikationen einzelner Dienste können zu größeren Software-Architekturen komponiert werden. Mittels Modelltransformationen werden anschließend Abbildungen in formale Modelle wie Warteschlangennetze oder in Simulationsmodelle durchgeführt, mit denen dann Vorhersagen für die zu erwartenden Performanz- und Zuverlässigkeitseigenschaften einer Software-Architektur gemacht werden können.

## **MINT - Modellgetriebene Integration von Informationssystemen**

*(T. Goldschmidt)*

Ziel dieses vom BMBF geförderten Projekts ist die Definition und Validierung eines modellgetriebenen Entwicklungsverfahrens zur Integration bestehender heterogener betrieblicher Informationssysteme. Das vorgeschlagene modellgetriebene Integrationsverfahren stellt insbesondere für KMU eine wesentliche Unterstützung dar: Zum einen ermöglicht dieses Verfahren Softwareanwendern die kosteneffiziente Anbindung bestehender Software an neue flexible Plattformen; zum anderen können Software entwickelnde Unternehmen durch den Einsatz modellgetriebener Verfahren ihre Flexibilität und Effizienz bei der Softwareentwicklung und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Konkret soll der im Projekt verfolgte Ansatz, musterbasierte, domänenspezifische Architektursprachen zu entwickeln und diese einzusetzen, zwei Szenarien unterstützen:

- Die Nutzung des modellbasierten Ansatzes für die Integration verschiedener Systeme durch bestehende Infrastrukturen, wie z. B. SAPs "NetWeaver" und
- die Nutzung des modellbasierten Ansatzes für die Kopplung moderner objektorientiert modellierter Geschäftslogik mit bestehenden relationalen Datenbanksystemen.

Das Projektziel ist die Weiterentwicklung modellgetriebener Ansätze unter Ausnutzung existierender Plattformen zur Integration bestehender Altsoftwaresysteme im Bereich betrieblicher Informationssysteme. Veröffentlichungen und weitere Informationen unter: <http://www.mint-projekt.de/>

## **Modellgetriebene Software-Entwicklung unter Berücksichtigung von QoS-Aspekten**

*(S. Becker)*

Ein aktueller Trend bei der Entwicklung komplexer Software-Systeme stellt die Verwendung modellgetriebener Ansätze dar. Bei diesen Ansätzen wird ein Modell des Software-Systems mittels spezieller Modellierungssprachen, wie beispielsweise der UML2, erstellt, das dann unter Verwendung sogenannter Transformationen in weitere Modelle sowie finalerweise in Quellcode übersetzt.

Dieses Vorgehen führt dazu, dass zwischen dem Modell und dem Quellcode ein deterministischer Zusammenhang besteht, der zur Vorhersage von Qualitätseigenschaften der generierten Softwareteile ausgenutzt werden kann. Dazu wird neben dem Einsatz der eigentlichen Quellcode-Transformation auch der Einsatz einer Vorhersage-Transformation eingeführt, die genau den eingeführten definierten Zusammenhang ausnutzt.

Darüber hinaus bieten viele Code-Transformationen eine Reihe von Freiheitsgraden, so genannte Features, an. Mittels dieser Features ist es möglich, die Transformation zu parametrisieren, um verschiedene Entwurfsalternativen zu selektieren. Da diese Alternativen oft einen signifikanten Einfluss auf die Qualitätseigenschaften der generierten Software-Artefakte zeigen, können sie ebenfalls in der Vorhersagetransformation berücksichtigt werden. Dadurch kann die Präzision der Ergebnisse der Qualitätsvorhersagen weiter gesteigert werden.

## **Modellierung und Analyse komponentenbasierter Software-Systeme mit Nebenläufigkeit**

*(J. Happe)*

Mit der Einführung von Mehrkernprozessoren auf dem Massenmarkt hat auch die Entwicklung nebenläufiger Systeme immer mehr an Bedeutung gewonnen. Nebenläufigkeit ist notwendig, um die Ressourcen dieser Systeme optimal nutzen zu können. Klassische Programmiermodelle basierend auf Prozessen, Ablauffäden und Semaphoren stellen Entwickler immer wieder vor Probleme. Durch sie wird die Ausführungsreihenfolge von Anweisungen in Programme nicht-deterministisch, was oft schwer überschaubar ist. Um das Verständnis von nebenläufigen Systemen zu erleichtern, sollen Entwurfsmuster für nebenläufige Systeme (aktive Objekte, Anführer/Nachfolger) genutzt werden. Diese sollen als Modellierungselemente für komponentenbasierte Software-Systeme zur Verfügung gestellt werden.

Zusätzlich hat Nebenläufigkeit hohen Einfluss auf Antwortzeit und Durchsatz eines Systems. Nachdem die Architektur einer Anwendung spezifiziert wurde, sollen Vorhersagen über ihre Eigenschaften zur Laufzeit gemacht werden. Dazu wird das Modell der Architektur in ein Warteschlangennetzwerk transformiert, welches die Analyse von Eigenschaften wie Antwortzeiten, Durchsatz und Auslastung von Ressourcen eines Systems erlaubt. Dabei wird die Verwendung von beliebigen Verteilungsfunktionen für die Berechnungen und Ergebnisse der Metriken angestrebt.

## **Palladio: Verfahren und Werkzeuge zur ingenieurmäßigen Konstruktion komponentenbasierter Software-Architekturen**

*(S. Becker, J. Happe, H. Koziolk, M. Kuperberg, R. Reussner)*

Das Palladio-Projekt erforscht Verfahren und Werkzeuge zur Nutzung von durch Schnittstellen spezifizierten Komponenten für die ingenieurmäßige Software-Entwicklung. Darunter versteht man die Möglichkeit, aus den Eigenschaften der Einzelkomponenten und deren Art der "Verschaltung" (also der verwendeten Software-Architektur) die Eigenschaften des Gesamtsystems vorherzusagen. Dieser Aspekt der Nutzung von Software-Komponenten wird von bestehenden Software-Entwicklungsmethoden und bestehenden Einsatzplattformen von Software-Systemen (sog. "middleware"-Plattformen) nicht unterstützt. Das bisherige Vorgehen durch Versuch-und-Irrtum versucht ein zunächst entwickeltes System den Anforderungen anzupassen, ist kostenintensiv und verhindert die Zertifizierung von technischen Systemen, in denen Software eingesetzt wird. Um das Ziel einer systematischen Konstruktion von komponentenbasierten Software-Architekturen mit vorhersagbaren Eigenschaften zu erreichen, wurden im Berichtszeitraum Vorhersagemodelle für Zuverlässigkeit und Zeitverhalten von Software-Komponenten entwickelt und ein neuartiges Software-Komponentenmodelle definiert, welches die Informationen enthält, die für die o.a. Vorhersagen notwendig sind.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

**Bücher und Buchbeiträge:**

**Becker, S.; Brogi, A.; Gorton, I.; Overhage, S.; Romanovsky, A.; Tivoli, M.:** Towards an Engineering Approach to Component Adaptation. In: Architecting Systems with Trustworthy Components. Hrsg.: Reussner, R.; Stafford, J. and Szyperski, C.; 1. Auflage. Berlin: Springer, 2006, S. 193-215, (Lecture Notes in Computer Science; 3938)

**Reussner, R. H.; Hasselbring W.:** Handbuch der Software-Architektur. Heidelberg: dPunkt, 2006

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Becker, S.; Reussner, R.:** The Impact of Software Component Adaptation on Quality of Service Properties. In: L'objet, Band 12, Heft 1, 2006, S. 105-125

**Hasselbring, W.; Reussner, R. H.:** Toward Trustworthy Software Systems. In: IEEE Computer, Band 39, Heft 39(4), 2006, S. 91-92

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Koziolek, H.; Happe, J.; Becker, S.:** Parameter Dependent Performance Specifications of Software Components. In: Quality of Software Architectures, 2nd International Conference, QoSA 2006, Vasteras, Sweden, June 27 - 29, 2006, Proceedings. Hrsg.: Hofmeister, C.; Crnkovic, I.; Reussner, R.; Becker, S.; Vasteras, Sweden, 27.-29.06. 2006. S. 163-179, (Lecture Notes in Computer Science; 4214)

## **Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik**

Das IPR betreibt Forschung in den Bereichen Fabrikautomation und Medizintechnik mit dem Schwerpunkt Robotik.

Im Bereich der Fabrikautomation werden sensorgestützte, autonome Roboter für Produktionsaufgaben entwickelt, z. B. für Montage, Handhabung, Inspektion, Messen und Testen. Ein Forschungspunkt ist die kollisionsfreie Bahnplanung in Echtzeit mit geeigneten Umweltmodellen in der Robotersteuerung sowie die modellgestützte Kalibrierung von Robotern. Neue intuitive und automatische Programmierverfahren werden untersucht. Es werden sensorgestützte Steuer- und Regelverfahren z. B. auf Basis von Kraftmomentensensoren und taktilen Sensoren entwickelt. Für humanoide Roboter wird die Mensch-Roboter-Kooperation, eine intelligente Haut, eine anthropomorphe Hand und die entsprechende Greifplanung und -steuerung erforscht. Sensorgestützte kooperative Mikroroboter mit Direktantrieben, die im Mikroskop Genauigkeiten von bis zu 20 nm erreichen können, werden entwickelt. Aus Mikrorobotern aufgebaute Roboterschwärme werden konzipiert und untersucht. Es werden modulare komponentenbasierte Steuerungs- und Diagnosesysteme für Roboter, Zellen und Anlagen entwickelt, z. B. auf Basis von Multiagentensystemen. Für Service und Diagnose werden fall-, modell- und signalbasierte Methoden untersucht und eingesetzt.

Im Bereich der Medizintechnik werden Verfahren und Geräte für den Operationssaal der Zukunft und die roboterunterstützte Chirurgie entwickelt. Dies umfasst sensorgestützte autonome und telegesteuerte Chirurgieroboter, flexible Endoskope und Visualisierungssysteme für den chirurgischen Arbeitsplatz der Zukunft. Es werden Methoden für das Modellieren und Simulieren von anatomischen Strukturen, insbesondere Knochen und knochenahes Gewebe, erforscht. Es werden Operationsplanungssysteme sowohl für den chirurgischen Eingriff als auch für die Ablaufplanung einer Operation entwickelt. Wichtige Forschungspunkte sind die Hochpräzisionschirurgie und der Lasereinsatz zum Schneiden von Knochen.

### **Kontakt**

Prof. Dr. U. Brinkschulte  
Tel. 608-4362  
brinks@ira.uka.de

Prof. Dr. H. Wörn  
Tel. 608-4006  
woern@ira.uka.de  
(Sprecher)



Forschungsbereich

**Komplexe Systeme in  
Automation und Robotik**

**Institut für Prozessrechentchnik, Automation  
und Robotik**

Leiter:	Prof. Dr. H. Wörn
Sekretariat:	E. Franzke, M. Sy
Akadem. Oberrat:	Dr. J. Raczkowski
Wiss. Assistenten:	Dr. C. Burghart
Wiss. Mitarbeiter:	M. Aschke (F), N. Bender (F), D. Braun (F), J. Burgner (F, ab 01.08.2006), M. Ciucci (F, ab 01.06.2006), A. DeMauro (F, ab 01.06.2006), Dr. R. Estaña (F), M. Gauß (F), N. Gorges (F), D. Göger (F), H. Hamann (F, ab 01.03.2006), Dr. B. Hein, L. Kahrs (F), B. Kaiser (F, ab 20.02.2006), D. Mages (F, bis 31.08.2006), S. Notheis (F, ab 15.11.2006), H. Peters (F, bis 31.10.2006), M. Riechmann (F, ab 01.05.2006), K. Safronov (F, ab 01.03.2006), M. Salonia (F, bis 30.04.2006), A. Schmid (F), C. Schönfelder (F), Dr. J. Seyfried (bis 15.09.2006), A. Steiger (F, ab 13.11.2006), M. Szymanski (F), R. A. Tauro (F), Dr. I. Tchouchenkov, M. Thiel (F), K. Weiß (F), M. Wenz (F), J. Wörner (F, bis 31.05.2006), A. Wörner (F, ab 01.10.2006)
Programmierer:	N. Maizik, M. Pfitzer
Techn. Mitarbeiter:	F. Linder, H. Regner
Stipendiaten:	M. Guillaume (bis 31.01.2006), M. A. Salonia (ab 01.05.2006), A. Wörner (bis 30.09.2006)

**Repositionierung von Knochen**

*(J. Burgner, H. Peters, J. Raczkowski, H. Wörn)*

Ziel dieses von der DFG geförderten Projektes ist die räumlich präzise Repositionierung von Knochen in sechs Freiheitsgraden bei der Gesichtsschädelrekonstruktion mit Hilfe eines Roboters. Intraoperativ soll das Robotersystem das abgetrennte Knochenstück, welches nicht frei beweglich ist, in die geplante Zielstellung führen, in dieser halten und so den Chirurgen bei der Fixierung des Knochens mit Osteosyntheseplatten unterstützen.

Im Jahr 2006 wurde zunächst ein Endeffektor für das Robotersystem entwickelt. Bestehend aus einem Kraft-/Momentensensor zur Erfassung der auftretenden Kräfte während der Intervention und einem aus Stahl gefertigten Mundadapter ist der Endeffektor sterilisierbar und kann an die patientenspezifische Kiefergröße angepasst werden. Die Kopplung des Mundadapters mit der Endeffektorbasis erfolgt mit Hilfe eines manuellen Greiferwechselsystems und gewährleistet eine schnelle Entkopplung. Individuelle Splints des Patienten werden auf den Mundadapter angebracht und zur intraoperativen Registrierung der Lage des Patienten genutzt.



*Entwickelter Endeffektor zur Repositionierung des Oberkiefers*

### **Accurate Robot Assistant (AccuRobAs)**

*(Burgner, J., Raczkowsky, J., Wörn, H.)*

Ziel des von der Europäischen Union innerhalb des 6. Rahmenprogramms geförderten Projektes AccuRobAs ist die Erforschung und Entwicklung eines innovativen und universellen chirurgischen Roboterassistenzsystems. Dieses soll den Chirurgen bei der Durchführung von Operationen unterstützen, insbesondere soll dabei die Präzision bei chirurgischen Eingriffen erhöht werden. Dabei sollen verschiedene Autonomiestufen des Roboters von teleoperierten minimal invasiven Eingriffen bis hin zu autonom durchgeführten Operationsschritten entwickelt und untersucht werden. Der besondere Fokus im Projekt liegt auf der Präzision des Systems. Unsicherheiten und Ungenauigkeiten, die im Laufe der Prozesskette von der Aufnahme der Bilddaten, über die Erzeugung von 3D-Modellen und die präoperative Planung und Simulation, bis hin zur intraoperativen Umsetzung durch den Einsatz verschiedener Geräte, Sensoren sowie Rechner- und Messsystemen auftreten, sollen analysiert werden, um über die Gesamtgenauigkeit des Systems zu jedem Zeitpunkt der Intervention Aussagen treffen zu können. Das Projekt wird während der dreijährigen Laufzeit vom IPR der Universität Karlsruhe (TH) koordiniert.

Das Projekt startete im Oktober 2006 und befindet sich nach ersten Vorarbeiten in der Spezifikationsphase. Das modular aufgebaute Robotersystem soll in zwei Anwendungsszenarien evaluiert werden: Zum einen soll es in der minimal invasiven Chirurgie zur Palpation als Teleoperationssystem und zum anderen als autonomes System zur Ablation von Knochen mittels Laser zum Einsatz kommen.

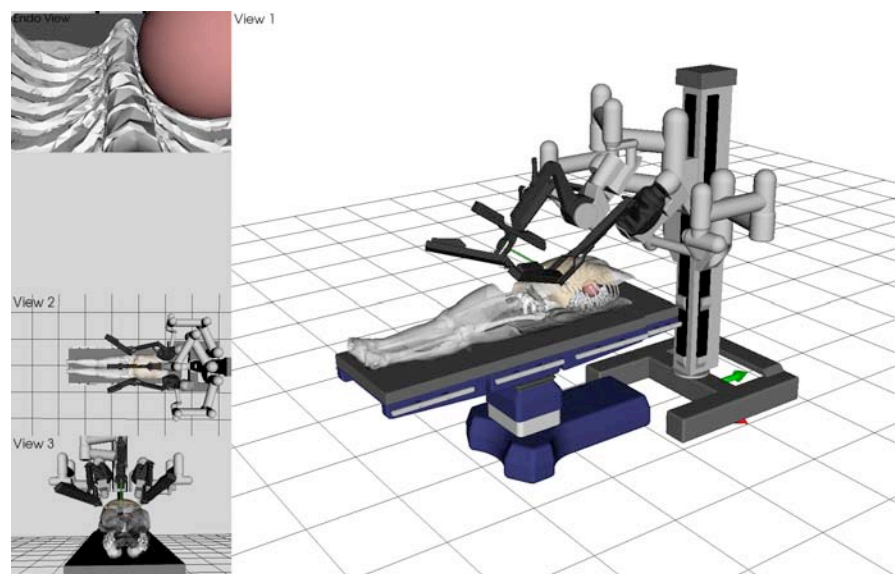
### **Kollisionsvermeidende Bahn- und Standortplanung für ein Telemanipulationssystem in der minimalinvasiven Chirurgie (GK 1126)**

*(J. Raczkowsky, C. Schönfelder, H. Wörn)*

Ziel des Teilprojekts T1 des Graduiertenkollegs 1126 ist die Entwicklung von Methoden zur Optimierung des Aufbaus bei einem telemanipulatorgestützten, minimalinvasiven, viszeralkirurgischen Eingriff. Es sollen die Positionen der Trokare sowie die Lage und Position der Manipulatorbasis und -arme dahingehend optimiert werden, dass während der Operation keine Kollisionen zwischen den Armen auftreten, dass alle Zielgebiete gut erreichbar sind und dass der Chirurg genügend Bewegungsspielraum sowie eine gute Übersicht hat.

Im Jahr 2006 wurde eine vorläufige Version des Planungssystems implementiert (siehe Bild). Dieses ermöglicht dem Chirurgen in einem virtuellen Operationsraum die Positionen der Zugänge zu planen sowie den Manipulator so zu platzieren, dass die Zielgebiete erreicht werden können und es zu keinen Kollisionen kommt. Der Manipulator des daVinci Surgical Systems wurde dazu geometrisch und kinematisch modelliert sowie eine schnelle Kollisions- und Abstandsberechnung integriert. Neben diesem Planungssystem wurde das Konzept für den Transfer der geplanten Portpositionen in den OP erstellt. Mittels eines vorhandenen, klinisch erprobten, projektorbasierten Augmented-Reality-Systems soll der Patient im OP zunächst gescannt und registriert werden, wonach dann die geplanten Trokarpositionen wenn nötig angepasst und schließlich direkt auf den Patienten projiziert werden sollen. Erste Versuche mit einem Torsophantom, an dem sich auch der Effekt der Insufflation des Abdomens simulieren lässt, wurden durchgeführt.

*Ein Planungssystem für die robotergestützte minimalinvasive Chirurgie*

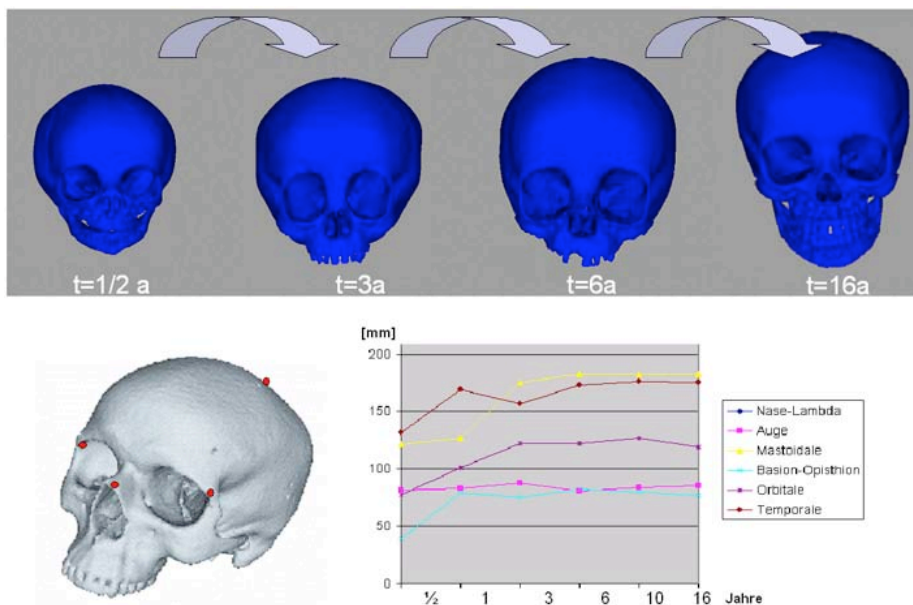


## Modellierung des Schädelwachstums bei Patienten mit Kraniosynostosen

(J. Raczkowsky, H. Wörn, A. Wörner)

Ziel des Projekts ist eine Verbesserung der Diagnosemöglichkeiten bei krankhaft deformierten Schädeln. Hierzu ist es erforderlich, zunächst ein gesundes Schädelwachstum zu modellieren und hieraus einen krankhaften Wachstumsprozess abzuleiten, indem die korrespondierenden Daten abgeglichen werden, um hieraus eine zu erwartende Entwicklung des künftigen Krankheitsverlaufs zu erstellen.

Im Jahr 2006 wurde begonnen, notwendiges Datenmaterial gesunder als auch pathologischer Schädelformen zu akquirieren. Zur Segmentierung und 3D Modellerstellung können sowohl CT als auch MRT Daten herangezogen werden. Im Rahmen der Klassifizierung der Daten wird an dem Aufbau einer Datenbank, separiert nach medizinischer Diagnose und unterschiedlicher Altersstufen, gearbeitet. Weiter wurden auf Basis eines virtuellen 4D Datensatzes, bestehend aus acht Phantommodellen, erste statistische Analysen durchgeführt, welche die Entwicklung markanter Gesichts- und Schädelanatomien, sowie die generellen Größenveränderungen über die Zeit bewerten. Gemessen wurde hierbei die Verlagerung anatomischer Landmarken, sowie der Verlauf innerer Volumendaten. Der Schwerpunkt lag auf der Analyse des gesunden Wachstums, an die sich die der krankhaften Entwicklung im nächsten Jahr anschließen wird.



Darstellung der Schädelentwicklung anhand von Phantommodellen auf Basis der Positionsveränderung markanter Landmarken

## Stereoskopische Navigation in der Chirurgie

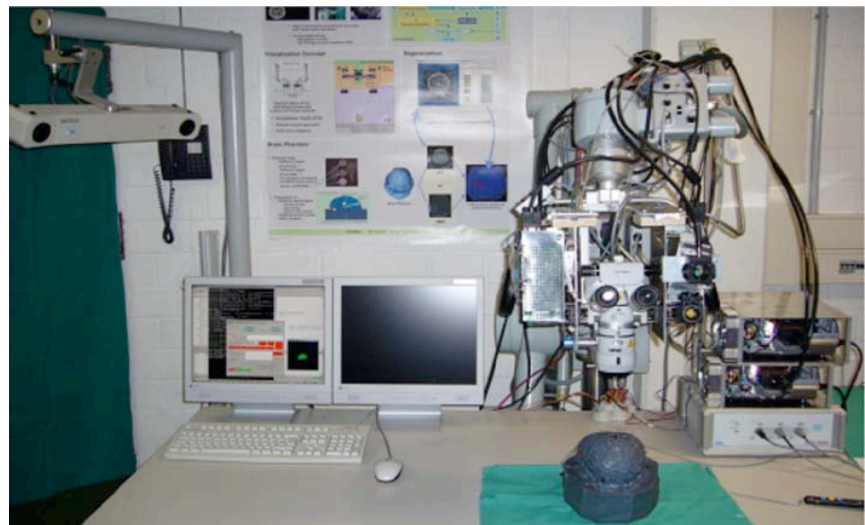
(M. Aschke, J. Raczkowsky, H. Wörn)

Ziel des Projekts "ARNO - Augmented Reality für Navigierte Operationsmikroskope" ist die dreidimensionale, intuitiv erfassbare Einblendung von Oberflächenmodellen in den Situs und die Verbesserung der Perzeption der dargestellten Szene. Es konnte gezeigt werden, dass eine stereoskopische Überblendung von dreidimensionalen Modellen auf stark kontrastreichen Oberflächen (OP-Situs), insbesondere für neurochirurgische Anwendungen,

möglich und sinnvoll ist. Im Jahr 2006 wurde das Konzept der Einblendung künstlicher Objekte über herkömmliche aber speziell modifizierte Projektoren exemplarisch umgesetzt.

Die neuen Einblendeinheiten erlauben eine kontrastreiche Einblendung selbst bei maximaler Beleuchtung des Situs durch die im Mikroskop verwendete Xenon-Lampe. Des Weiteren wurde das System erfolgreich parametrisiert und erlaubt eine Einblendung mit einer Genauigkeit von maximal 1,4 Millimetern. Es wurden neuartige Visualisierungsmodi konzipiert und implementiert. Experimentell konnte eine signifikante Perzeptionsverbesserung der dargestellten Szene durch die Visualisierungsmodi nachgewiesen werden.

*Das ARNO-System mit modularen Einblendeinheiten zur kontrastreichen Einblendung von dreidimensionalen Modellen in den Situs*



3

### **Bildgestützte Navigation eines Laserstrahls zur mikrochirurgischen Knochenablation an der lateralen Schädelbasis**

*(L. Kahrs, J. Raczowsky, H. Wörn)*

Ziel des Projektes ist der exakte Abtrag knöcherner Strukturen bei mikrochirurgisch-funktionserhaltenden Operationen an der Schädelbasis. Der Knochen wird mittels Laser in sequenziellen Scannzyklen ("Schicht-für-Schicht") durch eine Strahlbewegung nach einem vorgegebenen Muster abgetragen. Der definierte, navigiert-kontrollierte, lasergestützte Knochenabtrag im Bereich des Innenohrs soll für einen zukünftigen roboterassistierten Eingriff dienen.



*Laserablation am humanen Felsenbein*

Im Jahr 2006 wurde ein Lasersystem aufgebaut mit dem die Knochenablation mittels einer Kamera aufgenommen und ausgewertet werden kann. Das System umfasst einen CO<sub>2</sub>-Laser, einen Scannkopf zum Bewegen des Strahls über den Knochen, ein Mikroskopobjektiv mit einer Beleuchtungseinheit sowie eine Farb-CMOS-Kamera. Für die Bildverarbeitung wurden Algorithmen zusammengestellt, um die automatische Erkennung der Knochendicke während der Ablation zu ermöglichen.

### **Kognition im Sport - Erweiterte Realität bei Basketballfreiwurf-Situationen**

*(L. Kahrs, J. Raczkowsky, H. Wörn)*

Das Ziel des Projektes "Kognition im Sport" ist es, Basketballspieler während des Freiwurfs mit Informationen der Erweiterten Realität zu unterstützen. Paralleles Ziel in diesem von der Robert-Bosch-Stiftung geförderten Projekt ist die Vernetzung von Schülern, Lehrern und Wissenschaftlern. Das Lernen des Wurfes soll durch die Verwendung der Erweiterten Realität verkürzt bzw. die Trefferzahl erhöht werden. Im Jahr 2006 wurden die Methoden für die Darstellung der virtuellen Wurfbahn verbessert und ein Registrierungsalgorithmus für die virtuelle Szene implementiert. Die optimierte Einblendung dieser virtuellen Informationen in die verwendete Datendurchsichtsbille ermöglicht die Wahrnehmung von realer Umgebung und virtueller Wurfparameter. Des Weiteren ermöglicht die Registrierung die genaue Überlagerung der realen und virtuellen Szene. Die Verfolgung der Blickrichtung des Werfers wird dabei mit einem kommerziellen Lokalisationssystem durchgeführt. Bei Änderung der Blickrichtung wird die virtuelle Szene angepasst und dem Werfer eingeblendet. Das System wurde mehrfach mit den Schülern und Lehrern zusammen evaluiert und zusätzlich während der Nacht der Informatik demonstriert.



*Einblendung der virtuellen Wurfbahn in eine reale Freiwurfszene mittels Erweiterter Realität*

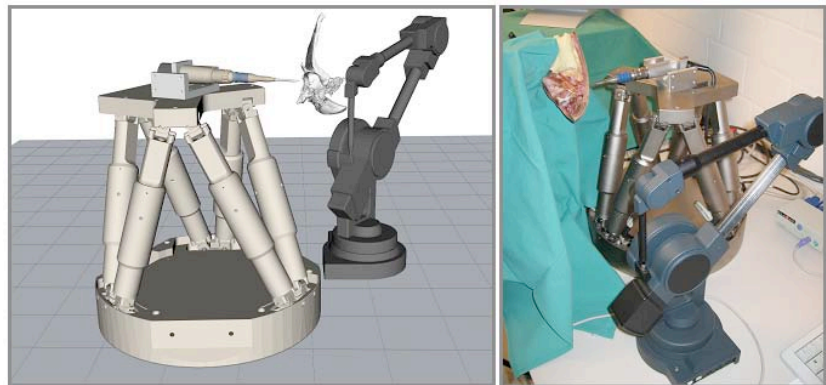
## Atraumatische funktionserhaltende Hochpräzisionschirurgie des humanen Felsenbeins

(C. C. Ngan, H. Wörn)

Für die laterale Schädelbasis mit dem Felsenbein, in dem sich u.a. das Innenohr befindet, sind bisher keine zufriedenstellenden Navigationstechniken und maschinelle Unterstützungen gefunden worden, die eine hochpräzise Chirurgie im Submillimeter-Bereich ermöglichen. Am Beispiel der Cochleostomie, die zur Zeit den einzig technisch funktionierenden Ersatz eines Sinnesorgans darstellt, lässt sich hervorragend der Bedarf einer minimal traumatischen Chirurgie im Bereich des Felsenbeins demonstrieren.

Bisher muss davon ausgegangen werden, dass bei der Implantation dieser Hörprothese vorhandenes Restgehör zu einem großen Teil zerstört wird, und bestehende Funktionen des Innenohres damit verloren gehen. Der Einsatz einer hochpräzisen Instrumentenführung, unter Verwendung einer extrem genauen Hexapod-Kinematik als Positionierplattform, stellt diesbezüglich einen Lösungsansatz dar. Gelingt die atraumatische hochpräzise funktionserhaltende Operation am Innenohr, ist ein Meilenstein erreicht, der beweist, dass im Submillimeter-Bereich am Felsenbein operiert werden kann.

Das in 2006 entwickelte, auf Landmarkenregistrierung basierende System wurde an vier Präparaten evaluiert. Die Ergebnisse waren vielversprechend. Eine fortgeschrittene, nicht invasive Methode, bei der die Registrierung über eine Oberflächenabtastung mittels Laser durchgeführt wird, wird zur Zeit entwickelt.



*Atraumatische  
funktionserhaltende  
Hochpräzisionschirurgie  
des humanen  
Felsenbeins*

## **MITRA - Operationsplanung für minimal traumatische Operationen an der lateralen Schädelbasis**

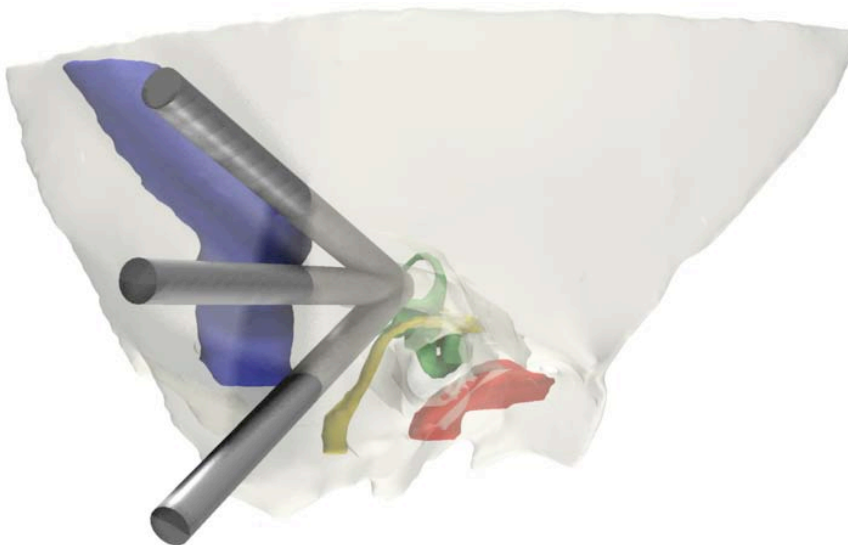
*(J. Raczkowsky, M. Riechmann, H. Wörn)*

In diesem Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Düsseldorf die Anwendung endoskopischer Operationen an der lateralen Schädelbasis entwickelt. Die Medizin verspricht sich davon minimal traumatische, also schonendere, Eingriffe als es zur Zeit üblich ist.

Im Gegensatz zu den derzeit praktizierten Anwendungen der Endoskopie besteht das Operationsgebiet an der lateralen Schädelbasis aus starren Knochen. Daher müssen Kanäle zu den Zielstrukturen gebohrt werden, in die die Endoskope zur Durchführung des Eingriffs eingeführt werden. Aufgrund der Beschaffenheit der Kanäle ist der Arbeitsraum für den Chirurgen stark eingeschränkt. Um eine erfolgreiche Operation dennoch zu ermöglichen, muss die Positionierung der Kanäle präoperativ präzise geplant werden. Des Weiteren ist dabei eine Berücksichtigung vorhandener vital und funktional wichtiger Strukturen unerlässlich.

Aufgabe des IPR innerhalb des Projekts ist die Erstellung einer Software, die die medizinischen Forschungspartner bei der Entwicklung der neuen Operationstechnik unterstützt und mit deren Hilfe die erforderlichen Planungen für endoskopische Eingriffe an der Schädelbasis durchgeführt werden können.

Im Jahr 2006 wurden die Anatomie und die damit verbundenen technischen Herausforderungen analysiert. Erste Segmentierungen wurden manuell durchgeführt und es wurden Möglichkeiten zur automatischen Segmentierung evaluiert. Des Weiteren wurde ein physikalischer Prototyp zur Evaluierung von Bohrlochanordnungen entwickelt, der die Simulation endoskopischer Eingriffe in starrem Gewebe erlaubt und für Schulungszwecke verwendet werden kann.



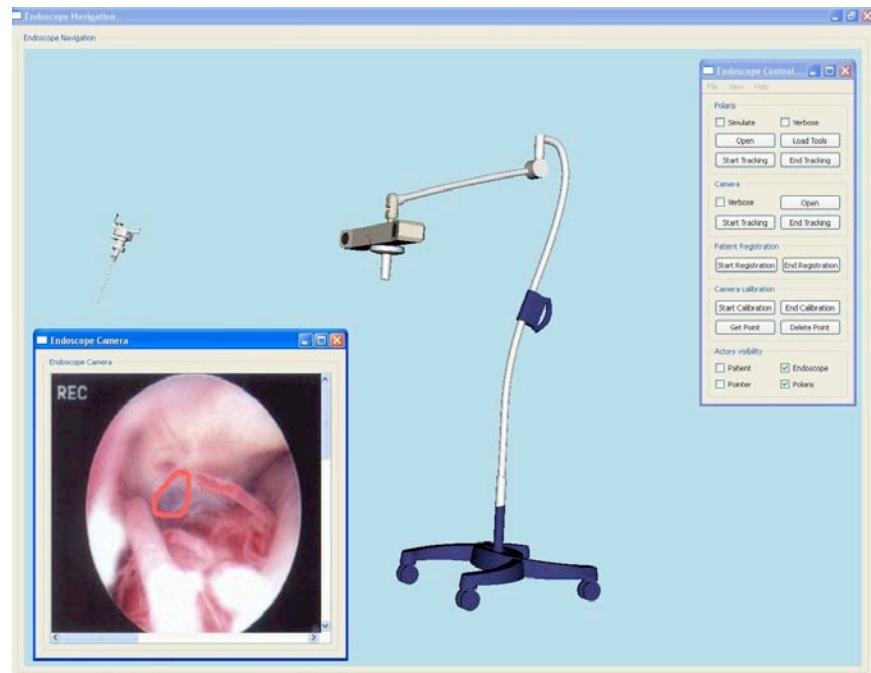
*Mögliche Verläufe der Bohrkanäle und ihre Anordnung in der Anatomie des Felsenbeins*



## Erweiterte Realität in einem Navigierten Endoskop (COMPU-SURGE)

(M. Ciucci, H. Wörn)

Ziel des Projektes ist es, ein Endoskop zu navigieren und dessen Kamerabild um Einblendungen der Erweiterten Realität zu erweitern, indem CT oder MRT Datensätze als Referenz integriert werden. Das COMPU-SURGE Projekt, welches zu den Marie Curie Aktivitäten innerhalb des 6. Rahmenprogramms der EU gehört, ist aus interdisziplinären Forschungstandems aufgebaut, die aus einem Chirurg und einem Ingenieur bestehen, die intensiv zusammenarbeiten.



Implementation eines navigierten Endoskops

Eine der häufigsten in einer Chirurgie benutzten minimal invasiven Operationstechniken ist die endoskopische Chirurgie. Durch sie wird es ermöglicht, Eingriffe am menschlichen Körper durch kleine Zugänge durchzuführen. Innerhalb des Teilprojekts COMPU-SURGE/4, wird ein optisches, navigiertes Endoskop für Anwendungen wie der Ventriculostomie bei einem Hydrocephalus oder einer Zysten-Fenestration bei einer Cystic Lesion entwickelt. Zweck dieses Arbeitspakets ist es, die Traumatisierung zu senken und hierfür die Wahrnehmung des Chirurgen zu erweitern, indem die Vorteile sowohl der Navigation als auch der Erweiterten Realität ausgenutzt werden. Die Hauptanwendung wird die drei Standardansichten axial, sagittal und coronal, welche die Endoskopspitzenstellung festlegen, sowie das Kamerabild des Endoskops darstellen. Im Jahre 2006 wurden die Hauptinstrumente (Pointer, Endoskop und Phantom) in einer Vorversion der späteren Anwendung registriert.

## Auf Virtueller Realität basierendes Trainingssystem für Neurochirurgische Eingriffe

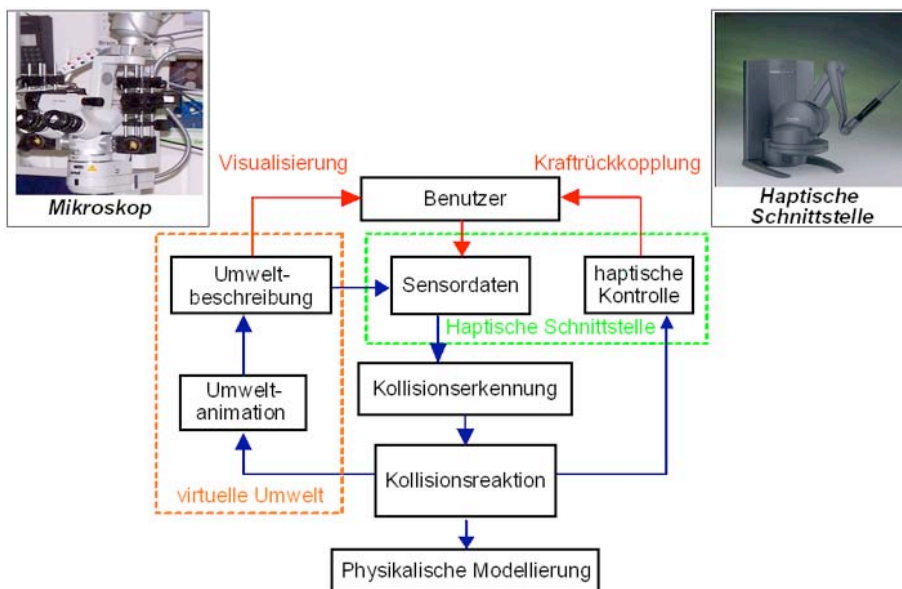
(A. DeMauro, H. Wörn)

Ziel dieses Projektes ist der Entwurf eines auf virtueller Realität basierenden Trainingssystems für neurochirurgische Eingriffe. Das IPR hat einen Prototypen eines stereoskopisch und Elemente der virtuellen Realität einblendenden Mikroskops für die ergonomische, intraoperative Einblendung von komplexen, präoperativen, dreidimensionalen und multimodalen Planungsdaten während eines minimal invasiven Eingriffs an Kopf oder Hals, entwickelt.

Ziel der aktuellen Arbeit ist die Erweiterung der existenten Plattform, indem ein System bereitgestellt wird, das sowohl als Trainingssystem als auch für die präoperativen Anforderungen ausgelegt ist, indem eine virtuelle Umgebung aus rekonstruierten menschlichen Organe auf Basis der originalen Bilddaten und eines haptischen Interface mit Force Feedback, aufgebaut wird.

Dies wird das erste Beispiel eines Trainingssystems der neurochirurgischen Chirurgie sein, welches dasselbe Mikroskop einsetzt, wie es auch während der Operation verwendet wird. Die Arbeit ist Teil des COMPU SURGE Projekts, das in enger Zusammenarbeit mit der neurochirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Heidelberg durchgeführt wird. Um die Anforderungen der Mediziner abschätzen zu können, wurden regelmäßige Treffen organisiert, bei denen die Ingenieure auch direkt im Operationssaal bei realen Operationen anwesend waren.

Im Jahr 2006 wurde die Systemarchitektur des Simulators definiert und eine Studie über den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Tracking Systeme, der Bildverarbeitung, der Kollisionserkennung sowie der physikalischen Modellierung chirurgischer Eingriffe und der virtuellen Realität in der Neurochirurgie durchgeführt.



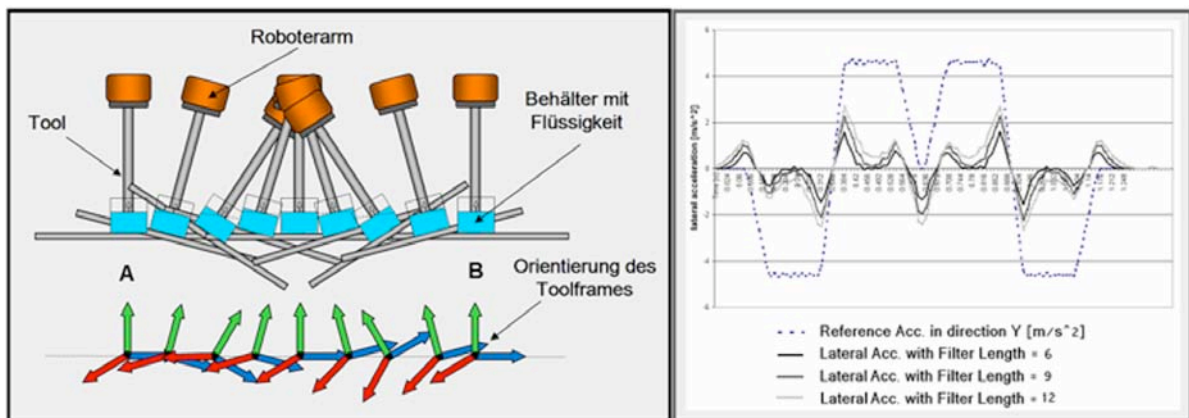
Neurochirurgisches Trainingssystem mit virtueller Technologie

## Zeit-optimierte kollisionsfreie Bahnplanung für Industrieroboter

(S. J. Chen, B. Hein, H. Wörn)

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Bahnplaners für Industrieroboter zur automatischen Erstellung kollisionsfreier und zeitoptimierter Bahnen. Das Verfahren basiert auf dem bekannten A\*-Suchalgorithmus mit hierarchischer Abstandsberechnung und nachgeschalteter Glättung und Optimierung.

Im Jahre 2006 wurde ein neuer Ansatz zur Optimierung der Bewegung des Roboters unter Berücksichtigung der Dynamik der Handhabungsobjekte hinzugefügt. Diese neue Methode generiert eine zeitoptimierte Trajektorie und ermöglicht dem Roboter das "Gentle Handling" (sanfte Handhabung) unter Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens des Handhabungsobjektes. Das Verfahren basiert grundsätzlich auf dem Prinzip "Beschleunigungskompensation". Um alle unerwünschten Beschleunigungseffekte zu kompensieren, wird die Orientierung des Endeffektors vom Roboter während der Bahnbewegung geeignet verändert. Desweiteren wurde die aus der Literatur bekannte Methode "Input Shaping" implementiert und mit unserem Ansatz verglichen.



Trajektorie eines Roboterendeffektors mit kompensierter Querbeschleunigung bei unterschiedlichen Filterlängen

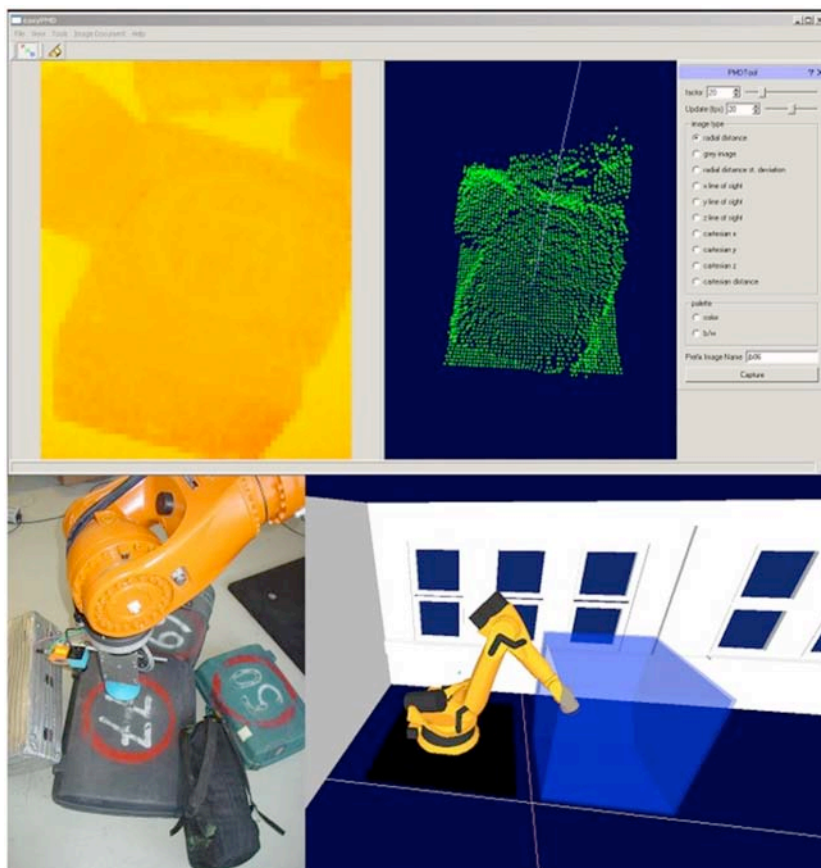
## Genesys

(B. Kaiser, R. A. Tauro, H. Wörn)

Ziel von GENESYS ist die Entwicklung einer flexiblen Roboterzelle, die Teile aus einem Behälter entladen kann, welche in der Lage, Form und Gewicht unbekannt sind und welche zusätzlich verklemmt sein können. GENESYS schließt somit eine wichtige Lücke im Bereich der Logistik bzw. Logistikkomponenten.

Das Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes "Forschung für die Produktion von morgen" gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut. Partner des Verbundprojekts sind die Firmen Grenzebach Automation, ifm electronic, Kuka Roboter und die Universität Karlsruhe.

Im Jahre 2006 startete das Projekt. Zunächst wurde eine offene komponentenbasierte Hardware- und Software-Systemarchitektur für ein generisches und modulares Entlade-system entworfen. Weiterhin wurden verschiedene Sensorkomponenten und Algorithmen für die automatische 3D-Umweltmodellgenerierung, sowie mechatronische Komponenten für das Greifen großer Objekte untersucht und getestet.



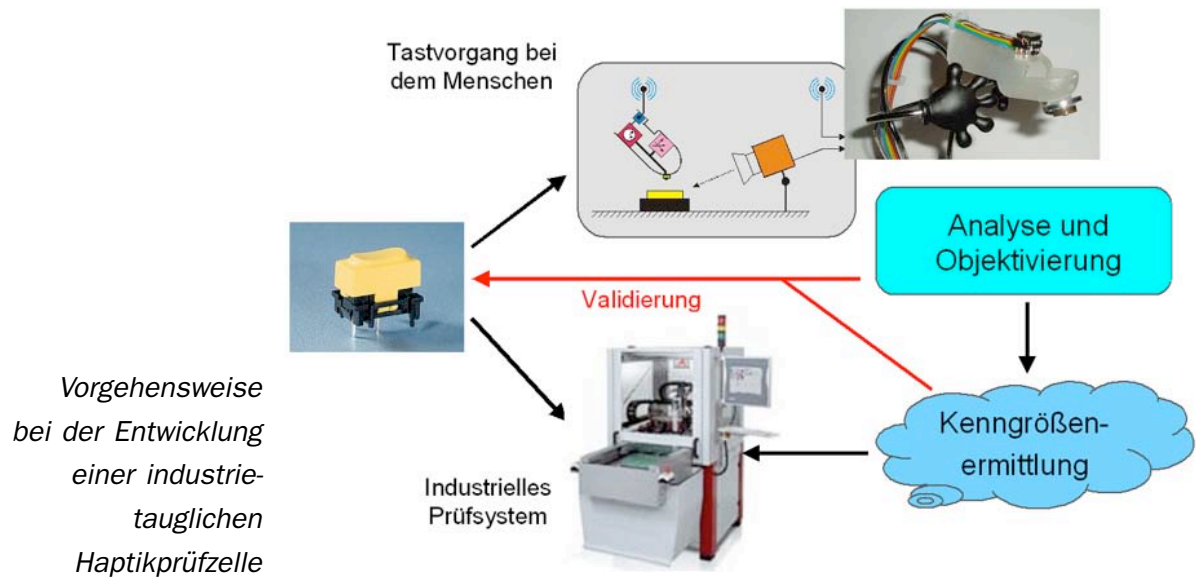
Projekt GENESYS:  
Kofferentladung

## Pro Inno II: Haptikanalyse

(D. Braun, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Ziel des Projekts ist die Erforschung der Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen und haptischen Eigenschaften beim Betätigen von Schaltern und die Entwicklung einer automatisierten Haptikprüfzelle. Das Projekt wird im Rahmen des Programms Pro Inno II vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) gefördert und wird in Kooperation mit dem Industriepartner GAS Automation durchgeführt.

Wenn ein Mensch einen Schalter oder eine andere haptische Bedieneinrichtung betätigt, so stellt sich bei ihm eine subjektive Empfindung ein, die man als haptischen Eindruck bezeichnet. An Hand dieses haptischen Eindrucks bewertet ein Mensch das haptische Bedienelement. Im Rahmen des Projektes wird eine automatische Einrichtung entwickelt, welche es erlaubt, ein haptisches Bedienelement nach den gleichen Gesichtspunkten zu untersuchen und zu bewerten, wie der Mensch.

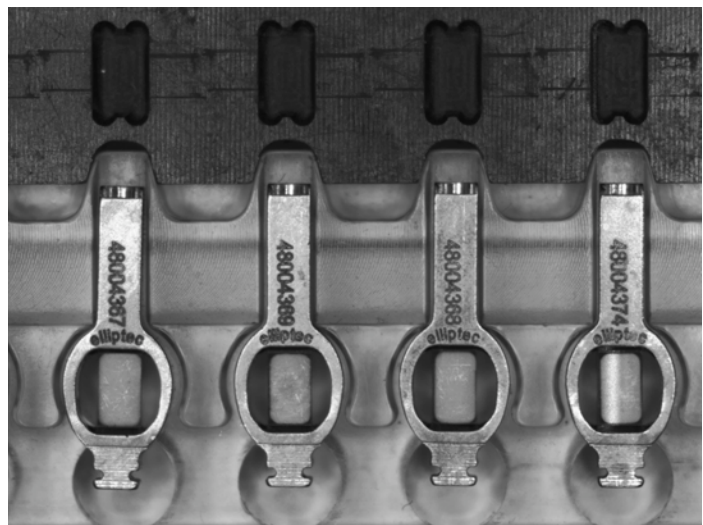


Im Jahr 2006 wurde die zuvor entwickelte Sensorikplattform als Forschungssystem umgesetzt und ein Konzept entwickelt, um die menschlichen Empfindungen mit den messtechnisch greifbaren Größen beim Betätigungsvorgang zu korrelieren. Dabei flossen auch Erkenntnisse aus der Psychoakustik ein. Gleichzeitig wurde die Entwicklung von Algorithmen vorangetrieben, welche im Zusammenwirken mit dem industriellen Prüfsystem die Haptikprüfung in einem industriellen Umfeld ermöglichen.

### Sensorbasiertes Erkennen von Teilemerkmalen in der Fertigungsautomatisierung

(K. Safronov, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Implementierung von Algorithmen, welche verschiedene Merkmale während eines Fertigungsprozesses von Piezomotoren erkennen. Aluminiumrahmen und Piezos für Piezomotoren werden für die Fertigung in speziellen Ladungsträgern (Trays) transportiert. Mit der 2D-Erkennung von Frontal- und Lateralbildern und der 3D-Erkennung mittels eines Triangulationssystems sollen verschiedene geo-



Aluminiumrahmen im Ladungsträger

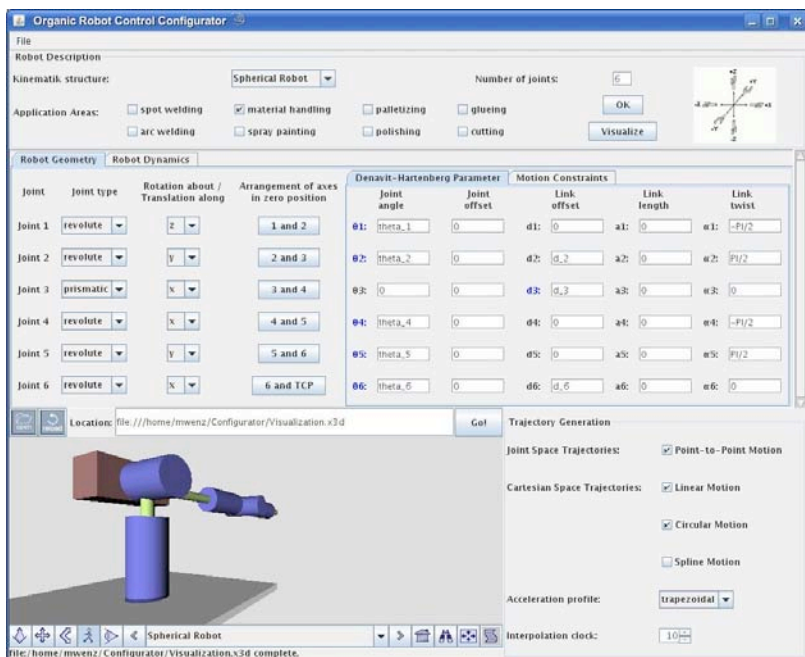
metrische Merkmale dieser Bauteile erkannt und die maschinelle Erkennung der Tray- und Seriennummer durchgeführt werden. Im Jahre 2006 wurden Algorithmen für die Bildverarbeitung entwickelt und in Software-Modulen zur Nummererkennung sowie zur Messung geometrischer Merkmale implementiert. Um effiziente Bildverarbeitungsalgorithmen zu implementieren, wurden spezielle Software-Bibliotheken (OpenCV, ITK, TOCR) eingesetzt.

## Organic Robot Control

(M. Wenz, H. Wörn)

Ziel des Projekts "Organic Robot Control" im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms "Organic Computing" ist die Entwicklung einer Robotersteuerung mit den Selbst-X Eigenschaften (Selbstorganisation, Selbstkonfiguration, Selbstoptimierung, Selbstheilung). Insbesondere soll der Entwicklungszyklus von Steuerungssoftware für Roboter vereinfacht werden und der Benutzer vor Ort und "auf Knopfdruck" eine Robotersteuerung für die jeweilige Robotergeometrie konfigurieren können.

Im Jahre 2006 wurde zur Beschreibung der mechanischen Struktur eines Manipulators ein Konfigurationswerkzeug mit grafischer Benutzeroberfläche entwickelt. Hierbei stehen dem Benutzer viele Auswahl- und Kombinationsmöglichkeiten zur Verfügung, z.B. Anzahl und Typen der Gelenkachsen, Anordnung der Achsen und geometrische Abmessungen. Zudem wurde eine allgemeine Softwarearchitektur entwickelt, um die Bewegungssteuerungen einer Vielzahl unterschiedlicher Robotertypen und kinematischer Aufbauarten durch eine gemeinsame Referenzarchitektur zu integrieren. Darüber hinaus wurde ein regelbasiertes System entwickelt, mit dem die kinematischen und dynamischen Robotermodelle vollautomatisch hergeleitet und dabei alle wesentlichen Schritte dokumentiert werden. Die generierten analytischen Modelle erfüllen Echtzeitanforderungen und sind außerdem gut parallelisierbar.



*Konfigurator für die Bewegungssteuerung eines Roboters*

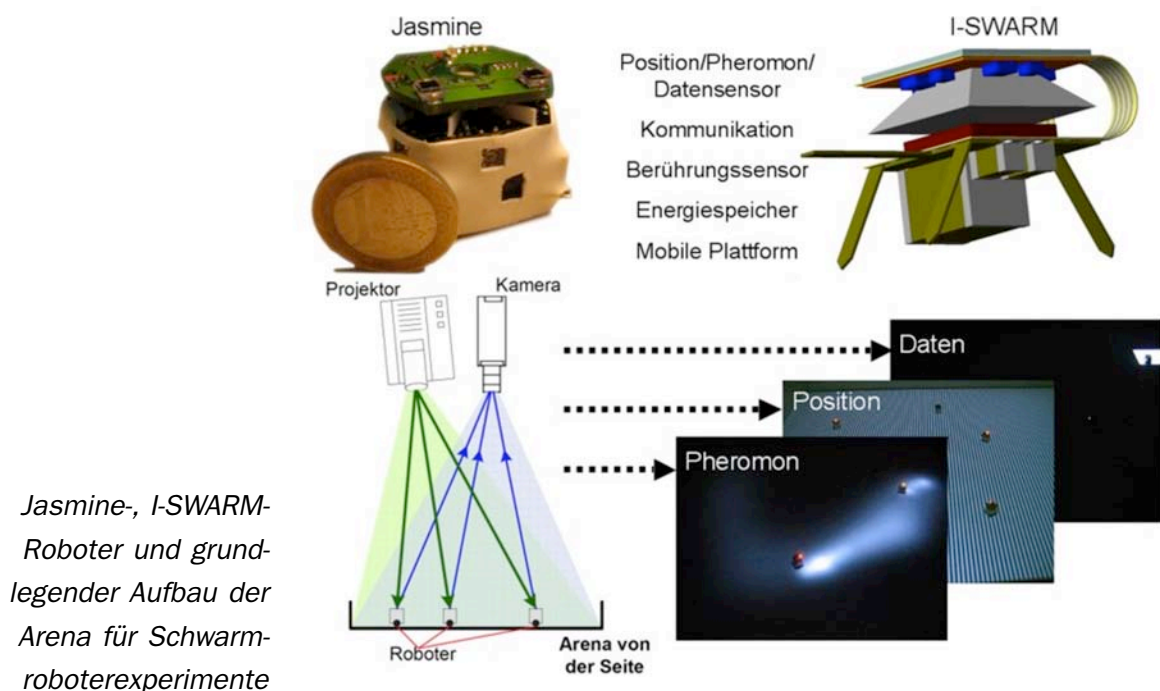
## I-SWARM

(R. Estaña, M. Szymanski, H. Wörn)

Ziel des EU-Projekts I-SWARM, das vom IPR der Universität Karlsruhe (TH) geleitet wird, ist es, Grundlagenforschung durchzuführen, um zum einen die Massenproduktion einfacher Mikroroboter zu ermöglichen, und zum anderen Schwarmeffekte erstmalig in der Robotik mit Schwärmen von bis zu 1000 Robotern nachzubilden und zu erforschen. Hierzu arbeiten Experten aus der Mikrorobotik, verteilten und adaptiven Systemen und selbstorganisierenden Schwarmsystemen in einem interdisziplinären Konsortium zusammen. Die I-SWARM Roboter werden mit einfacher, prärationaler onboard Intelligenz ausgestattet sein. Solche selbstorganisierenden Schwärme sollen dann autonom agieren können, beispielsweise in Inspektionsszenarien, in der Medizin, für Reinigungsaufgaben oder auch in der Mikromontage.

Im Jahr 2006 wurden das endgültige Design der Roboterhardware festgelegt, die Schnittstellen zwischen den einzelnen Hardwarekomponenten optimiert und die Integration der Software auf der I-SWARM Hardware vorangetrieben.

Weiterhin wurde ein Schwarm von ca. 200 Jasmine Robotern verwirklicht. Die 3 cm x 3 cm x 3 cm großen Jasmine Roboter wurden als Modell für die I-SWARM Roboter konzipiert und gebaut. Sie verfügen über omnidirektionale Infrarot-Kommunikation, welche auch zur Abstandsmessung benutzt wird. Am IPR wurde im Jahr 2006 für diese Roboter eine Arena für Schwarmexperimente aufgebaut, die im grundlegenden Aufbau der I-SWARM Arena entspricht. Die Arena ermöglicht den Robotern, mit einem eigens entwickelten Sensor ihre Position in der Arena zu berechnen, Daten an einzelnen Stellen zu empfangen und simulierte Pheromone abzugeben und zu erkennen. Hiermit konnte die für I-SWARM entwickelte Steuersoftware erfolgreich getestet werden.

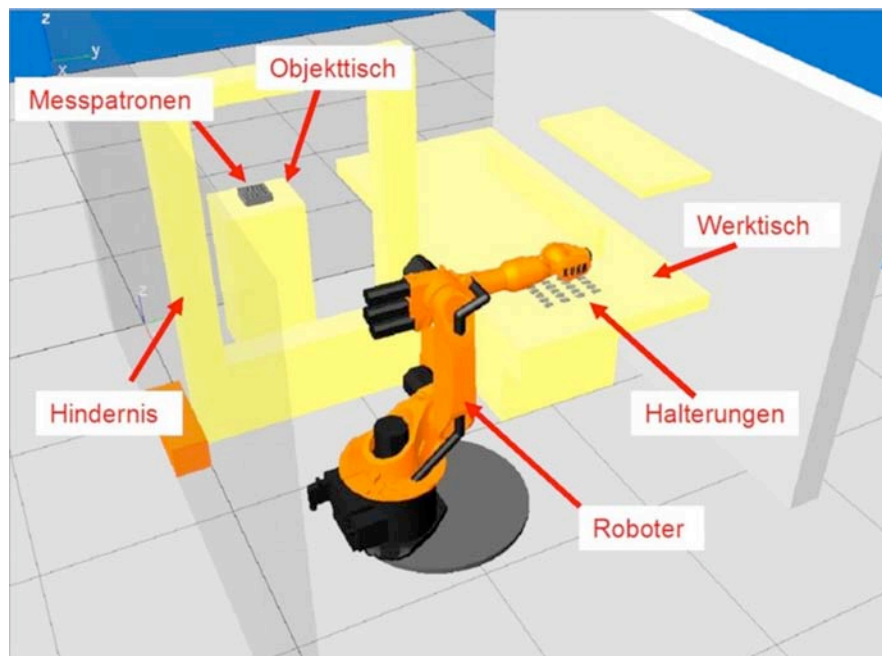


## Lynkeus

(R. Estaña, M. Gauß, H. Wörn)

Zielsetzung von Lynkeus ist die Entwicklung und Umsetzung mikrointegrierter 3D-Echtzeitkamarasysteme auf Basis von PMD-Technologie für die Umgebungserfassung, Handhabung und MRK.

Im Jahr 2006 wurden vom IPR gemeinsam mit den Partnern die Anforderungsapplikation für die PMD-Anwendung "Griff in die Kiste" und "Mensch-Roboter-Kooperation" spezifiziert. Dabei ist neben der direkten PMD-System- und Komponentenweiterentwicklung eine genaue Schnittstellendefinition und Modularisierung der notwendigen Hardwaresysteme für die langfristige Nutzung dieser Technologie notwendig. Hierfür wurden verschiedene Methoden für die Handhabung mittels PMD-Sensor entworfen. Ferner wurde eine allgemeine Sensorschnittstelle definiert. Darüber hinaus werden im Bereich der dynamischen 3D-Bildverarbeitungssoftware neben PMD Spezifika allgemein nutzbare, modularisierte Softwarekomponenten mit standardisierten Schnittstellen für generische Aufgaben beim 3D-Sehen erarbeitet, die als integraler Bestandteil dieses intelligenten Mikrosystems in Echtzeit agieren (teilweise als "Embedded Systems"). Im Projekt werden diese Entwicklungen anwendungsgetrieben definiert und optimiert, um die breite Umsetzbarkeit der Entwicklungen zu garantieren. Am Ende des Projektes stehen die entwickelten Technologien anhand von vier Demonstratoren, um die breiten Anwendungsperspektiven von PMD-basierten, intelligenten 3D-Echtzeitkamarasystemen zu dokumentieren.



*Gepannter Aufbau des Demonstrators für die PMD-sensorgestützte Applikation "Griff in die Kiste"*



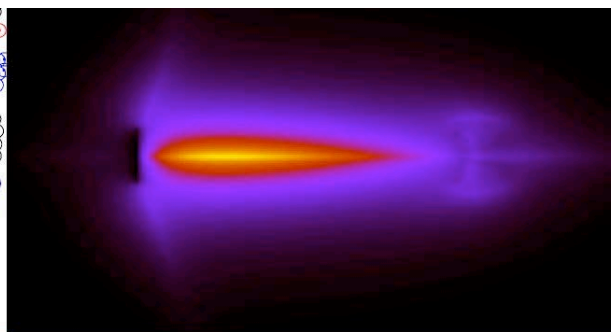
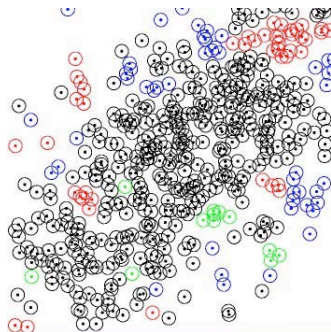
## Dezentrale Aufgabenbearbeitung mittels Kooperation und Interaktion (GK 1194)

(H. Hamann, H. Wörn)

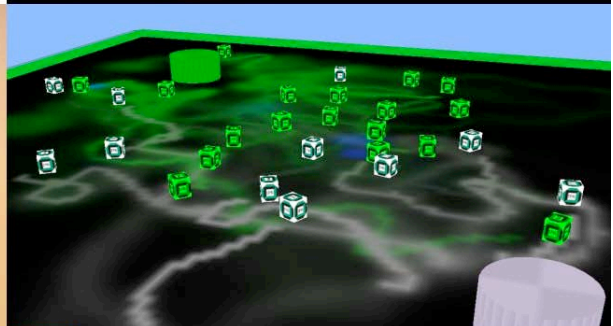
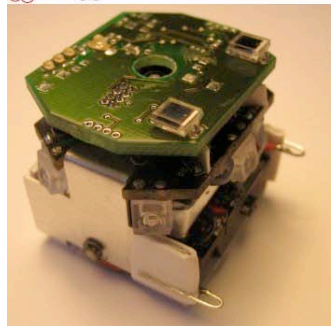
Im Teilprojekt I2 sollen Methoden zur Entwicklung von Selbstorganisation und Kooperation in Sensor-Aktor-Netzwerken gefunden und definiert werden. Dabei soll die Zuordnung von Aufgaben zu bestimmten Knoten aus der globalen Aufgabenstellung abgeleitet und durch kollektives Verhalten mit variablen Rollenverteilungen Emergenzphänomene nachgebildet werden. Das sich ergebende Gesamtverhalten soll bzgl. Robustheit, Skalierbarkeit und Effizienz untersucht werden.

Im Jahr 2006 wurde ein Ansatz zur modellgetriebenen Entwicklung von Schwarmverhalten definiert und bereits in einer ersten Fallstudie positiv auf Durchführbarkeit und Effizienz hin getestet. Zur Optimierung parametrisierter Steueralgorithmen wird eine Kaskade von abstrahierenden, makroskopischen Modellen, über mikroskopische Modelle und realitätsgetreue Simulationen, bis hin zur Implementierung in Hardware angewendet, die durch schrittweise absteigende Abstraktionsstufen die hohe Komplexität des Entwurfs des Gesamtsystems aufbricht. Neuartig ist die statistisch-physikalische Motivation eines analytischen, raumzeitlichen Modells höherer Abstraktionsstufe basierend auf der Fokker-Planck-Gleichung, das selbst die Darstellung direkter als auch indirekter Kommunikation im Netzwerk zulässt.

Oben: Cluster-Bildung im Netzwerk, eine Lösung der Fokker-Planck-Gleichung



Unten: Schwarmroboter Jasmine und Simulation mit künstlichen Pheromonen



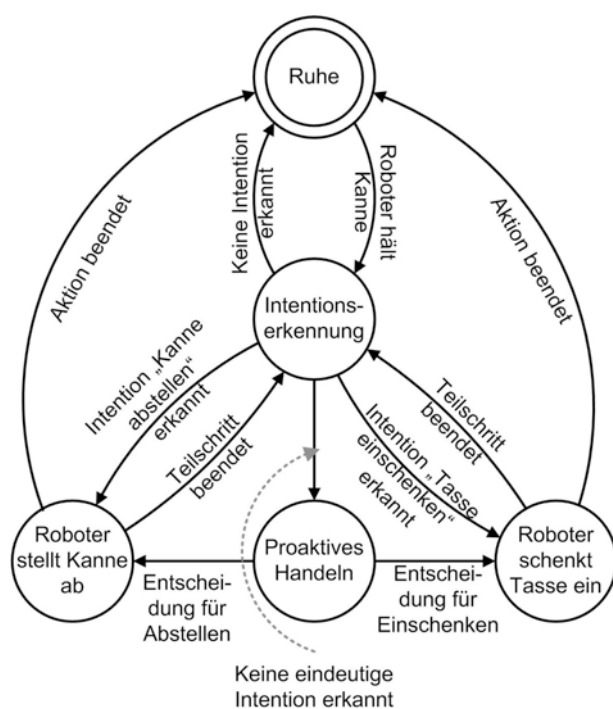
## Mensch-Roboter-Kooperation

(C. Burghart, A. Schmid, H. Wörn)

Ziel des Teilprojektes K2 innerhalb des SFB 588 ist es, Mechanismen zur Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) zu entwickeln und an konkreten Aufgaben mit dem IPR-Demonstrator zu verifizieren.

Im Jahre 2006 wurde im Rahmen der Intentionserkennung des Menschen und des korrespondierenden proaktiven Handelns des Roboters ein Modul für proaktives Handeln entworfen und implementiert. Das Modul benutzt die unscharfe Information über die Intention des Menschen als Eingangsdatum, um daraus durch eine Kombination verschiedener Aktionsselektionsstrategien eine passende Roboteraktion auszuwählen. Kommen dabei mehrere menschliche Intentionen als die tatsächliche Intention in Betracht, wählt der Roboter eine Aktion, die dann proaktiv ausgeführt wird, um gezielt die Unsicherheit bzgl. der menschlichen Intention zu eliminieren. Durch die Kombination aus Intentionserkennung des Menschen und proaktivem Handeln wird eine intuitive, non-verbale Mensch-Maschine Schnittstelle zur Verfügung gestellt.

In Zusammenarbeit mit dem SFB-Teilprojekt R3 wurde ein Konzept zum Greifen des Menschen erstellt. Das Konzept stellt vier Beispielszenarien vor, berücksichtigt notwendige Maßnahmen zur Sicherheit des Menschen, geht auf Akzeptanzbedingungen ein, die erfüllt werden müssen, und detailliert die verschiedenen Mensch-Maschine Interaktionstypen, die dabei zum Einsatz kommen. Schließlich erläutert das Konzept die Greifplanung und -ausführung sowie die benötigte Sensorik und Aktuatorik im Detail.



Zustandsautomat zur Demonstration des proaktiven Handelns

### Sensitive Haut und haptische Sensoren zur Unterstützung der sicheren Mensch-Maschine-Kooperation (SFB 588)

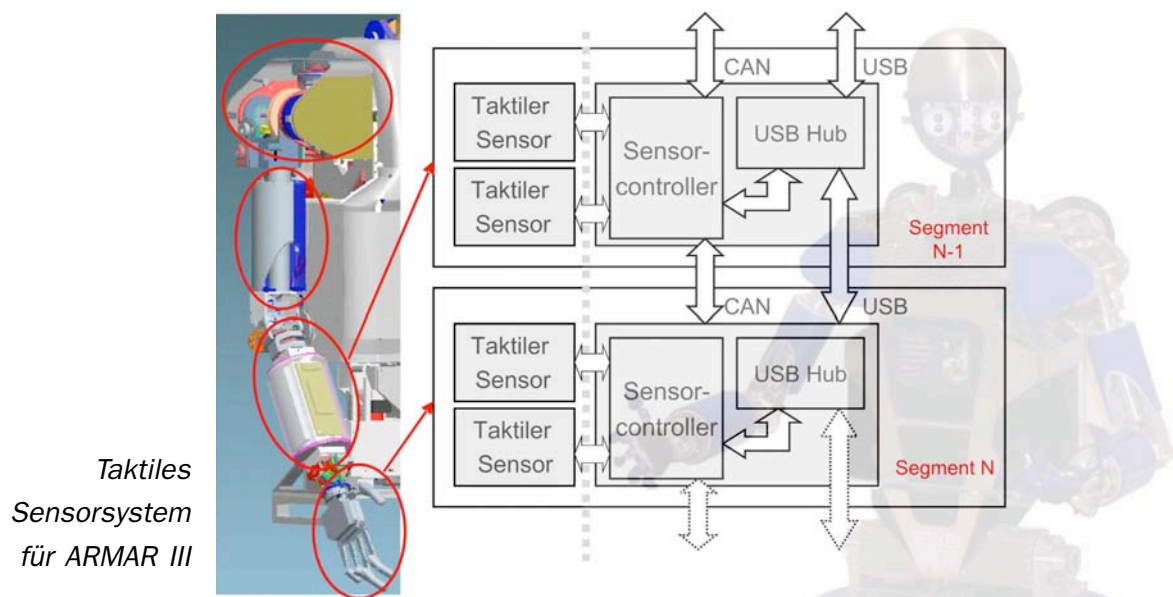
(D. Göger, H. Wörn)

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines multimodalen taktilen Sensorsystems für einen Roboter, das mechanische Kontakte des Roboters mit seiner Umwelt erkennt und somit eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation ermöglicht.

Im Jahre 2006 wurde das 2005 entwickelte Konzept zur Integration der taktilen Sensoren in den humanoiden Roboter ARMAR III umgesetzt. Hierzu wurde eine umfassende Kommunikationshardware entwickelt, die eine Datenübertragung der taktilen Sensoren zum einen unter Echtzeitbedingungen gewährleistet und zum anderen die komplette Bildinformation der taktilen Sensoren übertragen kann. Beim Entwurf der taktilen Sensoren wurde ein modulares Konzept verfolgt und ein Sensorsystem entwickelt, welches in gewissen Grenzen vor der Montage mechanisch in der Geometrie geändert werden kann. Dies führt zu einer enormen Verringerung der Kosten, sowie zu einer starken Erhöhung der Designflexibilität. Mit dem entwickelten Gesamtsystem wird Anfang 2007 der Roboter ARMAR III ausgestattet.

Mit diesem Hautsystem können die 2005 entwickelte Kontaktklassifikation auf Basis von selbstorganisierenden Karten (Kontakte Roboter-Umwelt) bzw. die 2006 entwickelte Kontaktklassifikation auf Basis eines Clusteranalyse-Verfahrens evaluiert werden.

Für die Hände des Roboters wurde ebenfalls ein Konzept zur Integration ortsauflösender taktiler Sensoren erstellt. Mit diesen wird der Roboter in der Lage sein, Gegenstände sicher zu greifen und zu explorieren.



### **Innovative, flexible Leichtbaugreifsysteme (SFB 588)**

*(N. Gorges, H. Wörn)*

Ziel des Projektes ist die Untersuchung anthropomorpher Roboterhände für humanoide Roboter im Rahmen des SFB 588. Zusammen mit dem Projektpartner vom FZK werden dabei am IPR insbesondere das Steuerungs- und das Greifplanungssystem der Hand erarbeitet. Im angestrebten Küchenszenario soll neben dem Greifen und der Handhabung von Alltagsgegenständen auch die intuitive Kommunikation und Kooperation mit dem Menschen untersucht werden.



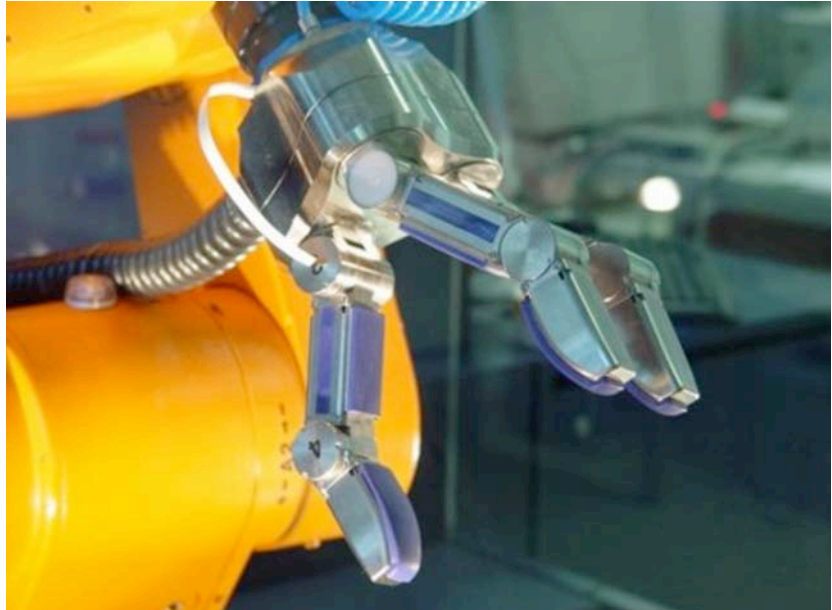
Vier Szenarien für eine eng verbundene Roboter-Mensch-Interaktion

Im Jahre 2006 wurden verschiedene Evaluationsszenarien untersucht und realisiert. Diese beinhalten das Greifen, das Ablegen und die taktile Exploration von Objekten sowie die Interaktion mit dem Menschen. Besonderes Augenmerk galt der Einbettung taktile Sensorik beim Greifvorgang. Dazu werden die taktilen Sensordaten mit Hilfe der resultierenden Kräfte und der Kontaktfläche ausgewertet, um so in Echtzeit Kontaktänderungen zu detektieren und somit ein reaktives Greifen zu realisieren. Auf höherer Ebene wird mit Hilfe eines Bildverarbeitungsansatzes ein taktiles Bild (Texel=Pixel) einem Strukturprimitiv wie z.B. einer Kante oder einer Ecke zugewiesen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung von Explorationsstrategien, bei denen unbekannte Objekte mittels taktile Sensorik exploriert werden. Außerdem wurde ein Konzept für eine eng verbundene Mensch-Roboter Interaktion entwickelt, bei der ein humanoider Roboter einen Menschen führen oder stützen sowie Aufmerksamkeit erregen oder vor Gefahren warnen soll.

### Die IPR-SCHUNK-Hand

(K. Weiß, H. Wörn)

Gemeinsam mit der Firma SCHUNK GmbH & Co KG, Lauffen, hat das IPR die weltweit erste industrietaugliche Mehrfingerhand entwickelt. Die Dreifingerhand verfügt über insgesamt sieben Freiheitsgrade und ist auf der Greifinnenfläche vollständig mit einer integrierten taktile Sensorik ausgestattet. Damit eignet sie sich für Applikationen, in denen Objekte mit nur teilweise bekannter oder veränderlicher Geometrie reaktiv gegriffen werden müssen, beispielsweise in der Servicerobotik oder bei der Kommissionierung von Lebensmitteln. Die taktile Sensorik ermöglicht eine ortsauflösende Erfassung des Kontaktkraftprofils mit einer hohen räumlichen Auflösung. Die Daten werden der Handsteuerung zur Verfügung gestellt, welche sowohl die Fingerposition auf Achsebene als auch die



*Prototyp der  
IPR-SCHUNK-Hand*

Online-Greifplanung realisiert. Anders als bei bisherigen Ansätzen ist die komplette Handsteuerung samt der notwendigen Leistungselektronik direkt im Handgehäuse integriert. Der hierzu notwendige hohe Miniaturisierungsgrad wird durch die Umsetzung als programmierbares System-on-Chip auf einem FPGA erreicht.

Der erste Prototyp der IPR-SCHUNK-Hand wurde im Mai 2006 auf der Messe Automatica in München erfolgreich dem interessierten Fachpublikum vorgestellt. Derzeit wird am Institut gemeinsam mit Schunk eine zweite Generation der Hand entwickelt, welche neben mechanischen Optimierungen auch ausgeklügelte Mechanismen zur Systemdiagnose im Feld enthalten wird.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches****Bücher und Buchbeiträge:**

**Burghart, C.:** Human-Robot-Cooperation. In: Guidance and Control of Autonomous Systems. Hrsg.: D. Söffker, W. Luther, E. Ahle. Berlin: Logos, 2006, S. 152-236

**Wörn, H.; Hein, B.:** Industrial Robots. In: Guidance and Control of Autonomous Systems. Hrsg.: D. Söffker, W. Luther, E. Ahle. Berlin: Logos, 2006, S. 62-127

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Burghart, C.; Gaertner, Ch.; Woern, H.:** Cooperative Solving of a Children's Jigsaw Puzzle between Human and Robot: First Results. In: Proceedings of the Twenty-First National Conference on Artificial Intelligence. AAAI-06, Boston, Massachusetts, 16.-20.07.2006. S. CD-ROM

**Burgner, J.; Kahrs, L.A.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** Evaluierung einer ultraschallbasierten Registrierung am Multimodal-Abdomen-Phantom. In: Proceedings der Gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik 2006 (ISSN 0939-4990). Hrsg.: Bössinger. Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (BMT 2006), Zürich, Schweiz, 06.-09.09.2006. Berlin: Walter de Gruyter, 2006, S. V210, 1-2

**Chen, S. J.; Wörn, H.; Zimmermann U. E.; Bischoff R.:** Gentle Robotic Handling - Adaptation of Gripper-Orientation To Minimize Undesired Shear Forces. In: Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation. ICRA 2006, Orlando, FL, USA, 15.-19.05.2006. S. DVD

**Gauss, M.; Dai, F; Som, F; Zimmermann, U. E.; Woern, H.:** A Standard Communication Interface for Industrial Robots and Processor Based Peripherals - XIRP. In: ISR-Robotik-2006, Konferenzband. Hrsg.: VDI. ISR-Robotik-2006, München, 15.-17.05.2006. S. CD-ROM

**Göger, D.; Weiß, K.; Dr.-Ing. Burghart, C.; Prof. Dr.-Ing. Wörn, H.:** Sensitive skin for a humanoid robot. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Human-Centered Robotic Systems 2006. Hrsg.: Technische Universität München. HCRS 2006, München, 06.-07.10.2006. S. 115-120

**Gorges, N.; Bierbaum, A.; Wörn, H.; Dillmann, R.:** Towards a comprehensive grasping system for Armar III. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Human-Centered Robotic Systems 2006. Hrsg.: Technische Universität München. HCRS 2006, München, 06.-07.10.2006. S. 57-62

**Hamann, H.; Wörn, H.:** An Analytical and Spatial Model of Foraging in a Swarm of Robots. In: Proceedings of the Second Swarm Robotics Workshop. Swarm Robotics Workshop, Rom, 30.09.-01.10.2006. Springer, 2007, (LNCS; 4433)

- Hein, B.; Wörn, H.:** Fast Hierarchical A\* Path Planning for Industrial Robots Based on Efficient Use of Distance Computations. In: Proceedings of the Joint Conference on Robotics. Hrsg.: VDI Wissensforum IWB GmbH. ISR 2006 - 37th International Symposium on Robotics and Robotik 2006, München, 15.-17.05.2006. S. CD-ROM, (3-18-091956-6)
- Kahrs, L.A.; Raczowsky, J.; Manner, J.; Fischer, A.; Wörn, H.:** Erweiterte Realität zur Unterstützung des Basketballspielers in Freiwurf-Situationen. In: Sport und Informatik IX (ISBN 3-8322-5197-9). Hrsg.: Jürgen Edelmann-Nusser, Kerstin Witte. 6. Workshop Sportinformatik, Magdeburg, 22.-24.06.2006. Aachen: Shaker Verlag, 2006, S. 145-150, (Sport und Informatik; 9)
- Kahrs, L.A.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** Aufbau eines miniaturisierten Laserprojektors für die Erweiterte Realität in der Chirurgie. In: Proceedings der Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik 2006 (ISSN 0939-4990). Hrsg.: Böisinger. Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (BMT 2006), Zürich, Schweiz, 06.-09.09.2006. Berlin: Walter de Gruyter, 2006, S. V207,1-2
- Mages, D.; Hein, B.; Wörn, H.:** A deterministic hierarchical local planner for probabilistic roadmap construction. In: Proceedings of the Joint Conference on Robotics. Hrsg.: VDI Wissensforum IWB GmbH. ISR 2006 - 37th International Symposium on Robotics and Robotik 2006, München, 15.-17.05.2006. S. CD-ROM, (3-18-091956-6)
- Peters, H.; Wörn, H.:** Instrumentenorientierte Systemarchitektur für Chirurgierobotersysteme. In: Tagungsband Automed - 6. Automed, Rostock-Warnemünde, 24.-25.03. 2006. S. 33-34, (ISBN 3-86009-296-0)
- Riechmann, M.; Kahrs, L. A.; Ulmer, C.; Raczowsky, J.; Lamadé, W.; Wörn, H.:** Visualisierungskonzept für die projektorbasierte Erweiterte Realität in der Leberchirurgie. In: Proceedings BMT 2006. BMT, Zürich, 06.-09.09.2006. S. V209,1-2
- Safronov, K.; Tchouchenkov, I.; Wörn, H.:** Combined Medical Image Registration Method using both Mutual and Gradient Information. In: Proceeding of the 8th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. CSIT 2006, Karlsruhe, 28.-29.09.2006. S. 7-10, (1)
- Salonia, M.; Hein, B.; Wörn, H.:** Fast approximated conversion of workspace distances into a free regions in configuration space of robots. In: Proceedings of the Joint Conference on Robotics. Hrsg.: VDI Wissensforum IWB GmbH. ISR 2006 - 37th International Symposium on Robotics and Robotik 2006, München, 15.-17.05.2006. S. CD-ROM, (3-18-091956-6)
- Schmid, A. J.; Gorges, N.; Woern, H.:** Towards tightly-coupled robot-human interaction. In: Proceedings of the Workshop VII - Physical Human-Robot Interaction in Anthropic Domains held in conjunction with the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS06). Peking, China, 9.-15.10.2006. S. CD-ROM

- Schmid, A. J.; Schrempf, O. C.; Hanebeck, U. D.; Woern, H.:** Towards Intuitive Human-Robot Cooperation. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Human-Centered Robotic Systems (HCRS). München, Deutschland, 6.-07.10.2006. S. 7-12
- Seyfried, J.; Szymanski, M.; Wörn, H.:** The I-SWARM Project. In: Proceedings. The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. Hrsg.: Dautenhahn, Kerstin. IEEE RO-MAN 2006, University of Hertfordshire, Hatfield, UK, 06.-08.09.2006. Piscataway, N.J., USA: IEEE, 2006, S. 492-496
- Straulino, A.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** Kraftbasierte Deformationsmodellierung von Knochenfragmenten zur automatischen Adaption der Form an ein Referenzobjekt innerhalb der Operationsplanung. In: Automed 2006 Tagungsband. Automed 2006, Rostock, 24.03.2006. S. 39-40
- Straulino, A.; Raczowsky, J.; Woern, H.:** Optimization of the tissue deformation process to support osteotomies considering a virtual reference bone. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery. Hrsg.: U. Lembke, K. Inamura, K. Doi, M. Vannier, A. Farmann. CARS 2006, Osaka, 06.06.2007. Springer, 2006, S. 425-426
- Szymanski, M.; Breitling, T.; Seyfried, J.; Wörn, H.:** Distributed Shortest-Path Finding by a Micro-robot Swarm. In: Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence. Hrsg.: Springer. 5th International Workshop on Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence, Brüssel, 06.09.2006. Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, S. 404-411, (Lecture Notes in Computer Science; 4150)
- Weiß, K.; Göger, D.; Wörn, H.:** Reactive Grasping in Industrial Automation. In: 37th International Symposium on Robotics ISR 2006 and 4th German Conference on Robotics Robotik 2006. ISR 2006, München 15.-17.05.2006, 15.-17.05.2006. S. CD-ROM
- Wenz, M.; Wörn, H.:** Automatic Configuration of the Dynamic Model for Common Industrial Robots. In: Tagungsband der GI Jahrestagung, GI-Edition Lecture Notes in Informatics (LNI). Hrsg.: Hochberger, C.; Liskowsky, R.; Dresden, 02.-06.10.2006. S. 137-144
- Wenz, M.; Wörn, H.:** Entwicklung einer selbstkonfigurierenden und selbstorganisierenden Bewegungssteuerung für Industrieroboter. In: Tagungsband SPS / IPC / Drives. Hrsg.: Brandenburg, G.; Schumacher, W.; Schraft, R.D.; Bender, K.; Nürnberg, 28.-30.11.2006. S. 619-627
- Wenz, M.; Wörn, H.:** Event-based Production Rules for Data Aggregation in Wireless Sensor Networks. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI'2006). Heidelberg, 03.-06.09.2006. S. 59-64
- Wenz, M.; Wörn, H.:** Rule based Generation of Motion Control Software for General Serial-Link Robot Manipulators. In: Proceedings of the 8th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT). Karlsruhe, 28.-29.09.2006. S. 16-21



**Zimmermann, U. E.; Chen, S. J.; Bischoff R.; Wörn H.:** Gentle Robotic Handling: A Comparison of Different Approaches for Shear Force Reduction. In: 37th Intern. Symposium on Robotics ISR 2006 and 4th German Conference on Robotics Robotik 2006. ISR 2006, Munich, Germany, 15.-17.05.2006. S. DVD

Throw Situations of Basketball Players with Augmented Reality. In: International Journal of Computer Science in Sport (ISSN 1684-4769), Vol. 5, Ed. 2, 2006, S. 72-75

**Wörn, H.:** Computer- and robot-aided head surgery. In: Medical Technologies in Neurosurgery Series: Acta Neurochirurgica Supplementum, Band 98, VIII, ISBN: 978-3-211-33302-0, 2006, S. 51-61

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Kahrs, L. A.; Raczowsky, J.; Manner, J.; Fischer, A.; Wörn, H.:** Supporting Free

**Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik**

**Forschungsbereich**

**Mikrorechnertechnologien für die Automatisierung**

Leiter:	Prof. Dr. U. Brinkschulte
Sekretärin:	G. Ansorge
Wiss. Mitarbeiter:	N. Bender (F), M. Nickschas (F), M. Pacher, Dr. F. Picioroaga (F), S. Schuster (F, ab 01.03.2006), A. von Renteln (F, ab 01.03.2006)
Stipendiatin:	Dr. A. Bechina (bis 01.03.2006)

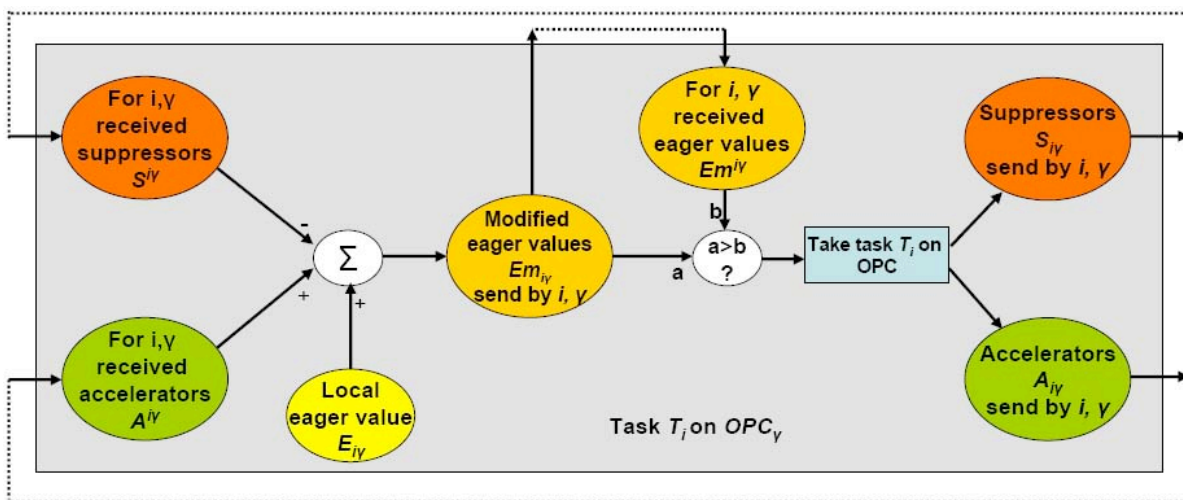
**Digital On-Demand Computing Organism for Real-Time Systems**

*(U. Brinkschulte, A. von Renteln)*

Das Projekt "Digital On-Demand Computing Organism for Real-Time Systems" (DodOrg) versucht diese Selbst-X-Eigenschaften in heutige Computersysteme (im konkreten Fall eine Robotersteuerung) einzubringen. Das Projekt DodOrg ist ein Gemeinschaftsprojekt des IPR-Brinkschulte, IPR-Wörn, ITIV-Becker, ITEK-Karl, ITEK-Henkel. Aufgeteilt ist das DodOrg-System in 3 Schichten, welche eng zusammen arbeiten. In der obersten Schicht, dem sogenannten "Brain Level", befindet sich die Applikation. Diese erstellt und gruppiert die einzelnen Rechenaufträge und liefert Zusatzinformationen über deren Zusammenspiel, deren Abhängigkeiten und deren Beschränkungen. Die mittlere Schicht, das so genannte "Organ Level", konfiguriert und verteilt die Aufgaben auf die einzelnen Prozessorelemente. Dabei beachtet es die Metainformationen, welche von der Applikation übergeben werden. Die unterste Schicht, das so genannte "Cell Level", stellt eine neue Art von Prozessorelementen zur Verfügung. Jeder Prozessor hat mehrere organische Prozessorelemente, welche verschiedenartig sind und zum Teil sogar rekonfiguriert werden können.

Die Forschungsgruppe am IPR Brinkschulte beschäftigt sich mit der mittleren Schicht. Es wurde ein organisches Middleware-Konzept entworfen, welches die Verteilung der Aufgaben vornimmt. Diese organische Middleware erfüllt Selbst-X-Eigenschaften, wie Selbst-Organisation, Selbst-Konfiguration und Selbst-Heilung unter Berücksichtigung von Echtzeit-Aspekten. Durch das in der Natur bei Säugetieren vorkommende Hormonsystem wurde die Middleware inspiriert. Das daraus resultierende künstliche Hormonsystem funktioniert vollständig dezentral. Es werden drei verschiedene Arten von Hormonen (Botschaften) verwendet: Eignungswert, Accelerator und Suppressor. Durch diese drei Hormone schafft es das System, die Aufgaben gemäß ihrer Eignung sowie dem aktuellen Systemzustand auf die Prozessorelemente zu verteilen und verwandte Rechenaufgaben auf benachbarte Prozessorelemente zu positionieren, um den Kommunikationsaufwand zu minimieren. Dadurch bilden sich Gruppen von zusammengehörigen Rechenaufgaben heraus, welche gemeinsam an einer (Teil-)Aufgabe arbeiten – so genannte "Organe".

Es wurden erste Simulationen durchgeführt, die viel versprechende Ergebnisse zeigen. Zusätzlich konnten in der Theorie Zeitschranken für die Selbst-Konfiguration und Selbst-Heilung nachgewiesen werden. Im folgenden Jahr sollen Regeln für das Verhalten des künstlichen Hormonssystems gefunden werden, um verlässliche Vorhersagen, z.B. über die Stabilität des Systems, treffen zu können.



## SELINA - Selbst-organisierende ad-hoc und Sensornetzwerke für industrielle und ubiquitäre Anwendungen

(U. Brinkschulte, F. Picioroaga)

Ad-hoc- und Sensornetzwerke sind ein stark aufkommendes Forschungsgebiet. Das Forschungsprojekt SELINA hat sich mit Grundlagenforschung auf diesem Gebiet mit Schwerpunkt Selbstorganisation befasst. Insgesamt waren sechs Arbeitsgruppen beteiligt: ITM Zitterbart, ITEC Hanebeck, ITIV Becker, ITIV Müller-Glaser, IPR Wörn und IPR Brinkschulte. Die Arbeitsgruppe des IPR Brinkschulte befasste sich mit Middleware-Architekturen und -Konzepten für solche Netzwerke. Im Rahmen des SELINA-Projektes

wurden zunächst mögliche Anwendungsszenarien bezüglich des Einsatzes von selbstorganisierenden drahtlosen Sensornetzwerken analysiert. Beispiele dafür sind die Messung der Verschmutzung in einem Fluss, flexible Fabrikautomation und Body Area Networks. Hieraus wurden die grundlegenden Anforderungen an die Middleware identifiziert.

Zum einen hat es sich herausgestellt, dass sogar eine modulare, flexible Mikrokern-Architektur, die mit Erfolg für eingebettete Systeme benutzt wurde, für die aktuellen drahtlosen Sensornetzwerke aufgrund der geringen Speicherkapazitäten nicht geeignet ist. Daher wurde eine Nanokern-Architektur vorgeschlagen. Die Idee dabei war, die Middleware-Architektur größtmöglich zu vereinfachen. Dazu gehört eine Beschränkung der Anzahl von Diensten auf einem Sensorknoten, eine Reduzierung des Kommunikationsmanagements zwischen den Diensten durch die Einführung einer zentralen Auftragsverteilung, sowie die Möglichkeit, die Nanokern-Architektur zur Laufzeit auf leistungsfähigen Knoten zu einer Mikrokern-Architektur zu erweitern.

Für die Selbst-Organisation der Sensorknoten wurde ein Algorithmus vorgeschlagen, der das Netzwerk dynamisch in Gruppen aufteilt. In jeder Gruppe wird ein Master gewählt. Dies geschieht basierend auf den Fähigkeiten der Sensorknoten, wie z.B. Diensten, verfügbarer CPU, RAM, etc. Die Master bauen unter sich wieder eine Hierarchie auf. Die leistungsfähigsten Master stehen in dieser Hierarchie an der Spitze. Der Algorithmus aktiviert sich periodisch entsprechend Topologieänderungen des Netzwerks.

### **CarSoC und CarISMA - Ein organisches Echtzeitsystem**

*(U. Brinkschulte, M. Nickschas)*

Verteilte, eingebettete Systeme gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Robustheit und Zuverlässigkeit. Zudem erfordern viele Anwendungen, beispielsweise in der Anlagensteuerung oder in der KFZ-Elektronik, Echtzeiteigenschaften. Um der ständig steigenden Komplexität solcher Systeme Herr zu werden, ist es wünschenswert, der Software sogenannte Selbst-X-Eigenschaften zu geben. Dazu gehören unter anderem die Selbstkonfiguration, die Selbstoptimierung, der Selbstschutz und die Selbstheilung eines Systems. Da solche Eigenschaften typischerweise in der Natur üblich sind, spricht man auch von Organic Computing. Zusammengefasst sollen organische Systeme in der Lage sein, sich ohne Zutun des Menschen an ihre Umgebung anzupassen, sich möglichst optimal zu verhalten und auf äußere Einflüsse selbstständig intelligent zu reagieren.

Das CarSoC-Projekt verfolgt die Entwicklung eines solchen Systems. In Kooperation mit der Universität Augsburg soll ein System-on-Chip mit Selbst-X-Eigenschaften entwickelt werden. Ein Netzwerk aus solchen Komponenten soll durch eine organische Middleware ergänzt werden, so dass eine robuste, selbstkonfigurierende Anwendungsumgebung für das verteilte System zur Verfügung gestellt wird. Dabei ist die Echtzeitfähigkeit des Gesamtsystems ein wichtiger Aspekt. Als Anwendungsszenario für CarSoC soll die Automobilelektronik dienen. Während die Entwicklung der einzelnen Knoten in Augsburg stattfindet, wird die Middleware (genannt CarISMA) an der Universität Karlsruhe konzi-

piert und implementiert. Im Berichtsjahr 2006 wurden zunächst grundlegende Architektur-entscheidungen getroffen; so wurde beispielsweise eine Schnittstellenarchitektur konzipiert. Die Hauptarbeit lag jedoch in der Entwicklung eines Konzeptes für die organischen Fähigkeiten der Middleware.

Unser Ansatz verwendet einen aus Multi-Agenten-Systemen bekannten auktionenbasierten Koordinationsmechanismus (Contract Net) für die Aufgabenverteilung auf die vorhandenen Knoten. Um die Eigenschaften eines Auktionsverfahrens sinnvoll nutzen zu können, sollen Ressourcen mit einer geeigneten Kostenstruktur versehen werden. Kombiniert man dies zusätzlich mit einem System aus Knoten- und Dienstfähigkeiten, kann man Selbstoptimierung, Selbstkonfiguration und Selbstheilung des Systems durch eine Variante des Contract Net-Verfahrens realisieren. Dabei sollen anwendungs- und hardware-spezifische Eigenschaften des Systems durch eine Zwischenschicht von der eigentlichen Middleware abstrahiert werden.

Im Jahr 2007 soll der Schwerpunkt des Projektes vor allem auf der praktischen Umsetzung des genannten Konzeptes liegen, so dass möglichst bald eine Implementierung vorliegt und evaluiert werden kann.

### **SIMON - Entwicklungsumgebung für sichere, sich selbst-organisierende Software mit mobilen Komponenten im Bereich der Fabrikautomation**

*(U. Brinkschulte, M. Pacher)*

Das SIMON-Projekt war ein Gemeinschaftsprojekt des IPR Brinkschulte, IPR Wörn und des ITM Zitterbart. Das Ziel des Projektes war es, die Ideen des Organic Computing einzusetzen, um die Softwareentwicklung von Anwendungen in der Fabrikautomation zu vereinfachen und somit auch die Bedienung durch den Anwender zu erleichtern. Als Demonstrator dienten Lego-Mindstorm-Roboter, die einfache Palettierungsaufträge durchführen sollten.

Dazu wurde die am IPR Brinkschulte entwickelte Middleware OSA+ um einen Autonomic Manager erweitert, der die organischen Konzepte implementiert. Im Berichtsjahr 2006 wurde das Konzept der Ausführungspfade und der Autonomic Manager weiterentwickelt. Die Ausführungspfade bestehen aus atomaren Aufträgen, welche sequentiell von einer Ressource ausgeführt werden müssen. Dazu werden Aufgaben eines Anwenders in Ausführungspfade zerlegt und von einem Autonomic Manager an die verschiedenen Dienste und Hardware-Ressourcen zugeordnet. Der Autonomic Manager wurde zentral implementiert, läuft jedoch auf jeder Hardware-Ressource. Durch ein Masterwahl-Verfahren wird der aktive Autonomic Manager bestimmt, der nun die Zuweisung der Ausführungspfade übernimmt.

Durch die Einführung des abstrakten Konzepts der Ausführungspfade wurde es der Middleware ermöglicht sehr komplexe Aufgaben auszuführen. Außerdem wurden bei der Implementierung der Zuweisung Eigenschaften wie Selbst-Konfiguration, Selbst-Heilung und Selbst-Optimierung berücksichtigt. Der Aspekt der Selbst-Heilung wurde insbesondere auch bei der Masterwahl berücksichtigt, so dass durch den Ausfall des aktiven Autonomic

Managers (nach einer kurzen Zeitspanne) ein anderer funktionsfähiger Autonomic Manager die Zuweisung der Ausführungspfade übernimmt.

### **Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" - Teilprojekt "Selbstorganisierende Middleware für Sensor-Aktor-Netzwerke"**

*(U. Brinkschulte, S. Schuster)*

Im Graduiertenkolleg 1194 arbeiten elf Graduierte an verschiedenen Instituten der Fakultät für Informatik und der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an grundlegenden Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit Sensor-Aktor-Netzwerken ergeben. Am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik wurde im Berichtsjahr 2006 untersucht, wie Anwendungen für Sensor-Aktor-Netzwerke realisiert werden können. Die beschränkten Ressourcen und die hohe Dynamik in Sensor-Aktor-Netzwerken machen eine Übertragung traditioneller Entwicklungstechniken, wie den Einsatz von Middleware, schwierig und rechtfertigen eine gesonderte Betrachtung.

Die Frage nach dem Wie der Softwareentwicklung lässt sich jedoch nicht unabhängig von konkreten Anwendungen beantworten. Eine mögliche Anwendungsdomäne sind ubiquitäre Anwendungen, bei denen Sensor-Aktor-Netzwerke den Menschen im täglichen Leben unterstützen und von Routinetätigkeiten entlasten – eine Domäne mit großem Potential und aus diesem Grund Mittelpunkt der Betrachtung.

Ein besonderes Merkmal dieser Anwendungen ist ein hohes Maß an Heterogenität innerhalb des Netzes, da dort sowohl spezielle Sensorknoten, aber auch andere Geräte, wie Computer, PDA oder vernetzte Haushaltsgeräte vorkommen können. Dazu stellt sich für den Entwickler einer Anwendung die Frage, wie er Software für ihm unbekannte Systeme entwickeln soll. Die Zielplattformen unterscheiden sich je nach Umgebung deutlich voneinander. Der klassische Ansatz in verteilten Systemen, mit diesem Problem umzugehen ist, die Unterschiede durch eine einheitliche Middleware "wegzuabstrahieren". Dieser Ansatz erlaubt es jedoch nur ein sehr geringes Maß an Abstraktion mit den eingeschränkten Ressourcen von Sensorknoten zu realisieren.

Daher wird am IPR untersucht, inwieweit modellgetriebene Verfahren zur Lösung dieser Probleme geeignet sind. Sie erlauben die Entwicklung von Anwendungen durch die Definition von Modellen unabhängig von einer konkreten Zielplattform und einer schrittweisen automatischen Transformation bis hin zur Generierung von Code. Ziel ist es dabei, möglichst viel Wissen über die Anwendungsdomäne in automatische Transformationen zu packen, die dann mehrfach ausgeführt werden, beispielsweise bei der Installation der Anwendung. Der Entwickler muss damit weniger Wissen hinzufügen und kann auf höherem Abstraktionsniveau produktiver Software entwickeln. Gleichzeitig können verschiedenste Zielplattformen unterstützt werden.

Das Jahr 2006 stand ganz im Zeichen der oben skizzierten Problemfindung und -definition und der Entwicklung von Lösungsansätzen. Erste konkrete Ergebnisse sind für das Jahr 2007 zu erwarten.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Becker, J.; Brändle, K.; Brinkschulte, U.; Henkel, J.; Karl, W.; Köster, T.; Wenz, M.; Wörn, H.:** Digital On-Demand Computing Organism for Real-Time Systems. In: Proceeding. ARCS 2006, Frankfurt/M., 16.03.2006. S. CD-ROM

**Brinkschulte, U.; Pacher, M.; Picioroaga, F.; Gaa, S.:** Evaluation of the Komodo Microcontroller and the OSA+ Middleware using an Autonomous Guided Vehicle. In: Proceeding. ISORC 2006, Gyeongju, Korea, 24.-26.04.2006. S. 550-557

**Brinkschulte, U.; von Renteln, A.; Pacher, M.:** A Scheduling Strategy for Real-Time Dependable Organic Middleware. In: Proceeding. SAMOS VI, Samos, Griechenland, 17.-20.07.2006. S. 339-348

**Pacher, M.; von Renteln, A.; Brinkschulte, U.:** Towards an Organic Middleware for Real-Time Applications. In: Proceeding. ISORC 2006, Gyeongju, Korea, 24.-26.04.2006. S. 400-407

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Brinkschulte, U.:** Scalable Online Feasibility Tests for Admission Control in a Java Real-Time System. In: Special Issue of Real-Time Systems Journal, Band 32/2006/, Heft , 2006, S. 175-195

## Institut für Telematik

Das Institut für Telematik befasst sich mit verschiedensten Aspekten der rechnergestützten Kommunikation. Das Spektrum der Forschungsarbeiten reicht von innovativen Netztechnologien und Protokollen bis hin zum Anwendungs- und Dienstmanagement. Dabei wird sowohl die klassische Telekommunikation als auch das Internet in Forschung und Lehre berücksichtigt.

Hohe Beachtung finden derzeit Themen im Bereich der Mobilkommunikation, beispielsweise zu mobilen Ad-hoc-Netzen und dem Mobilitätsmanagement zukünftiger Systeme der Mobilkommunikation, sowie Sensornetze. Eine Herausforderung stellen, nicht nur in der Mobilkommunikation, selbstorganisierende Kommunikationssysteme dar. Sie werden zur Zeit in mehreren Forschungsprojekten berücksichtigt, die sich etwa mit der detaillierten Analyse und Messung von Peer-to-Peer Netzen und Overlay-Netzen befassen. Ebenso wird der Einsatz solcher selbstorganisierender Netze im Rahmen der Internetökonomie für die Unterstützung elektronischer Märkte untersucht.

Die Integration immer kleinerer Geräte in Kommunikationsumgebungen ist ebenfalls Gegenstand mehrerer Forschungsprojekte. Ambient Technologies und ubiquitäre Informationstechnologien sowie die zunehmend populären Sensornetze seien in diesem Zusammenhang als Stichworte genannt. Auch Fragestellungen der Netzsicherheit werden hinsichtlich von Implementierungsaspekten, der Integration in Mobilkommunikation und mobilen Ad-hoc-Netzen sowie im Hinblick auf die Bereitstellung von PKI-Infrastrukturen untersucht. Darüber hinaus wird das Management von Technologien und Informationsdienstleistungen moderner Kommunikationsnetze thematisiert.

Auf Service-orientierte Architekturen konzentrieren sich die Arbeiten zu Konzepten und Techniken von Internet-Systemen und Web-Applikationen. Ein wichtiges in diesem Zusammenhang behandeltes Problem besteht darin, wie Web-basierte Anwendungen Geschäftsprozesse qualitätsgesichert unterstützen können. Im Rahmen des Web-Engineerings stehen systematische Ansätze zur Entwicklung und Evolution von Anwendungen im World Wide Web im Mittelpunkt.

Durch die Beteiligung an zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten schlägt das Institut für Telematik eine Brücke zwischen Grundlagen- und industrienaher Forschung.

### Kontakt

Prof. Dr. M. Zitterbart  
Tel. 608-6400  
zit@tm.uka.de  
(Sprecherin)

Prof. Dr. W. Juling  
Tel. 608-3158  
Juling@rz.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. S. Abeck  
Tel. 608-6391  
abeck@cm-tm.uka.de

Prof. Dr. H. Hartenstein  
Tel. 608-8104  
hannes.hartenstein@  
rz.uni-karlsruhe.de

**Institut für Telematik**

Leiterin:	Prof. Dr. M. Zitterbart
Sekretärin:	A. Natzberg
Wiss. Mitarbeiter:	I. Baumgart (F), P. Baumung (F), E.-O. Blaß (F), Dr. R. Bless, M. Conrad (F), M. Doll (F), T. Gamer (F), B. Heep (F, ab 01.02.2006), H.-J. Hof, B. Hurler, C. Hübsch (ab 16.10.2006), S. Krause (F), A. Kuntz (F, ab 01.04.2006), T. Küfner (F, bis 31.01.2006), S. Mies (ab 01.10.2006), M. Schöller (F, bis 30.06.2006), O. Stanze (F, bis 31.10.2006), S. Stefanov (F), L. Völker (F), Dr. O. Waldhorst (ab 01.09.2006), U. Walter
Verwaltungsangestellte:	D. Weber
Programmierer:	G. Mussnug
Techn. Mitarbeiter:	D. Meier, F. Winter
Stipendiaten:	C. Sorge, C. Vogt

**Forschungsbereich**

**Hochleistungs-  
kommunikation und  
Multimediale  
Anwendungen**

**Anomalie-basierte Angriffserkennung in Hochgeschwindigkeitsnetzen**

*(T. Gamer, M. Schöller)*

Durch seine hohe Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird das Internet heute häufig auch von Unternehmen zur Abwicklung von Geschäftsprozessen genutzt. Dadurch stellt das Internet allerdings auch eine kritische Infrastruktur dar, deren Funktion und Zuverlässigkeit geschützt werden müssen. Vor allem Distributed-Denial-of-Service-Angriffe (DDoS) und immer häufiger auftretende Würmer und Viren führen insbesondere bei Unternehmen zu hohen Kosten.

Am Institut für Telematik wurde daher ein mehrstufiges System zur Angriffserkennung entwickelt, welches Anomalie-basiert arbeitet und dadurch in der Lage ist, auch bisher unbekannte bzw. Protokoll-konforme Angriffe zu erkennen [GaSB06]. Des Weiteren wurde bei der Konzeption des Systems auf einen möglichst geringen Ressourcenverbrauch geachtet, um einen Einsatz auch im Inneren des Internets zu ermöglichen. Dies wird durch den hierarchischen Aufbau und die damit einhergehende schrittweise Verfeinerung der Angriffserkennung erreicht [GaSB06a].

Im Verlauf des Berichtsjahres wurde an unterschiedlichen Erweiterungen der Angriffserkennung, aber auch an weiteren mit diesem Themenkomplex eng verbundenen Fragestellungen gearbeitet. Beispiele hierfür sind die Erweiterung der Angriffserkennung um die



selbstständige Koordination mehrerer Detektionsinstanzen sowie die Realisierung der Erkennung von zeitlich überlagerten DDoS-Angriffen unter Berücksichtigung der Tatsache, dass im Netzinneren nur geringe Ressourcen zur Verfügung stehen. Des Weiteren wurde ein Tool zur datenschutzkonformen Anonymisierung von Netzverkehr entworfen, welches uns ermöglicht, realen Verkehr zur Evaluierung der Angriffserkennung aufzuzeichnen.

### **DSMC – Diffserv Multicast**

*(M. Doll)*

Im Rahmen des Projekts DSMC (Diffserv Multicast) wird eine dienstgütebehaftete Multicast-Unterstützung für das Internet konzipiert und evaluiert. Werden dienstgütebehaftete Datenströme durch Multicast dupliziert, ohne dass zuvor entsprechende Ressourcen reserviert wurden, kann es zum sogenannten NRS-Problem (Neglected Reservation Subtree) kommen. DSMC stellt eine einfache und skalierbare Signalisierung zur Vermeidung des NRS-Problems bereit, mit der eine derartige Duplizierung erkannt, Ressourcen reserviert und Router entsprechend konfiguriert werden können. DSMC wurde prototypisch für XORP (eXtensible Open Router Platform) unter FreeBSD implementiert, um die grundsätzliche Tragfähigkeit des Konzepts nachzuweisen. Eine Evaluierung zur Skalierbarkeit von DSMC ist derzeit in Arbeit.

### **Kontext-Management in Sensornetzen**

*(B. Hurler)*

Intelligente Sensoren werden durch den Verbund zu großen Sensornetzen zur Steuerung, Beobachtung oder Kontrolle von physikalischen Phänomenen oder Zuständen verwendet. Unterschiedlichste Anforderungen, wie z.B. energieeffiziente Langzeitmessungen oder spontane Reaktion auf Notfallsituationen, erfordern von Sensornetzen eine große Anpassbarkeit ihrer kommunikativen Fähigkeiten in Bezug auf Antwortzeiten, Energieeffizienz und Robustheit.

In diesem Projekt wurden die besonderen Eigenheiten und Anforderungen der oben beschriebenen Sensornetze untersucht. Spontane Forderungen nach einem Wechsel der Kommunikationseigenschaften, welche durch die verteilte Sensornetz-Anwendung signalisiert werden, sollen im Sensornetz verbreitet werden, um spezielle Eigenschaften wie kurze Antwortzeiten, Energieeffizienz oder robuste Datenweiterleitung zu etablieren. In Zusammenarbeit mit DoCoMo Communications Laboratories Europe GmbH wurde eine Modus-Architektur entwickelt, wobei einzelne Modus-Implementierungen spezielle Kommunikationseigenschaften im Sensornetz etablieren. Insbesondere wurden effiziente Protokolle für einen schnellen und konsistenten Wechsel zwischen verschiedenen Modi entwickelt, so dass verteilte Sensornetzanwendungen situationsabhängig den bevorzugten Kommunikationsmodus auswählen können.

## **Dienstorientierte und sichere Sensornetze**

*(E.-O. Blaß, H.-J. Hof, B. Hurler)*

Im Projekt "Sensornetze" werden Netze aus so genannten intelligenten Sensoren untersucht. Für Sensornetze in Bereichen wie Health Care oder intelligentes Büro wurde eine dienstorientierte Architektur entwickelt. Die Aufteilung von Sensornetzanwendungen in atomare Dienste ermöglicht deren flexible und dynamisch optimierte, verteilte Ausführung im Sensornetz. Ein vergleichbarer Ansatz für Anwendungsdaten erlaubt, atomare Ursprungsdaten zu abgeleiteten (z. B. aggregierenden) Datentypen zusammenzusetzen.

Um mit der daraus entstehenden Dynamik umgehen zu können, wurde ein Verfahren zum sicheren Auffinden von Diensten in Sensornetzen weiterentwickelt. Dieses Verfahren, Secure Content Addressable Networks (SCAN), setzt ein Overlay ein, um Dienstbeschreibungen verteilt in einem Sensornetz abzuspeichern. SCAN verwendet nur symmetrische kryptographische Verfahren. Insbesondere wurden zwei Schlüsselaustauschverfahren - Single Path Key Exchange und Multi Path Key Exchange - entwickelt, um sicher Nachrichten zwischen beliebigen Knoten des Overlay-Netzes austauschen zu können.

Weiterhin wurde untersucht, welche Auswirkungen sich durch Aggregation auf die Sicherheit von Datentransport in Sensornetzen ergeben. Aggregation stellt neue Herausforderungen z. B. an den Schlüsselaustausch [BIZi06] oder die Authentizität der Daten. In Gegenwart "korrumpierter" Sensorknoten können im Sensornetz Sicherheitsanforderungen nicht mehr klassisch garantiert werden, weil sich dafür notwendige Mechanismen nicht energieeffizient realisieren lassen. Statt dessen sind in Sensornetzen häufig nur noch Kompromisse zwischen abgeschwächter Sicherheit und Energieverbrauch möglich: Je sicherer Daten im Netz transportiert werden, desto mehr Energie ist dafür aufzuwenden [BIWZ06].

## **Effizienter Betrieb von NGNs**

*(U. Walter)*

Im Zuge von Forschungsarbeiten über moderne Next Generation Networks mit Unterstützung von Dienstgüte-Garantien wurden Konzepte und Mechanismen für deren robusten und effizienten Betrieb erarbeitet. Hierunter fiel auch die Entwicklung eines zentralen Netzmanagement-Knotens, dessen Funktionalität weiter ausgebaut und evaluiert wurde. In diesem Zusammenhang wurden unter anderem Konzepte für dessen Einsatzstrategie fortgeführt [WaZC06], sowie verschiedene Vorgehensweisen für den Netzausbau verglichen [ChWa06].

## **IP-Mobilitätsunterstützung auf Ende-zu-Ende-Basis**

*(C. Vogt)*

Wichtiges Ziel bei der Entwicklung des Internets der nächsten Generation ist der ubiquitäre Netzzugang unabhängig von Ort und Zeit. Getragen wird dieser Trend vor allem durch neue Anwendungen wie Internet-Telefonie, Video-Konferenzen und Multimedia-Streaming. Voraussetzung dabei ist, dass mobile Nutzer auch über Wechsel des Internet-

zugangs hinweg Dienste ohne Unterbrechung in Anspruch nehmen können. Standards zur Mobilitätsunterstützung existieren zwar, ihre Performanz ist allerdings unzureichend. In dem Projekt "IP-Mobilitätsunterstützung auf Ende-zu-Ende-Basis" des Instituts für Telematik werden die Standards daher weiterentwickelt und optimiert [ArVH06] [VoZi06]. Ziel ist eine effiziente und sichere Mobilitätsunterstützung ohne mobilitätsspezifische Unterstützung am Internetzugang.

Entworfen Protokollerweiterungen wurden implementiert und im Testbett des Instituts experimentell erprobt. Hierbei konnte gezeigt werden, dass sowohl Echtzeit-Anwendungen wie Internet-Telefonie als auch Dienste ohne Echtzeitanforderungen (bspw. Dateitransfers) profitieren. Teile dieser Arbeit wurden erfolgreich in die Standardisierung der Internet Engineering Task Force eingebracht [ArVH06][VoAr07].

## **Informationswirtschaft und Market Engineering**

*(C. Sorge)*

Die enge und fruchtbare Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Telematik und dem Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) im Rahmen des Graduiertenkollegs "Informationswirtschaft und Market Engineering" wurde auch im Jahr 2006 fortgesetzt.

Der Schwerpunkt der Arbeit lag dabei auf Problemen des Datenschutzes: Am Institut für Telematik wird ein selbstorganisierendes, Peer-to-Peer-basiertes Empfehlungssystem entwickelt, für dessen Funktionalität die Verarbeitung personenbezogener Daten unerlässlich ist. Damit sind für die Nutzer jedoch auch Risiken verbunden - gerade aufgrund des verteilten Charakters des Systems. Die Lösung dieser Probleme kann durch technische Maßnahmen alleine nicht gewährleistet werden. Daher wurde untersucht, wie Recht und Technik zusammenspielen können, um die bestehenden Anforderungen zu erfüllen.

Die Interdisziplinarität spiegelt sich auch in den 2006 erschienen Veröffentlichungen wider, die sich im Spektrum zwischen Informatik und Rechtswissenschaft bewegen; genannt seien insbesondere [SoZi06] und [SoDZ06].

## **MAMAS**

*(P. Baumung)*

Im innerhalb des DFG Schwerpunktprogramms 1140 geförderten Projekt MAMAS wird ein hoch-konfigurierbarer Gruppenkommunikationsdienst auf Basis von Endsystem-Multicast entwickelt. Dieser visiert besonders auf einen Einsatz in so genannten mobilen ad-hoc-Netzen, welche durch den spontanen Zusammenschluss drahtlos kommunizierender Endgeräte entstehen. In einem derartigen Umfeld ist beispielsweise die Unterstützung von Lerngruppen, Rettungsmannschaften aber auch von Spiele-Anwendungen anhand geeigneter Gruppenkommunikationsdienste denkbar.

Um gegenüber dieser Anwendungsvielfalt eine flexible Dienstkonfiguration zu erlauben, wurde in MAMAS eine modulare Architektur entwickelt, welche das dynamische Zusammensetzen des eigentlichen Kommunikationsdienstes anhand einzelner Protokollkomponenten erlaubt [Baum06]. Auf Basis dieser Architektur konnten unterschiedliche

Anwendungen entwickelt werden, darunter eine einfache eLearning-Suite. Diese besteht aus einer Präsentations-, einer Chat- und einer Voice-over-IP-Anwendung und bietet somit besonders für mobile Lerngruppen geeignete Kommunikationsmöglichkeiten. Darüber hinaus wurde in Kooperation mit der Universität Jena und der RWTH Aachen eine spezielle Software entwickelt, welche anhand flexibler semantischer Beschreibungen das Auffinden dedizierter Dienste in drahtlosen Umgebungen gestattet [BaPK06].

### **Quality-of-Service-Signalisierung**

*(R. Bless)*

Im Jahr 2006 wurden die Arbeiten zur Signalisierung von Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) in heterogenen Netzen (z.B. drahtlose und drahtgebundene Netze) fortgeführt. Ein Endsystem kann mittels Dienstgütesignalisierung bestimmte Dienstgütegarantien für Netzwerkdienste anfordern, wie sie z.B. für Internet-Telefonie mit garantierter Sprachqualität erforderlich sind [BHPZ06]. Das Institut trug zu den aktuellen Standardisierungsarbeiten im Internet für solche Signalisierungsprotokolle innerhalb der "Next Steps in Signaling"-Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force (IETF) wesentlich bei. Durch eine Evaluierung erster prototypischer Implementierungen der vorgeschlagenen Protokollstandards wurden diese aktiv mitgestaltet und verbessert. Dies betraf sowohl das Dienstgütesignalisierungsprotokoll QoS NSLP als auch das unterliegende Signalisierungstransportprotokoll GIST (General Internet Signaling Transport).

Im Berichtsjahr wurde auch erstmals ein NAT/Firewall-Signalisierungsprotokoll implementiert und evaluiert. Die Interoperabilität mit anderen existierenden Implementierungen wurde durch Teilnahme an einem Interoperabilitätstest in Portugal erfolgreich verifiziert. Des Weiteren wurden erste Vorschläge für eine Aggregation von QoS-Reservierungen zwischen Domänen im Internet formuliert [Bles06].

### **Routing und Sicherheit in WLAN Meshes**

*(T. Gamer)*

Der Einsatz drahtloser Kommunikation über IEEE 802.11-Netze hat sich in den zurückliegenden Jahren aufgrund der damit einhergehenden Flexibilität und Mobilität stark erhöht. Drahtlose Netze können dabei als Infrastrukturnetze eingesetzt werden, in denen sich mehrere Clients direkt mit einem Access Point verbinden, der einen drahtgebundenen Zugang zum Internet zur Verfügung stellt. Eine weitere Einsatzmöglichkeit bieten Ad-hoc-Netze, welche sich spontan bilden können und über keinerlei infrastrukturbasierte Komponenten verfügen. Das RoSe-Projekt läuft seit Mitte 2005 in Zusammenarbeit mit der Siemens AG und der TU München. Die Inhalte des Projekts sind eng an die Vorgaben der IEEE 802.11s Task Group angelehnt, die sich derzeit mit der Standardisierung von WLAN Meshes als Erweiterung des IEEE 802.11-Standards beschäftigt. Im bisherigen Verlauf des Projekts wurde ein neues Routingprotokoll für WLAN Meshes entworfen, welches proaktiv arbeitet und so genannte Link Layer Trigger nutzt, um schnell auf Änderungen im Netz reagieren zu können. In der ersten Jahreshälfte des Jahres 2006 konnte durch Implementierung

und anschließende Evaluierung des erarbeiteten Routingprotokolls nachgewiesen werden, dass dessen Eigenschaften die Nutzung von Echtzeitanwendungen wie Voice-over-IP auch in drahtlosen WLAN Meshes ermöglichen.

Die zweite Jahreshälfte widmete sich dem Thema Sicherheit in WLAN Meshes. Hierbei wurde vorrangig die Integration von bestehenden Sicherheitsmechanismen, wie z.B. die im Standard IEEE 802.11i vorgeschlagenen, in WLAN Meshes betrachtet. Außerdem wurde ein Verfahren entworfen, welches das Sicherheitsniveau eines WLAN Meshes durch Einführung eines Vertrauensmodells und einer damit verbundenen Differenzierung von Knoten anhebt.

### **SESAM - Spontaneität und Selbstorganisation in liberalisierten und harmonisierten Märkten**

*(M. Conrad, M. Schöller, O. Waldhorst)*

Im Rahmen des SESAM-Projektes wird ein visionäres Energiesystem betrachtet, in dem neben Großkraftwerken auch viele kleine Anlagen zur Stromerzeugung (Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen etc.) existieren. Alle Stromkunden verfügen über intelligente Energiemanagementsysteme, die in Abhängigkeit aktueller Strompreise den elektrischen Verbrauch planen und schließlich die benötigte bzw. überschüssige elektrische Energie am Markt beschaffen bzw. verkaufen. In SESAM wird eine Internet-basierte offene, verteilte Plattform für die Vernetzung von dezentralen Anlagen zu einem virtuellen Kraftwerk entwickelt, wobei auf technischer Basis ökonomische und rechtliche Konzepte integriert werden. Am Institut für Telematik werden vor allem die Problemstellung der Authentifizierung und des Aufbaus von Vertrauensverhältnissen in verteilten Märkten mit tausenden von Marktteilnehmern untersucht. Zur Bildung von Vertrauensverhältnissen wurden dabei zusätzlich zu Vertrauensaussagen über Marktteilnehmer auch Bewertungsaussagen für die Abwicklung jeder abgeschlossenen Transaktion verwendet. Zur Speicherung von

3

*Die bisherigen Ergebnisse des Projekts SESAM konnten im März 2006 auf der CeBIT am Stand des BMBF präsentiert werden.*



Vertrauensaussagen wurde weiterhin ein verteilter Verzeichnisdienst entworfen, implementiert und in das SESAM-Basissystem integriert. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Erstellung von verteilten und qualifizierten elektronischen Signaturen.

### **ScaleNet - Das Netz der Zukunft**

*(I. Baumgart, B. Heep, S. Krause)*

Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt ScaleNet[SXWB+06] verfolgt das Institut für Telematik zusammen mit Partnern aus der Industrie das Ziel, Systemkonzepte für Kommunikationsnetze der nächsten Generation zu entwerfen. Der Fokus des am Institut bearbeiteten Teilprojektes liegt in der Entwicklung von Overlaytechnologien für die kostengünstige und flexible Einführung neuartiger Dienste. Besonders betrachtet werden die Szenarien "Dezentrales Voice over IP" und "P2P-Technologien für Massively Multiplayer Online Games". Insbesondere das VoIP-Szenario zeichnet sich durch hohe Sicherheitsanforderungen aus. Deshalb wurden verschiedene Overlaystrukturen auf ihre Sicherheit überprüft und für einige Protokolle Sicherheitserweiterungen entwickelt. Bei Multiplayer Online Gaming steht hingegen eine möglichst latenzminimale Übertragung der Daten im Vordergrund, um eine rechtzeitige Verteilung der Ereignisnachrichten an alle Spieler zu garantieren. Hierzu wurden verschiedene Protokolle auf ihren Latenzoverhead in einem Spieleszenario evaluiert.

Um die Implementierung und Evaluierung neuer Overlayprotokolle zu vereinfachen, wurde im Rahmen des Projektes das Overlaysimulationsrahmenwerk OverSim entwickelt. OverSim verbindet eine besonders gute Skalierbarkeit mit einer großen Flexibilität und Erweiterbarkeit. So ist OverSim nicht nur in klassischen Aufgabenfeldern wie dem schnellen Simulieren großer Overlaynetze einsetzbar, sondern kann dank seines modularen Aufbaus beispielsweise auch in der Emulation einzelner Overlayknoten mit Anbindung an reelle Netze verwendet werden. OverSim wurde auf <http://www.oversim.org/> veröffentlicht.

### **Selbstorganisierende Ad-hoc und Sensornetzwerke für industrielle und ubiquitäre Anwendungen (SELINA)**

*(E.-O. Blaß, H.-J. Hof, O. Stanze, L. Völker)*

Im Rahmen des SELINA-Projekts wurde eine allgemeine Schichtenarchitektur für Sensornetze entworfen und verschiedene Szenarien für den Einsatz von Sensornetzen betrachtet: so z.B. Schadstoffüberwachung in einem Gewässer durch schwimmende Sensoren. Auf Basis der Szenarien wurde die Eignung verschiedener Routing-Protokolle analysiert und ein für diese Einsatzzwecke geeignetes, hierarchisches Routing-Protokoll vorgeschlagen. Für ein Szenario mit kooperativen, sensorgestützten Fahrzeugen zur Gebäudereinigung wurde ein Planungs- und Reservierungsverfahren für gemeinsam genutzte Ressourcen entworfen. Dazu wurde ein auf "Scoped" Multicast und Broadcast basierendes Verfahren entwickelt, um Knoten in unmittelbarer Nähe über die Nutzung von geteilten Ressourcen in Kenntnis zu setzen. Weiterhin wurde ein Kommunikationsschema entwickelt, um robust aber dennoch effizient Daten zu übertragen. Hierzu wurde ein Protokoll entworfen, das auf

der Schätzung oder Vorhersage von Messdaten auf der Seite des Aggregationsknotens basiert. Da der Austausch von Schlüsseln eine zwingend notwendige Voraussetzung für eine sichere Kommunikation darstellt, wurden im Rahmen des Projektes weiterhin verschiedene Schlüsselaustauschverfahren auf ihre Eignung bzgl. Effizienz und Sicherheit untersucht.

### **Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke**

*(A. Kuntz)*

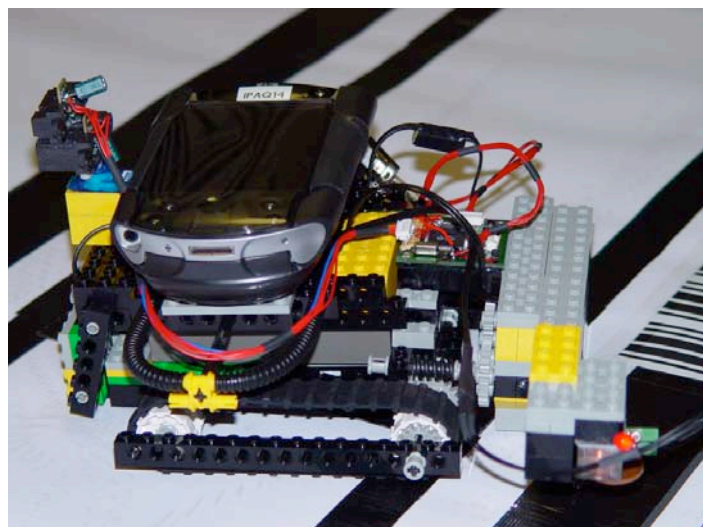
Im Rahmen des Graduiertenkollegs werden grundlegende Fragestellungen im Bereich der Sensor-Aktor-Netzwerke untersucht. Dabei wird das gesamte Spektrum von der Kommunikation über die Informationsverarbeitung bis hin zur Hardware/Software-Systemintegration betrachtet. Im Zentrum des Forschungsprogramms steht eine übergreifende Herangehensweise an die unterschiedlichen Herausforderungen für die Architektur von Sensor-Aktor-Netzwerken, deren effizienten Betrieb und die gemeinsame Entwicklung systematischer Vorgehens- und Referenzmodelle.

Das ITM beschäftigt sich dabei mit der Fragestellung, wie einzelne Netzwerkknoten inhaltsbezogen ohne die Möglichkeit einer eindeutigen globalen Identifizierung adressiert werden können, um gewünschte Informationen zu erhalten und gleichzeitig Privatheit zu gewährleisten. Dadurch schlägt das Teilprojekt eine Brücke über die beiden Hauptgebiete Kommunikation und Informationsverarbeitung und betont den interdisziplinären Charakter des Graduiertenkollegs.

### **Sichere, selbst organisierende Software im Bereich Fabrikautomation (SIMON)**

*(L. Völker)*

Im Rahmen des SIMON-Projekts wurden am Institut für Telematik die Sicherheit von selbstorganisierender Software untersucht und geeignete Sicherheitsverfahren entworfen. Als Grundlage für spätere Entscheidungen und die Erkennung von Angriffen wurde zuerst ein Monitoringsystem für auftretende Daten und Ereignisse entwickelt. Dieses zeichnet sich



*Der SIMON-Projekt-demonstrator*

dadurch aus, dass es für die drahtlose Kommunikation und den verteilten Charakter des Anwendungsszenarios besonders geeignet ist. Allerdings basieren nicht alle Angriffserkennung auf Daten des Monitoringverfahrens, vielmehr existiert auch anomaliebasierte Angriffserkennung für Routingprotokolle. Zusätzlich wurden neue Verfahren entwickelt, die Anwendungen ermöglichen, ihre Sicherheitsanforderungen zu signalisieren und somit die automatische Konfiguration der im System vorhandenen Sicherheitsverfahren ermöglichen. Weiterhin hat das Institut für Telematik Software für die Kommunikation zwischen den beteiligten Knoten, die Routenplanung und die Steuerung der Knoten konzipiert und implementiert. Der Demonstrator wurde bereits mehrfach erfolgreich vorgeführt. Zum Ende des Jahres 2006 wurde das Projekt abgeschlossen.

### **SpoVNet – Spontane Virtuelle Netze**

*(R. Bless, C. Hübsch, S. Mies, O. Waldhorst)*

Die heutige Kommunikationslandschaft ist geprägt durch eine Vielzahl unterschiedlicher Zugangstechniken, die zumeist über ein IP-basiertes Kernnetz verbunden sind. Ziel von SpoVNet ist die spontane Bereitstellung anwendungs- und netzorientierter Dienste in diesen heterogenen Kommunikationssystemen. Insbesondere muss die für einen Dienst erforderliche Dienstgüte, Mobilitätsunterstützung und effektive Adaptivität erbracht werden. Zu den Anwendungszenarien zählen unter anderem Echtzeit-Spiele und Video-Konferenzen. Beteiligte Universitäten sind Karlsruhe, Mannheim, Stuttgart und Tübingen. Das ITM Karlsruhe befasst sich mit dem Teilprojekt der Multicast- und Multipeer-Overlay-Netze, in dem die Findung von effizienten Verteilstrukturen und Mechanismen für deren Wartung im Mittelpunkt stehen. Des Weiteren liegt die Projektkoordination im Aufgabenbereich des ITM.

### **WIGWAM: Handovermanagement in Mobilfunknetzen der 4. Generation**

*(I. Baumgart, B. Heep, O. Stanze)*

Im Forschungsprojekt WIGWAM hat das ITM gemeinsam mit der Alcatel SEL AG verschiedene Ansätze für ein Handovermanagement in Netzen der Zukunft simulativ evaluiert. Dieses Jahr wurden zunächst verschiedene Signalisierungsoptimierungen hinsichtlich der 3GPP Long Term Evolution (LTE) in einen Simulator integriert, um deren Einfluss auf Handoverlatenzen und Paketverluste zu evaluieren. Dies umfasste Mechanismen zur Handovervorbereitung, Bicasting und variable Datenpuffer bei Sende- und Empfangsstationen. Es zeigte sich, dass durch Kombinationen dieser Optimierungen verlustfreie Handover mit geringen Paketverzögerungen möglich sind.

Das Projekt abschließend wurde der Einsatz von Mobile IPv6 (MIPv6) in heterogenen Zugangsnetzen evaluiert. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen waren intertechnologie Handover mit User-Terminals, die mit mehreren Netzwerkschnittstellen ausgestattet sind. Make-Before-Break (MBB) – ein Ansatz, der auf gleichzeitiger Verbindung mit mehreren Netzwerkzugangspunkten basiert – wurde dafür genauer betrachtet.



## **ZeuS: Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen**

*(E.-O. Blaß)*

Seit Mitte des Jahres 2006 untersucht das Forschungsvorhaben "Zeus" im Rahmen der Förderinitiative BW-FIT Sicherheits- und Zuverlässigkeitsaspekte in drahtlosen Sensornetzen. Im Mittelpunkt der Forschung der Gruppe von Frau Prof. Zitterbart steht dabei die Frage, inwieweit sich klassische Sicherheitsanforderungen an Kommunikationssysteme auch in Sensornetzen realisieren lassen.

Ein erstes Ergebnis ist, dass sich z.B. Authentizität oder Genauigkeit nicht wie bisher als binäre "ja/nein" Entscheidung, entweder authentisch oder nicht, realisieren lassen: Die dafür notwendigen Protokollmechanismen sind für die ressourcenbeschränkten Sensoren häufig zu aufwendig. Vor diesem Hintergrund lassen sich in Sensornetzen eher nur Sicherheitskompromisse finden. Sicherheit und Zuverlässigkeit kann im Sensornetz beispielsweise nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit garantiert werden, so genannter probabilistisch relaxierter Sicherheit in Gegenwart einer maximalen Anzahl "korrumpierter" Knoten [BIWZ06]. Der Benutzer kann selbst einen Kompromiss zwischen gewünschtem Sicherheitsniveau und der dafür aufzuwendenden Energie bestimmen [BITZ06]. Je sicherer und zuverlässiger Daten im Sensornetz transportiert werden sollen, desto mehr Energie ist dafür aufzuwenden.

## **Übergreifende QoS- und AAA-Steuerung für Netze der nächsten Generation**

*(R. Bless, S. Stefanov)*

Für die Deutsche Telekom wird im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts ScaleNet eine IP-basierte Steuerung der Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) in heterogenen Netzen in Verbindung mit technologie- und netzübergreifender Authentisierung, Autorisierung und Accounting (AAA) analysiert, konzipiert und evaluiert. Hauptziel dieses Projekts ist es, geeignete Funktionalitäten in heterogenen Netzen bereitzustellen, um Ende-zu-Ende-Dienstgütegarantien zu ermöglichen. Da die Nutzung QoS-basierter Dienste zudem sicher abgerechnet werden soll, müssen AAA-Mechanismen in das Konzept integriert werden.

Im Jahr 2006 wurden verschiedene Architekturentwürfe für QoS- und AAA-Unterstützung untersucht und diskutiert. Dabei wurde das IP Multimedia Subsystem (IMS) berücksichtigt, das sowohl der Next Generation Network (NGN) Architektur der ITU-T als auch der ScaleNet-Gesamtarchitektur zugrunde liegt. Zur anwendungsunabhängigen und bedarfsgesteuerten Anforderung von Ende-zu-Ende-Dienstgüte wurde eine Signalisierung basierend auf dem Ansatz der "Next Steps In Signalling" (NSIS) Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force integriert. Um IMS mit NSIS-Funktionalität ergänzen zu können, wurden Vorschläge zur Integration beider Architekturen erarbeitet.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches****Bücher und Buchbeiträge:**

**Sorge, C.; Dreier, Th.; Zitterbart, M.:** Trust and the Law. In: Information Management and Market Engineering. Hrsg.: Dreier, Th.; Studer, R.; Weinhardt, C., Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2006, S. 45-56, (On eOrganisation and Market Engineering; 4), [SoDZ06]

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Sorge, C.; Zitterbart, M.:** A reputation-based system for confidentiality modeling in Peer-to-Peer Networks. In: Trust Management: 4th International Conference. Hrsg.: Ketil Stølen, William H. Winsborough, Fabio Martinelli, Fabio Massacci. iTrust 2006, Pisa, Italy, 16.-19.05.2006. Springer-Verlag, 2006, S. 367-381 [SoZi06]

**Blass, E.-O.; Wilke, J.; Zitterbart, M.:** A Security-Energy Trade-Off for Authentic Aggregation in Sensor Networks. In: IEEE Conference on Sensor, Mesh, and Ad Hoc Communications and Networks. SECON, Washington D.C., USA, 25.-28.09.2006. S. 135-137, [BIWZ06]

**Blaß, E.-O.; Tiede, L.; Zitterbart, M.:** An Energy-Efficient and Reliable Mechanism for Data Transport in Wireless Sensor Networks. In: Proceedings of International Conference on Networked Sensing Systems. Chicago, USA, 31.05.-02.06.2006. S. 211-216, [BITZ06]

**Blaß, E.-O.; Zitterbart, M.:** An Efficient Key Establishment Scheme for Secure Aggregating Sensor Networks. In: ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security. Taipei, Taiwan, 21.-24.03.2006. S. 303-310, [BIZi06]

**Charzinski, J.; Walter, U.:** Optimized Incremental Network Planning. In: Proceedings of the 13th GI/ITG Conference on Measuring, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems. Nürnberg, Germany, 27.-29.03.2006. VDE Verlag, 2006, S. 349-362, [ChWa06]

**Baumung, P.; Penz, S.; Klein, M.:** P2P-Based Semantic Service Management in Mobile Ad-hoc-Networks. In: Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data Management. MDM 2006, Nara, Japan, 09.-11.05.2006. S. CD-ROM, [BaPK06]

**Baumung, P.:** On the Modular Composition of Scalable Application-Layer Multicast Services for Mobile Ad-hoc Networks. In: Proceedings of the 2006 International Workshop on Wireless Ad-hoc and Sensor Networks. IWWAN 2006, New York, USA, 27.-29.06.2006. S. CD-ROM, [Baum06]

**Bless, R.; Hillebrand, J.; Prehofer, C.; Zitterbart, M.:** Quality-of-Service Architecture supporting Anticipated Handovers in IP-based Mobile Networks. In: Proceedings of WPMC 2006. San Diego, CA, USA, 17.-20.09.2006. S. CD-ROM, [BHPZ06]

**Gamer, T.; Schöller, M.; Bless, R.:** A Granularity-adaptive System for in-Network Attack Detection. In: Proceedings of the IEEE/IST Workshop on Monitoring, Attack Detection and Mitigation 2006. Tübingen, Germany, 28.-29.09.2006. S. 47-50, [GaSB06a]

**Gamer, T.; Schöller, M.; Bless, R.:** An extensible and flexible System for Network Anomaly Detection. In: Proceedings of Autonomic Networking 2006. IFIP TC6, Paris, France, 27.-29.09.2006. S. 97-108, [GaSB06]

**Walter, U.; Zitterbart, M.; Charzinski, J.:** Flexible strategy configuration for efficient operation of a next generation network. In: 10th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium. Vancouver, Canada, 3.-07.04.2006. S. 1-4, [WaZC06]

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Eßer, A.; Raabe, O.; Rolli, D.; Schöller, M.:** Eine sichere verteilte Marktplattform für zukunftsfähige Energiesysteme. In: it- Information Technology, Vol. 4, 2006, S. 187-192, [ERRS06]

**Vogt, C.; Zitterbart, M.:** Efficient and Scalable, End-to-End Mobility Support for Reactive and Proactive Handoffs in IPv6. In: IEEE Communications Magazine, Vol. 44 (6), 2006, S. 74-82, [VoZi06]

**Rolli, D.; Conrad, M.; Neumann, D.; Sorge, C.:** Distributed Ascending Proxy Auction: A Cryptographic Approach. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 48, Heft 1, 2006, S. 7-15, [RCNS06]

**Siebert, M.; Xu, B.; Weis, E.; Bayer, B.; Sivchenki, D.; Banniza, T.; Wünstel, K.; Wahl, S.; Sigle, R.; Keller, R.; Dekorsy, A.; Bauer, M.; Soellner, M.; Eichinger, J.; Gan, C.; Pittmann, F.; Kühne, R.; Schläger, M.; Baumgart, L.; Bless, R.; Stefanov, S.:** ScaleNet - Converged Networks of the Future. In: it - Information Technology, Themenheft "IP basierte mobile Systeme", Vol. 5, 2006, S. 253-263, [SXWB+06]

**Stanze, O.; Aust, S.; Bayer, N.; Gerharz, M.; Lamparter, B.; Weiß, E.; Weniger, K.; Westhoff, D.; Zitterbart, M.:** Routing and Self-organization in IP based wireless access networks. In: it - Information Technology, Vol. 5, Themenheft "IP basierte mobile Systeme", 2006, S. 287-293, [SABG+06]

#### **Standardisierungsdokumente:**

**Arkko, J.; Vogt, C.; Haddad, W.:** Enhanced Route Optimization for Mobile IPv6. IETF, Arbeitsdokument der IETF, 2006, [ArVH06]

**Bless, R.:** Inter-Domain Reservation Aggregation for QoS NSLP. IETF, Internet-Draft, Nr. draft-bleess-nsis-resv-aggr-00, 2006 [Bles06]

**Vogt, C.; Arkko, J.:** Taxonomy and Analysis of Enhancements to Mobile IPv6 Route Optimization. IETF, RFC 4651, 2007, [VoAr07]

**Institut für Telematik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Wiss. Assistent:	Dr. M. Gaedke
Wiss. Mitarbeiter:	P. Freudenstein (F), F. Majer (F), J. Meinecke (F), M. Nußbaumer

**IT-Management und  
Web-Engineering****Web Engineering**

*(P. Freudenstein, M. Gaedke, W. Juling, F. Majer, J. Meinecke, M. Nußbaumer)*

Im interdisziplinären Forschungsgebiet Web Engineering werden Ansätze für ein methodisches Konstruieren von Web-basierten Anwendungen und verteilten Systemen sowie für deren kontinuierliche Weiterentwicklung (Evolution) erarbeitet. Im Berichtszeitraum wurden hierfür die Forschungsschwerpunkte der Gruppe auf Systeme zur Web-Anwendungs-konstruktion sowie für dienstorientierte Infrastrukturen erfolgreich ausgerichtet und konzentriert. Zahlreiche Ergebnisse konnten bereits national und international veröffentlicht werden und in etablierten Projektförderungen beispielsweise durch Microsoft Research beeindruckend demonstriert werden. Darüber hinaus wurde in diesem Jahr an zahlreichen internationalen wissenschaftlichen Veranstaltungen und Arbeitstreffen mitgewirkt, unter anderem der 6th International Conference on Web Engineering (ICWE 2006) und der World Wide Web 2006 (WWW2006).

**Application Assembly Systems**

*(P. Freudenstein, M. Gaedke, M. Nußbaumer)*

"Konfigurieren statt Programmieren" – die Entwicklung verteilter Web-basierter Systeme durch systematische Komposition und Konfiguration wieder verwendbarer Komponenten – steht im Zentrum dieses Forschungsbereiches. Die Konfiguration von Komponenten wird dabei durch dedizierte Modelle und Notationen für spezifische Teilaspekte von Web-Anwendungen unterstützt, wofür Domänen-spezifische Sprachen (DSLs) die Grundlage bilden. Solche DSLs sind einfache, in hohem Maße auf eine klar abgegrenzte Problem-domäne ausgerichtete Sprachen. Im Berichtsjahr lag ein Schwerpunkt auf der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von DSLs für den Interaktionsaspekt in Web-Anwendungen. Die Spezifikation und Realisierung von reichhaltigen, dynamischen Dialogen, die derzeit auch unter dem Schlagwort "Web 2.0" subsumiert werden, sowie die gleichzeitige Gewährleistung von Plattformunabhängigkeit und Barrierefreiheit standen hier im Mittelpunkt.

Darüber hinaus wurde auch intensiv an einem Ansatz zur geschäftsprozessbasierten Entwicklung von dienstorientierten Web-Anwendungen gearbeitet. Das mittelfristige Ziel liegt hierbei darin, Geschäftsprozessmodelle weitestgehend automatisch in entsprechende Web-Anwendungen zur Prozesssteuerung und -abwicklung zu überführen. Wichtige zu berücksichtigende Nebenbedingungen entstehen durch die Betrachtung organisationsübergreifender Prozesse sowie die angestrebte Unabhängigkeit der Lösung von einer bestimm-

ten Modellierungssprache. Das WebComposition Service Linking System (WSLS) bildet die Basisplattform für die Arbeiten und Projekte im Forschungsbereich. Ein wichtiger Fokus liegt hierbei auf der Aspekt-orientierten Komposition und Konfiguration von Komponenten. Im Berichtsjahr wurde das WSLS-Rahmenwerk im Verlauf der genannten Forschungsaktivitäten weiter ausgebaut. Das System wird für verschiedene Projekte erfolgreich eingesetzt, beispielsweise für das Forschungsportal [webengineering.org](http://webengineering.org) sowie für Projekte mit Microsoft Research.

### **Service Infrastructure Systems**

*(M. Gaedke, F. Majer, J. Meinecke)*

Ein Trend, der sich bei den heutigen Systemen der IT abzeichnet, ist eine Entwicklung weg von fest verdrahteten, monolithischen Anwendungen hin zu lose gekoppelten, stark verteilten Systemen. Durch die Integration von einzelnen Anwendungen und Diensten entstehen komplexe verteilte Systeme, die sich nicht nur über heterogene Plattformen erstrecken, sondern auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Das Ziel des Forschungsbereiches Service Infrastructure Systems ist die Unterstützung von Entwicklung, Evolution und Betrieb solcher verteilten Systeme.

Hinsichtlich der Modellierung föderierter Architekturen wurden, aufbauend auf dem im Vorjahr entwickelten WebComposition Architecture Model (WAM), Möglichkeiten zur Unterstützung der Evolution der Föderation mit Hilfe von maschinenlesbaren Systembeschreibungen untersucht. Ein entsprechender Verzeichnisdienst wurde hierzu um weitere standardisierte Schnittstellen erweitert, u. a. auf Basis einer Abbildung von WAM in das UDDI Datenmodell. Im Rahmen eines Projektes mit der DaimlerChrysler AG konnte die grafische Modellierungsnotation für ein Sicherheitskonzept im Werkstatt-Umfeld erfolgreich eingesetzt werden. Des Weiteren wurde mit dem Projekt "Federated Information Appliances - Integrated Information Management at Home and at Work" eine inter-universitäre Föderation mit der Technischen Universität Chemnitz für den praktischen Einsatz der erforschten Konzepte ins Leben gerufen.

Um die technische und strategische Weiterentwicklung sowie den Betrieb von stark verteilten, dienstorientierten Systemlandschaften zu unterstützen, wurde das Konzept der "integrated information map" (i2map) weiter entwickelt. In diesem Zusammenhang wurde ein Landkarten-Portal realisiert, welches unterschiedlichen Zielgruppen Zugriff auf detaillierte Beschreibungen der einzelnen Systembestandteile sowie deren Beziehungen untereinander ermöglicht und – entsprechend einer Landkarte – als Entscheidungs- und Orientierungshilfe dient.

### **Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM)**

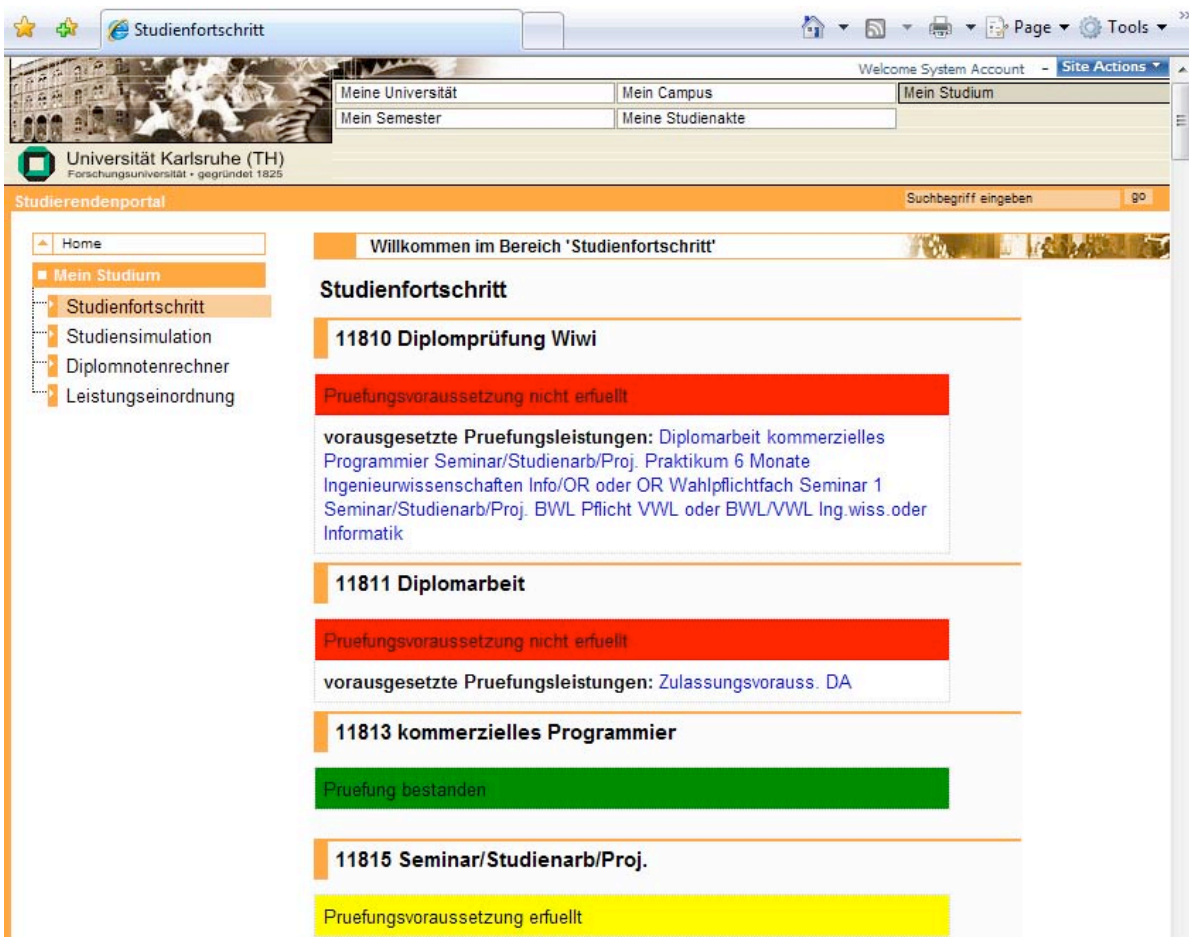
*(P. Freudenstein, M. Gaedke, W. Juling, F. Majer, J. Meinecke, M. Nußbaumer)*

Im Rahmen des universitätsweiten Projektes "Karlsruher Integriertes Informations-Management (KIM)", unter Leitung von Prof. Dr. Juling, wird den Anforderungen an ein modernes geschäftsprozessorientiertes Informationsmanagement begegnet. Dazu fokussiert KIM

neben der organisatorischen Integration insbesondere auch die technologische Umsetzung auf Basis einer integrierten Service-orientierten Architektur (iSOA).

Im zweiten Projektjahr konnten mehrere Methoden, Modelle und Werkzeuge aus den Forschungsbereichen IT-Management und Web Engineering erfolgreich eingebracht und weiter entwickelt werden. So gelang insbesondere die prototypische Entwicklung eines vollständig dienstbasierten Studierendenportals, das aufgrund der Kopplung einer Vielzahl existierender IT-Systeme völlig neuartige Funktionalitäten für die Studierenden anbieten wird. Im Hinblick auf den in 2007 anstehenden Produktivbetrieb wurde das Konzept der i2map zur Unterstützung von Betrieb und Evolution einer solchen organisationsübergreifenden, dienstbasierten Landschaft weiter entwickelt.

Als erster Schritt in Richtung des Produktivbetriebs der iSOA wurde die Anbindung der universitätsweiten Hörsaal-Klimatisierung an das Vorlesungsverzeichnis erfolgreich realisiert und führt seit Beginn 2006 zu erheblichen Energieeinsparungen.

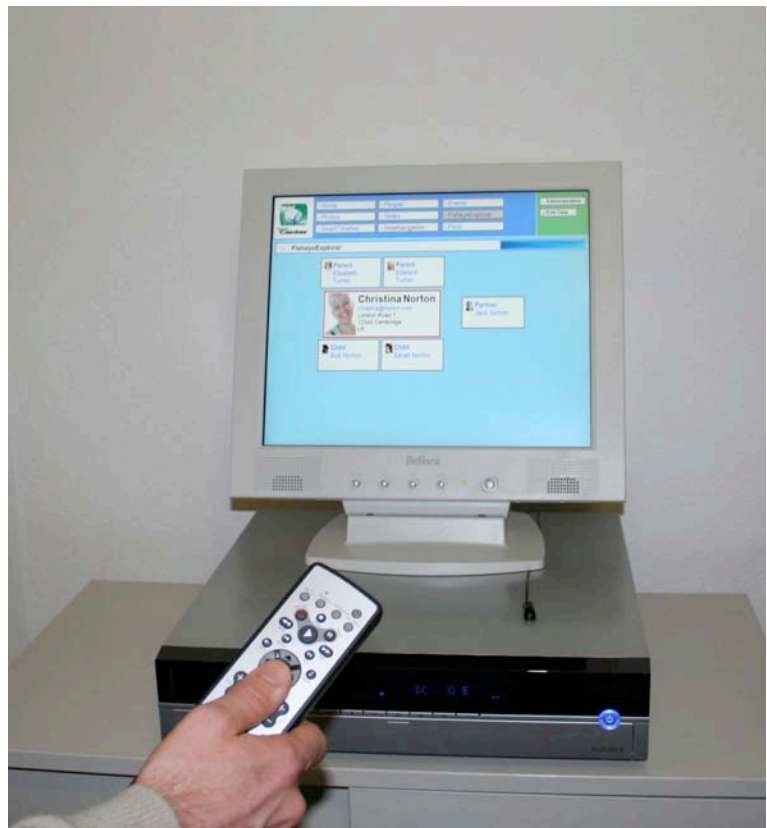


Sicht auf den Bereich Studienfortschritt im Studierendenportal

## Softwaretechnik für Unterhaltungselektronik in Privathaushalten

(M. Gaedke, J. Meinecke)

Das von Microsoft Research, Cambridge, UK geförderte Projekt "Software Engineering for Information Appliances at Home" wurde im Jahr 2006 erfolgreich abgeschlossen. Es befasste sich mit der Anwendung von Konzepten aus dem Web Engineering zum Bau von Web-Anwendungen für aus Familien und Freunden bestehende Netzwerke in Privathaushalten. Basierend auf dem WebComposition Service Linking System (WSLS) entstanden im Rahmen der Forschungsarbeiten eine Reihe von Werkzeugen zur Visualisierung und Interaktion mit generisch verknüpften Inhalten aus heterogenen Informationsquellen im Web. Hierbei konnte der von der Gruppe verfolgte komponentenbasierte Ansatz zur Entwicklung von Web-Anwendungen auf die MediaCenter-Plattform ausgeweitet werden. Ein Schwerpunkt lag u. a. auf einer der Unterhaltungselektronik gerechten Bedienung, wie z. B. die Umsetzung von Navigationsmustern für Fernbedienungen.



*Umsetzung von Navigationsmustern für Fernbedienungen im MediaCenter*

## Institut für Telematik

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Wiss. Assistent:	Dr. M. Beigl (bis 28.02.2006)
Wiss. Mitarbeiter:	C. Decker (F), A. Krohn (F, bis 31.10.2006), T. A. Riedel (F), P. Robinson (F, bis 30.06.2006), T. Zimmer (F)

## Forschungsbereich

### Telecooperation Office (TecO)

## Ubiquitous Computing

*(M. Beigl, C. Decker, A. Krohn, T. A. Riedel, T. Zimmer)*

Die fortschreitende Informatisierung aller Arbeits- und Lebensbereiche vollzieht sich durch zunehmende Ausstattung sowohl räumlicher Umgebungen als auch menschlicher Anwender mit Computertechnologie. Beispiele für die Ausstattung von Umgebungen sind in die Umgebung eingebettete Sensorsysteme oder in Gegenstände eingebettete Miniaturcomputersysteme. Beispiele für die zunehmende Ausstattung von Menschen sind Mobiltelefone, persönliche digitale Assistenten und tragbare Computer. Das Telecooperation Office befasst sich im Bereich Ubiquitous Computing mit den Themenfeldern Netzwerktechnologie, Kontexterkenkung und -verarbeitung, Middleware und Benutzerschnittstellen vor dem Hintergrund konkreter Anwendungsfelder.

Im Berichtszeitraum wurden Grundlagen für neuartige Verfahren in den obigen Bereichen erforscht und prototypisch implementiert. Auch konnte ein Teil der Verfahren zusammen mit der Industrie in groß angelegten Feldversuchen getestet und Messungen unter realen Bedingungen durchgeführt werden. So wurden Sensorknoten an Container für chemische Güter angebracht, um Arbeitsabläufe zu erfassen und sicherheitskritische Situationen vor Ort zu erkennen und in Realzeit entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

## CoBIs

*(M. Beigl, C. Decker, T. A. Riedel)*

Das von der EU geförderte Projekt Collaborative Business Items (CoBIS, IST-2-004270) zielt darauf ab, die Lücke zwischen vernetzten eingebetteten Systemen und ihren Anwendungen in betrieblichen Arbeitsprozessen zu schließen. Durch die Integration vernetzter Systeme in Güter, Werkzeuge und Umgebung können Arbeitsprozesse verlässlicher, kalkulierbarer und kostengünstiger gestaltet werden, denn durch diese Integration wird eine Erfassung und Steuerung von Arbeitsprozessen direkt vor Ort möglich. Innerhalb des Projektes wird eine für Miniaturesensorknoten geeignete Miniatur-Middleware erforscht und im Bereich der Öl- und Gasindustrie getestet. Diese versetzt eingebettete Systeme in die Lage, autonom Geschäftsprozesse auszuführen und in Kollaboration mit ERP-Systemen Prozessflüsse zu erfassen und zu kontrollieren.



## **SmartSurroundings**

*(M. Beigl, C. Decker, A. Krohn)*

Das Projekt Smart Surroundings hat sich zum Ziel die Erforschung, Definition und den Test zukünftiger ambienter Systeme gesetzt. Ambiente Systeme sind vernetzte eingebettete Systeme, die in Alltagsumgebungen integriert werden, um das tägliche Leben der Menschen zu bereichern und die Produktivität bei der Arbeit zu steigern. Partner des vom Bsik/Ministry of Economic Affairs of the Netherlands geförderten Projekts sind u.a. die Universität Twente, Philips, Océ, TNO, Thales, Nedap und die Lancaster University.

## **RELATE**

*(A. Krohn, T. A. Riedel, T. Zimmer)*

Ein wichtiges Forschungsgebiet im Bereich Ubiquitous Computing ist die Positionsbestimmung von Objekten im Nahbereich. Ziel des Projektes RELATE ist die Forschung an Technologie für relative Positionsbestimmung und Orientierung von Objekten zueinander. Die im Projekt entwickelten innovativen Sensortechnologien ermöglichen die ad-hoc Erkennung von Position ohne Infrastruktur und bilden die Basis für Beispielanwendungen auf der RELATE Plattform. Hier werden neue Formen der Mensch-Maschine Interaktion in Anwendungsfeldern wie Spiele oder Gruppenarbeit erforscht. RELATE wird von der EU innerhalb der "Ambient Intelligence" Initiative des 6. Rahmenprogrammes gefördert.

## **P2P4UbiComp**

*(C. Decker, T. A. Riedel)*

Das Projekt P2P4UbiComp beschäftigt sich mit der Einbindung von UbiComp-Netzwerken bestehend aus Miniaturesensorsystemen in größere Kommunikationsinfrastrukturen, zum Beispiel von Telekommunikationsanbietern. Mit Hilfe von Peer-to-Peer (P2P) Netzwerken werden lose gekoppelte Dienste der UbiComp-Netzwerke in Weitverkehrsnetzen angeboten und zu neuen Diensten kombiniert. Untersuchte Anwendungsbereiche sind Home-Networks und mobile und verteilte Health-Care Applikationen. P2P4UbiComp ist eine Industriekooperation mit dem japanischen Telekommunikationsanbieter KDDI.

## **Überlagerte Funksignale in Sensornetzwerken**

*(A. Krohn)*

Kollaborative, überlagerte Funksignalisierung ist ein vielversprechender Ansatz um bekannte Probleme in drahtlosen Sensornetzwerken zu lösen. Auf leistungsschwachen Hardwareplattformen (wie z.B. RFID) sind jedoch herkömmliche Ansätze nicht realisierbar. Deshalb wurde speziell hierfür eine ausgedehnte theoretische Betrachtung unternommen und durch eine Referenzimplementierung praktisch evaluiert.

## **Verbesserung der Kontexterkenkung in ubiquitären Informationsumgebungen**

*(T. Zimmer)*

Durch die Bereitstellung einer Managementarchitektur für Kontextdaten in ubiquitären Informationsumgebungen und die Einführung von Verfahren zur Qualitätsbestimmung und -sicherung, wird eine Verbesserung der Kontexterkenkung auf Anwendungsebene erreicht. Die erzielten Evaluationsergebnisse zeigen das Potential dieses Ansatzes.

## **Prozessorganisation für Ubiquitous Computing Plattformen**

*(C. Decker)*

Die Abbildung von Prozessen auf Sensorknoten ist der entscheidene Schritt für die Integration in große heterogene Systeme. Prozesse werden in Dienste zerlegt und in ein spezielles Laufzeitsystem auf die Sensorknoten geladen. Das spezifische Verhalten der Knoten, z.B. Energiesparmechanismen und verteilte Kooperationsmechanismen, wird online durch einen Regelkreis realisiert. Der Ansatz wird in einem neuen Betriebssystem für Sensorknoten implementiert. Die Referenzimplementierung steht vor dem Abschluss.

## **Softwaremodelle für ubiquitäre Umgebungen**

*(T. A. Riedel)*

In ubiquitären Systemen interagieren Dinge untereinander und mit ihrer Umwelt, während das klassische Rechnersystem als zentrale Schnittstelle und Koordinator zurücktritt. Anwendungen werden zu verteilten, lose organisierten Prozessen, die sich in die Umgebung integrieren. Eine solche Systemsicht verlangt nach neuen Metamodellen für die Softwareentwicklung, um Applikationskontext und ubiquitäre Informationstechnik modellierbar zu machen. Es wird erforscht, welche Einflüsse z. B. unzuverlässiger Nachrichtenaustausch und indeterministische Teilprozesse in der realen Welt auf die Spezifizierbarkeit einer Anwendungssemantik haben.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Freudenstein, P.; Liu, L.; Majer, F.; Maurer, A.; Momm, C; Ried, D.; Juling, W.:** Architektur für ein universitätsweit integriertes Informations- und Dienstmanagement. In: Tagungsband zur INFORMATIK 2006 - Informatik für Menschen. Hrsg.: Gesellschaft für Informatik. Dresden, 02.-06.10.2006. S. 50-54

**Meinecke, J.; Gaedke, M.; Majer, F.; Brändle, A.:** Capturing the Essentials of Federated Systems. In: Proceedings of the 14th International World Wide Web Conference (WWW). Edinburgh, UK, 23.-26.05.2006.

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Luque Centeno, V.; Delgado Kloos, C.; Gaedke, M.; Nussbaumer, M.:** Web Composition with Accessibility in Mind. In: Journal on Web Engineering (JWE), Band 5, Heft 4, 2006, S. 313-331

**Nussbaumer, N.; Freudenstein, P.; Gaedke, M.:** The Impact of DSLs for Assembling Web Applications. In: Engineering Letters,

special issue on Web Engineering, Band 13, Heft 3, 2006, S. 387-396

**Bücher und Buchbeiträge:**

**Nussbaumer, M.; Gaedke, M.:** Implementation Technologies for Web Applications. In: Web Engineering: The Discipline of Systematic Development. Hrsg.: Kappel, G.; Pröll, B.; Reich, S.; Retschitzegger, W.; New York: Wiley, 2006, S. 111-132

**Forschungsbereich**

**Cooperation & Management**

**Institut für Telematik**

Leiter:	Prof. Dr. S. Abeck
Sekretärin:	A. Dörflinger
Wiss. Mitarbeiter:	C. Emig (F), K. Krutz, S. Link (F), O. Mehl (bis 30.06.2006), C. Momm (F)
Doktorand:	R. Bachmann

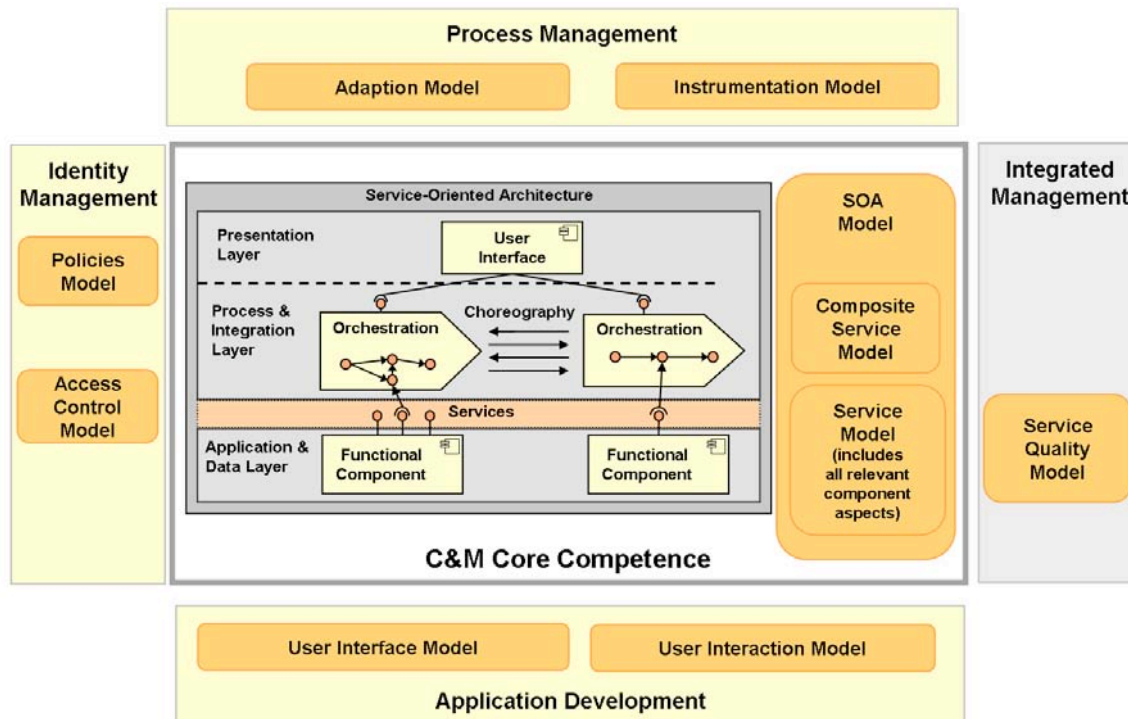
**Kernbereich der Forschungsgruppe Cooperation & Management (C&M)**

(S. Abeck)

C&M führt gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft und der Industrie Forschungsprojekte zur Entwicklung und zum Management von dienstorientierten Architekturen (Service-Oriented Architecture, SOA) durch. Das Ziel der Dienstorientierung besteht darin, Geschäftsprozesse durch Informatiksysteme flexibel zu unterstützen. Zu diesem Zweck werden die Prozesse durch eine Verschaltung von Diensten (Orchestration, Choreography) in der dienstorientierten Architektur softwaretechnisch abgebildet.

Die Abbildung (siehe nächste Seite) gibt einen Überblick über die Forschungsbereiche und die darin entwickelten Modelle zum Entwurf dienstorientierter Lösungen. Hierbei spielen insbesondere die technologieunabhängigen Modellierungskonzepte der Object Management Group (OMG) sowie die Webservice-Standards (u.a. vom World Wide Web Consortium, W3C) eine zentrale Bedeutung.

Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse zu den nachfolgend beschriebenen Forschungsprojekten werden von C&M in einem umfassenden Lehrangebot unter dem Titel "Internet-Systeme und Web-Applikationen" (bestehend aus Vorlesung, Praktikum und Seminar, siehe <http://www.cm-tm.uka.de/iswa>) bereitgestellt.



Die Forschungsschwerpunkte im Überblick

## Migration einer bestehenden Präsentationskomponente in eine dienstorientierte Architektur

(S. Link)

In Unternehmen ist oft eine Vielzahl von heterogenen Anwendungen in Betrieb. Bisher war es nur möglich, die Anwendungen durch eigens entwickelte Adapter miteinander zu verknüpfen und zu integrieren. Durch die Adapter erzeugte man eine enge Kopplung dieser Systeme, welche im Falle einer Änderung am System einen hohen manuellen Aufwand erforderte. Eine dienstorientierte Architektur löst das Problem, indem sie eine einheitliche Schnittstellentechnologie verwendet und damit die syntaktische Interoperabilität aller Systeme erzwingt.

Auch wenn moderne Softwareentwicklungsprozesse sich bereits an dieses neue Paradigma der Dienstorientierung in der Anwendungsentwicklung angepasst haben, ist die Mehrzahl der sich im Einsatz befindenden Anwendungen keineswegs dienstorientiert. Um die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und um sich schneller an neue Geschäftsprozesse anpassen zu können, entsteht für viele Unternehmen nun die Aufgabe, die bestehenden Anwendungen entweder von Grund auf neu zu entwickeln oder sie zu einer dienstorientierten Architektur zu migrieren. Eine Migration ist auch aus wirtschaftlicher Sicht interessant, wenn bereits ein hoher Entwicklungsaufwand in die bestehenden Anwendungen geflossen ist.

Vor dieser Entscheidung stand 2006 ein mittelständischer CRM-Spezialist, den C&M bei der Entwicklung eines Migrationsprozesses für dessen bestehendes CRM-System unterstützen konnte. Von C&M wurde ein methodisches Vorgehen aufgezeigt, wie der beste-

hende CRM-Client in einem mehrstufigen Prozess auf eine dienstorientierte Architektur unter Verwendung aktuellster Technologien wie Web Services for Remote Portlets (WSRP) überführt werden konnte.

Eine Herausforderung lag darin, die bestehende Funktionalität des CRM-Clients zukünftig webbasiert zur Verfügung zu stellen. Dieser Anforderung wurde durch den Einsatz von Web2.0-Technologien wie Asynchronous JavaScript And XML (AJAX) genüge getan. Die Kombination einer dienstorientierten Architektur mit Web2.0-Ansätzen wurde bewerkstelligt und liefert neue Fragestellungen und Herausforderungen für die weitere Zusammenarbeit.

### **Aufbau eines dienstorientierten Informationsmanagementsystems an der Universität Karlsruhe**

*(C. Momm)*

Die Universität Karlsruhe (TH) repräsentiert einen Zusammenschluss von weitgehend autonomen Organisationseinheiten und zur Unterstützung von deren Geschäftsprozessen kommt eine Vielzahl heterogener Anwendungssysteme zum Einsatz. Das Projekt Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM), an welchem C&M beteiligt ist, hat sich zum Ziel gesetzt, die Grundlagen für eine integrierte sowie geschäftsprozessorientierte Informationsversorgung und -verarbeitung zu legen.

Aus technischer Sicht bildet dabei ein dienstorientiertes Informationsmanagementsystem den Kern der Lösung. Im Jahr 2006 konnte in diesem Zusammenhang die für die Bereiche des Lehrveranstaltungs- und Prüfungsmanagements zentralen Daten über standardisierte und wohldefinierte Schnittstellen in Form von Webservices zur Verfügung gestellt werden. Aufbauend auf diesen Basisdiensten konnte pilothaft ein Portal für Studierende realisiert werden, welches neuartige Studienassistentenfunktionen bereitstellt.

Wesentliche Beiträge von C&M lagen dabei in der Ermöglichung des zentralen Zugriffs auf Prüfungsdaten (z.B. Ergebnisse oder Prüfungsordnungsmodellierungen), der dienstorientierten Integration des bereits an der Universität eingesetzten Content Management Systems RedDot sowie der pilotmäßigen Einführung der elektronischen Prüfungsanmeldung. Fernerhin wurden Konzepte für die Entwicklung, Überwachung und Steuerung zusammengesetzter Anwendungsdienste, wie beispielsweise der Studienassistentendienst, entwickelt. Insbesondere wurde eine Methodik für die modellgetriebene Entwicklung von prozessorientierten, zusammengesetzten Diensten basierend auf der Business Process Modelling Notation (BPMN) konzipiert und prototypisch umgesetzt, welches die integrierte Spezifikation von Fach- und Managementfunktionalität und deren automatisierte Abbildung auf ausführbare Komponenten erlaubt.

## Entwicklung von Identitätsmanagementlösungen für dienstorientierte Architekturen

(C. Emig)

Ausgehend von unternehmensrelevanten Geschäftsprozessen ist es das Ziel einer dienstorientierten Architektur, fachfunktionale Dienste über ihre Schnittstellen mit dem Ziel einer größtmöglichen Wiederverwendbarkeit von Fachfunktionalität zu definieren. Durch die Auftrennung von bestehenden Systemen in fachfunktionale Dienste wächst die Anzahl an Ressourcen, an denen sich ein Benutzer vor deren Gebrauch anzumelden hat, denn ein Großteil der Dienste erfordert eine vorangegangene Benutzerauthentifizierung. Dieser Effekt verstärkt sich in einer dienstorientierten Architektur, da hier eine gewünschte Dienst-erbringung unter Umständen die Nutzung weiterer Dienste erfordert, die ebenfalls eine Authentifizierung des aufrufenden Subjekts (Benutzers) voraussetzen. Daraus entsteht die Situation, dass sich ein Benutzer immer öfter authentisieren und sich immer mehr Zugriffsberechtigungsdaten (beispielsweise Benutzernamen und Passwörter) merken muss. Im Zuge der Migration in dienstorientierte Architekturen ist ein passendes Identitätsmanagement (engl. Identity Management) notwendig, das sich über eine geeignete Architektur sowie zugehörige Betriebsprozesse definiert.

Im Rahmen von Forschungsprojekten wie WUSKAR (Werkstatt UnternehmensSoftware KARlsruhe) und einer Kooperation mit einem mittelständigen Beratungsunternehmen konnten mehrere Ziele in diesem Kontext erreicht werden. Eine übergreifende Aufgabe, die umgesetzt wurde, war die Entwicklung einer dienstorientiert aufgebauten Identitätsmanagement-Architektur, die querschnittlich die fachfunktionalen Dienste in Bezug auf Zugriffskontrollentscheidungen unterstützt. Von C&M wurden mit dem Secure Service Agent ein Entwurfsmuster sowie eine methodische Herangehensweise definiert, die die Verknüpfung zwischen dem fachfunktionalen Bereich und dem Identitätsmanagement einer dienstorientierten Architektur ermöglichen. Des Weiteren wurde die Semantik der im Rahmen der Zugriffskontrolle benötigten Attributsdaten der Subjekte (Benutzer) in Form einer erweiterbaren Ontologie modelliert sowie eine darauf aufbauende Synchronisationsarchitektur entworfen und umgesetzt.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Emig, C.; Schandua, H.; Abeck, S.:** SOA-aware Authorization Control. In: Proceedings of ICSEA '06. IEEE International Conference on Software Engineering, Tahiti / French Polynesia, 29.10.-03.11.2006. S. 62-70

**Emig, C.; Weisser, J.; Abeck, S.:** Development of SOA-Based Software Systems - an Evolutionary Programming Approach. In: Proceedings of AICT-ICIW '06. IEEE International Conference on Internet and Web Applications and Services/Advanced International Conf. on Telecommunication, Guadeloupe / French Caribbean, 19.-25.02.2006. S. 182-187

**Mayerl, C.; Tröscher, F.; Abeck, S.:** Process-Oriented Integration of Applications for a Service-Oriented IT Management. In: 1st IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management (BDIM'06) - Information Technology Management from a Business Perspective. Vancouver, Canada, 07.04. 2006. S. 29-36

**Krutz, K.; Häussling, R.; Heubeck, M.; Abeck, S.:** Evaluation zur Nutzung traditioneller und neuer Lernmedien. In: GI- Edition- "Lecture Notes in Informatics" (LNI): P-87. 4. Deutsche e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2006), Darmstadt, 11.-14.09.2006. S. 123-135

**Krutz, K.; Maier, C.; Abeck, S.:** Living Documents: Flexibles Lernmedium für innovative Lernszenarien. In: Medien in der Wissenschaft Band 38: E-Learning - alltagstaugliche Innovation? Hrsg.: Eva Seiler Schiedt, Siglinde Kälin, Christian Sengstag. Tagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW), Zürich, Schweiz, 19.-22.09.2006. S. 258- 267

3

<p><b>Forschungsbereich</b></p> <p><b>Dezentrale Systeme und Netzdienste</b></p>	<p><b>Institut für Telematik</b></p> <p>Leiter: Prof. Dr. H. Hartenstein</p> <p>Wiss. Mitarbeiter: J. Dinger (F), T. Höllrigl (ab 01.02.2006), F. Schell (ab 01.02.2006), F. Schmidt-Eisenlohr (F), M. Torrent Moreno (F)</p> <p>Stipendiat: M. Killat</p>
--	--

**Dezentrale Systeme und Netzdienste (DSN)**

*(H. Hartenstein)*

Forschungsschwerpunkt der DSN-Gruppe ist der Bereich der selbstorganisierenden Netze mit den damit verbundenen Herausforderungen hinsichtlich Effizienz, Sicherheit und Robustheit. Hierbei werden sowohl Ad-Hoc-Netzwerke betrachtet, die eine Kommunikation ohne eigentliches Infrastrukturnetz erlauben, als auch Peer-to-Peer-basierte Netze, welche auf Basis einer bestehenden Infrastruktur wie dem Internet selbstorganisierend ein Overlay-Netzwerk aufspannen. Beide Netzarten verlangen hierbei nach dynamischen Lösungen, welche sich den sich ändernden Umweltbedingungen wie Störungen des Funkkanals oder Überlast eines Internet-Routers anpassen können.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurden die Robustheit von P2P-Netzen untersucht sowie spezifische Angriffs- und Abwehrstrategien aufgezeigt. Zudem fand im Rahmen

einer interdisziplinären Arbeit mit dem Institut für Informationsrecht auch die Bewertung von P2P-Netzen und -Systemen hinsichtlich ihrer rechtlichen Verortung statt. Im Forschungsgebiet Fahrzeug-Ad-Hoc-Netze spielen Robustheits- und Sicherheitsaspekte ebenfalls eine zentrale Rolle, da diese Aspekte bei der Interfahrzeugkommunikation von entscheidender Bedeutung für die Funktion und Verlässlichkeit des Systems sind. Hierbei wurden Arbeiten zur fairen Sendeleistungsregelung sowie zur Analyse von IEEE 802.11 One-Hop-Broadcast-Szenarien durchgeführt. Wie im Vorjahr war die DSN-Gruppe auch an der Organisation des ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks (Oktober 2006, Los Angeles, USA) beteiligt.

Aufgrund der Komplexität der untersuchten Szenarien wird sowohl im Bereich der Ad-Hoc-Netze als auch bei den P2P-Netzen sehr oft auf Simulationen zugegriffen, die bei sorgfältiger Modellierung sowie durch Anwendung geeigneter statistischer Methoden reproduzierbare und verlässliche Ergebnisse liefern. Im Rahmen der Vorlesung und des begleitenden Praktikums "Simulation von Rechnernetzen" werden diese Simulationstechniken auch den Studierenden näher gebracht. Neben der Simulation finden regelmäßig Feldversuche statt, um die Simulationsergebnisse zu validieren.

Zudem bearbeitet die Gruppe das Thema IT-Sicherheitsmanagement, hierbei insbesondere den Themenkomplex des Identitäts- und Zugangsmanagements. Im Rahmen des Projekts KIM-IDM (Karlsruher Integriertes InformationsManagement) ist die DSN-Forschungsgruppe mit dem Aufbau eines universitätsweiten Identitätsmanagementsystems betraut. Das Identitätsmanagementsystem fußt auf einer dienst-orientierten Architektur und erhält somit, so weit dies möglich und sinnvoll ist, die Autarkie und Autonomie der einzelnen organisatorischen Einheiten (föderativer Ansatz). Dennoch ist es den organisatorischen Einheiten mit Hilfe des integrierten Identitätsmanagementsystems möglich, Identitätsinformationen anderen organisatorischen Einheiten zur Verfügung zu stellen bzw. deren Informationen zu nutzen. Somit wird neben Authentifikationsdiensten auch ein effektives und effizientes Rechtemanagement ermöglicht. Weiterhin wird zu diesem Themenkomplex die Vorlesung "Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement" angeboten. Weitere Informationen und Veröffentlichungen finden sich unter: <http://dsn.tm.uni-karlsruhe.de>

## **Kommunikation zwischen Fahrzeugen**

*(H. Hartenstein, M. Torrent Moreno)*

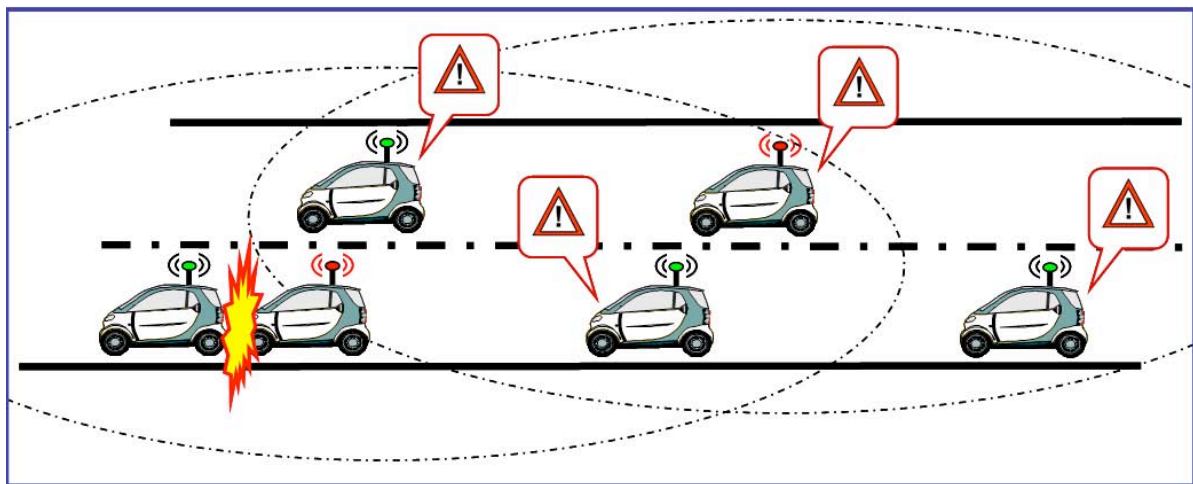
Im dritten Jahr des BMBF-Projektes "Network on Wheels" (NOW), in dem die DSN-Forschungsgruppe als Auftragnehmer der NEC Deutschland GmbH arbeitet, lag das Hauptaugenmerk der Forschungsgruppe auf den folgenden drei Punkten:

- Im Zuge der Bemühungen, die drahtlose "One-Hop-Broadcast"-Kommunikation zu verstehen, formalisierte die Forschungsgruppe das Problem der Inkoordination zwischen Knoten im drahtlosen Netz unter der Annahme eines probabilistischen Wellenausbreitungsmodells. Es wurde eine Metrik vorgeschlagen, die "Probability of Packet Level Incoordination (PLI)", anhand derer sich die Auswirkungen verschiedener Ausbreitungsmodelle charakterisieren lassen. Ferner zeigte die Forschungsgruppe anhand von



Simulationen den Zusammenhang dieser Metrik mit der Empfangsrate von Paketen. In den durchgeführten Simulationen wurden Verkehrsszenarien modelliert, in denen alle Fahrzeuge periodisch One-Hop-Broadcast Nachrichten aussenden.

- Die im Vorjahr begonnenen Überlegungen hinsichtlich geeigneter Sendeleistungsregelungsstrategien wurden abgeschlossen. Kern des Problems ist eine geeignete Wahl der Sendestärke, die zum einen den Prioritäten der einzelnen Nachrichten entsprechen muss, zum anderen aber auch nicht zur Verstopfung des Kommunikationskanals führen darf.
- In Zusammenarbeit mit NEC Deutschland wurden erste Experimente unter realen Bedingungen durchgeführt. Dazu nutzte die Forschungsgruppe Prototypen der Firma NEC und untersuchte Eigenschaften periodischer Nachrichten in unterschiedlichen Szenarien. Insbesondere galt dabei das Interesse der Empfangsrate, der RSSI Parameter und einer möglichen Umsetzung von Leistungsregelungstrategien auf Autobahnen sowie in ländlichen und städtischen Umgebungen.



*Versenden von Warnmeldungen via Interfahrzeugkommunikation.*

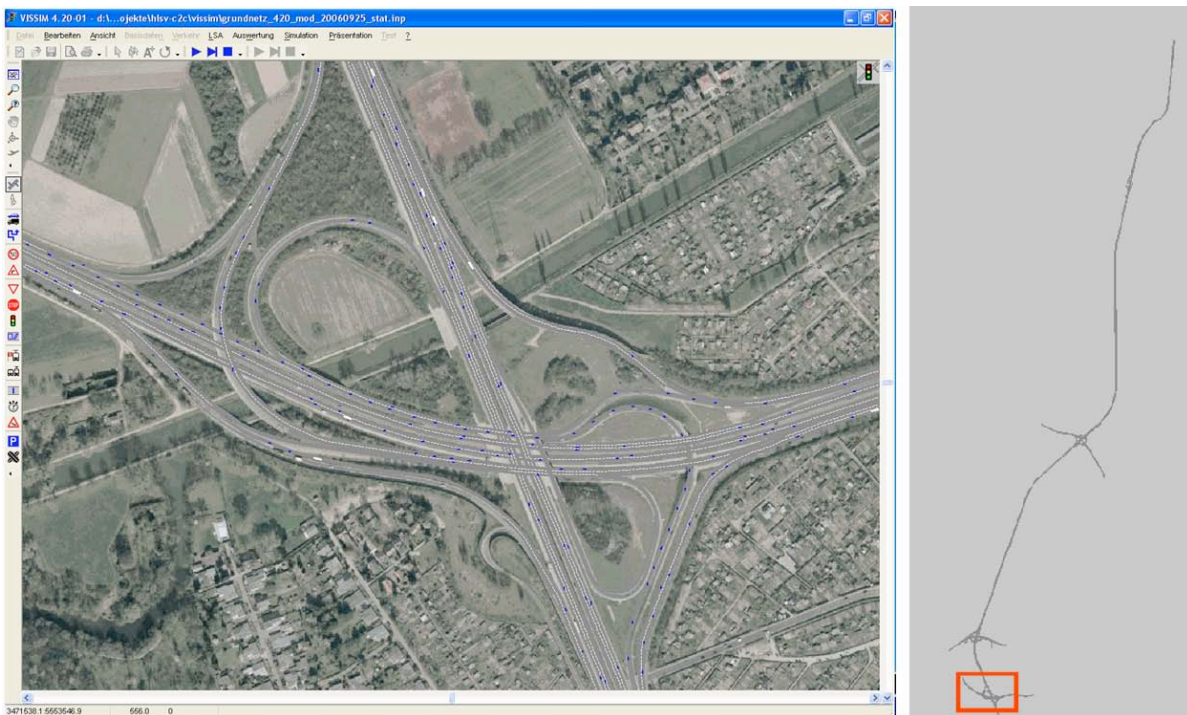
### **DFG Graduiertenkolleg "Information Management and Market Engineering"**

*(H. Hartenstein, M. Killat)*

Das 2004 gegründete Graduiertenkolleg "Information Management and Market Engineering (IME)" fördert die interdisziplinäre Arbeit von 18 Promotionsstudenten aus den Bereichen der Wirtschaftswissenschaften, der Rechtswissenschaften und der Informatik. Die DSN-Forschungsgruppe verbindet innerhalb dieses Programms seit 2005 Probleme der Kommunikationssysteme mit Operation-Research-Konzepten.

Das besondere Interesse gilt dabei den Fahrzeug-Ad-Hoc-Netzwerken, von denen man sich ein großes Potential zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und -effizienz verspricht. Mittels direkter drahtloser Kommunikation ist ein Informationsaustausch zwischen den Fahrzeugen vorgesehen, der es entsprechenden Anwendungen ermöglichen soll, den Fahrer in seinem Fahrverhalten zu unterstützen. Im Berichtsjahr konzentrierte sich die Forschungsgruppe in diesem Zusammenhang auf die Entwicklung einer Anwendung, die versucht,

gefährliche Verkehrssituationen zu erkennen. Um dieses Ziel verfolgen zu können, bedurfte es einer Klassifizierung der definierten Verkehrssituationen hinsichtlich ihrer "Gefährlichkeit". Trotz drastischer Vereinfachungen in Bezug auf den Zustandsraum behält das so formulierte Klassifikationsproblem eine hohe Komplexität, die sowohl den Einsatz von maschinellen Lernverfahren als auch die Benutzung von Simulationen erforderte. Mithilfe der so gewonnenen "Fahrer-Assistenz"-Anwendung werden nun Simulationsstudien durchgeführt, die die Wirkung von Fahrzeug-Ad-Hoc-Netzen auf Verkehrssicherheit und -effizienz untersuchen.



*Modellierung eines Abschnittes der Autobahn A5 in Hessen. Im Rahmen eines Projektes mit der PTV AG werden Lösungen zur kombinierten Simulation von Straßenverkehr und Interfahrzeugkommunikation entwickelt. (Quelle: PTV AG)*

### **DFG Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke"**

*(H. Hartenstein, F. Schmidt-Eisenlohr)*

Das DFG Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" wurde Ende 2005 gegründet und ermöglicht die vernetzte Zusammenarbeit von elf Kollegiaten aus den Fakultäten für "Informatik" sowie "Elektrotechnik und Informationstechnik" der Universität Karlsruhe (TH). Es deckt das gesamte Spektrum im Bereich der Sensor-Aktor-Netzwerke ab, von der Kommunikation über die Informationsverarbeitung bis hin zur Hardware-Software-Systemintegration.

Die DSN-Forschungsgruppe untersucht in diesem Rahmen seit Januar 2006 die Fähigkeiten, Einschränkungen und Möglichkeiten, die der drahtlose Übertragungskanal dem

Gesamtsystem bietet. Als Fallbeispiel dient die Interfahrzeugkommunikation, bei der zur Erhöhung der Verkehrssicherheit unter anderem periodisch Nachrichten an alle benachbarten Knoten versandt werden, so genannte Beacon-Nachrichten. Für diese Art der Nutzung wurden die typischen Charakteristika unter verschiedenen Lastsituationen untersucht, und nach optimalen Strategien und Parametern für die Aussendung dieser Nachrichten gesucht. Die Ergebnisse zeigen die Kapazitätsgrenzen des drahtlosen Mediums auf, erlauben aber ebenfalls die Anpassung der Strategien an diese Grenzen zum Erreichen eines bestmöglichen Ergebnisses. Für die zur Untersuchung notwendigen Simulationsstudien wurde der Netzwerksimulator ns-2 verwendet und um genauere, realitätsnahe Modelle des Funkkanals, der physikalischen Schicht sowie der Medienzugriffsschicht ergänzt.

### **ZeuS: Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen**

(H. Hartenstein, J. Furthmüller)

Im Rahmen des vom BW-FIT Programm geförderten Projektes "Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen" (ZeuS) widmet sich die DSN-Forschungsgruppe intensiv der Erforschung von so genannten Sensor-Testbetts und deren spezifischen Anwendungen. Die dabei zu entwickelnden Mechanismen und Methoden sollen zukünftig eine praktische Evaluierung von Sensor-Netzwerken und deren Anwendungen ermöglichen. Gegenwärtig werden diese fast ausschließlich auf der Basis von Modellen und Simulationen entwickelt, da die inhärent verteilte Natur dieser Systeme den Entwurf, die Implementierung und die Evaluation sehr schwierig gestaltet. Die Schwerpunkte bildeten im Jahre 2006:

- Analyse und Selektion von Sensoren zur Entwicklung heterogener Sensor-Testbetts
- Adaption der Kommunikationsmechanismen dieser Systeme für eine komponentenübergreifende Kommunikation
- Entwicklung von Werkzeugen zur Analyse der Kommunikation in Sensor-Netzwerken.

*Sensorknoten des Typs  
Sun-Spot:  
Sun-Spots werden u. a. im  
Sensor-Testbett des  
Projektes ZeuS genutzt.*



Die Kombination von Sensoren verschiedener Hersteller konnte dabei als die bedeutendste Anforderung angesehen werden. Die Kommunikationsmechanismen in Sensornetzwerken wurden signifikant verbessert, insbesondere können nun heterogene Sensor-Netzwerke aus Sensoren verschiedener Hersteller mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit aufgebaut werden. Es ist nunmehr möglich, Anwendungen für Mica Motes und Sun-Spots zu entwickeln, die innerhalb des Sensor Netzwerks miteinander kommunizieren.

### **Robustheit und Sicherheit in dienstbasierter Peer-to-Peer-Architektur für liberalisierte Märkte**

*(J. Dinger, H. Hartenstein)*

Vor dem Hintergrund des weltweiten Klimawandels gewinnt die Frage der effizienten Energieerzeugung und -nutzung zunehmend an Bedeutung. Im Rahmen des SESAM-Projekts wurde hierzu eine Energiehandelsplattform entwickelt, in welcher die Teilnehmer dezentral erzeugte Energie handeln können. Im Gegensatz zu existenten Handelsplattformen wurde dabei ein dezentraler Ansatz entwickelt, der sowohl Skalierbarkeits- als auch Robustheitsaspekten Rechnung trägt. Die Architektur der Plattform kombiniert eine dienstorientierte Architektur und selbstorganisierende Mechanismen von Peer-to-Peer- (P2P-) Netzen. Zur Realisierung dieser Handelsplattform leistete die Forschungsgruppe DSN im vergangenen Jahr mehrere Beiträge, die im Folgenden skizziert werden.

Durch den Einsatz von P2P-Netzen ist es zwar möglich, den Ausfall und das Fehlverhalten einzelner Teilnehmer zu kompensieren, aber dennoch muss sichergestellt werden, dass die Anzahl böswilliger Teilnehmer unterhalb einer festgelegten Schwelle bleibt. Die DSN-Forschungsgruppe verfeinerte hierfür die im Vorjahr begonnene Analyse zum Potential so genannter "Sybil Attacken" und entwickelte mögliche Abwehrstrategien. Weiterhin wirkte die Forschungsgruppe DSN maßgeblich an der Entwicklung eines integrierten



*Präsentation der dezentralen Energiehandelsplattform des SESAM-Projektes auf der CeBIT 2006 in Form einer Modellwelt.*

Prototyps mit, welcher die Ergebnisse des SESAM Projektes verdeutlicht. Dieser Prototyp wurde in Kombination mit einer kleinen Modellbaugemeinde unter anderem auf der CeBIT 2006 präsentiert und fand regen Zulauf der Messebesucher. Die rechtliche Verortung von P2P-Netzen und resultierende Rechtsfolgen wurden in Zusammenarbeit mit Dr. Oliver Raabe vom Institut für Informationsrecht vertieft untersucht und die Auswirkungen auf die SESAM-Handelsplattform dargelegt.

### **KIM-IDM: Identitätsmanagement im Rahmen des Vorhabens Karlsruher Integriertes Informationsmanagement**

*(H. Hartenstein, T. Höllrigl, F. Schell)*

Das KIM-IDM Projekt wurde im Februar 2006 als "Schwester-Projekt" des ein Jahr zuvor begonnenen Projekts KIM-LPS gestartet. Zusammen mit Horst Wenske vom Universitätsrechenzentrum bearbeitet die DSN-Gruppe Fragen des Identitäts- und Zugangsmanagements. Beide Komponenten sind für das Gesamtsystem entscheidend, da unmittelbar personenbezogene und daher auch sensitive Informationen von den zu integrierenden Systemen verarbeitet werden. Um IT-gestützte Geschäftsabläufe über Einrichtungs- und Systemgrenzen hinweg zu ermöglichen und Identitätsinformationen konsistent zu halten, definierte das KIM-IDM-Team ein universitätsweites integriertes Identitätsmanagement zur Vereinfachung der Nutzung und Bereitstellung von IT-Diensten sowie zur Erhöhung der IT-Sicherheit. Im Berichtsjahr konzentrierte sich die Forschungsgruppe auf die Konzeption und prototypische Implementierung eines universitätsweiten föderativen und dienstorientierten Identitätsmanagementsystems. Im Rahmen der Entstehung des KIT (Karlsruhe Institute of Technology) wird auf der Basis dieses Identitätsmanagementsystems unter anderem die Einführung der kit.edu-Emailadressen umgesetzt werden.

#### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

##### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Killat, M.; Hartenstein, H.; Waldmann, K.-H.:** Communication and Control: Joint Treatment of Application-Specific Behaviour and Communication Constraints in VANETs. In: Information management and market engineering. Hrsg.: Dreier, T.; Studer, R.; Weinhardt, C.; Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2006, S. 125-138

##### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Dinger, J.; Hartenstein, H.:** Defending the Sybil Attack in P2P Networks: Taxonomy, Challenges, and a Proposal for Self-Registration. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES 2006). Wien, Österreich, 20.-22.04.2006, S. 756-763

**Dinger, J.; Raabe, O.; Hartenstein, H.:** A Techno-Legal Perspective on Peer-to-Peer-Based Bandwidth on Demand Management. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> IEEE International Workshop on Bandwidth on Demand (BoD 2006) in conjunction with IEEE GLOBECOM 2006. San Francisco, CA, USA, 27.11.2006, S. 73-80

**Höllrigl, T.; Maurer, A.; Schell, F.; Wenske, H.; Hartenstein, H.:** Dienstorientiertes Identitätsmanagement für eine Pervasive University. In: Jahrestagung der GI, Lecture Notes in Informatics. Dresden, Deutschland, 02.-06.10.2006, S. 70-74

**Holfelder, W.; Johnson, D.; Hartenstein, H.; Bahl, V. (Hrsg.):** Proceedings of the 3<sup>rd</sup> international workshop on Vehicular Ad Hoc Networks. 3<sup>rd</sup> International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks, Los Angeles, USA, 29.09.2006, New York, USA, ACM Press, 2006

**Torrent-Moreno, M.; Corroy, S.; Hartenstein, H.:** Formalizing Packet Level Incoordination in IEEE 802.11 Ad Hoc Networks: 1-Hop Broadcast Performance Analysis. In: 7<sup>th</sup> ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc). Florenz, Italien, 22.-25.05.2006, S. 26-27

**Torrent-Moreno, M.; Corroy, S.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Hartenstein, H.:** IEEE 802.11-Based One-Hop Broadcast Communica-

tions: Understanding Transmission Success and Failure under Different Radio Propagation Environments. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> ACM/ IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWIM). Torremolinos, Malaga, Spanien, 02.-06.10.2006, S. 68-77

**Torrent-Moreno, M.; Festag, A.; Hartenstein, H.:** System Design for Information Dissemination in VANETs. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Intelligent Transportation (WIT). Hamburg, Deutschland, 14.-15.03.2006, S. 27 - 33

**Torrent-Moreno, M.; Santi, P.; Hartenstein, H.:** Distributed Fair Transmit Power Adjustment for Vehicular Ad Hoc Networks. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks (SECON). Reston, VA, USA, 25.-28.09.2006, S. 479 - 488

**Torrent-Moreno, M.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Füßler, H.; Hartenstein, H.:** Effects of a Realistic Channel Model on Packet Forwarding in Vehicular Ad Hoc Networks. In: Proceedings of IEEE Wireless Communication and Networking Conference (WCNC). Las Vegas, NV, USA, 03.-06.04.2006, S. 385-391

## Institut für Technische Informatik

Das Institut für Technische Informatik befasst sich mit verschiedensten Themen aus den Bereichen eingebetteter Systeme, Informationsverarbeitung sowie Robotik.

Der Forschungsbereich Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS) beschäftigt sich mit der Informationsverarbeitung für Anwendungen in der Ortung, Mensch-Roboter-Kooperation, Sensor-Aktor-Netzwerken, Medizintechnik, verteilten Messsystemen und Telepräsenz. Forschungsschwerpunkte sind dabei allgemeine nichtlineare Schätzverfahren, stochastische Modellbildung, sowie dezentrale Schätz- und Regelungsverfahren.

Der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme (CES) befasst sich mit dem Entwurf, der Optimierung und den Architekturen der nächsten Generationen von eingebetteten Systemen unter besonderer Berücksichtigung ubiquitärer Systemeigenschaften. Hierbei sind vor allem die Performance sowie der Leistungsverbrauch und deren Tradeoff von entscheidender Bedeutung.

Der Bereich Rechnerarchitektur und parallele Programmierung (CAPP) befasst sich mit dem Entwurf und der Organisation innovativer Rechnerstrukturen im Hinblick auf zukünftige Chip-Multiprozessoren für Hochleistungsrechensysteme und eingebettete Systeme. Die Arbeiten beschäftigen sich mit Methoden und Werkzeugen zur effizienten Programmierung von Systemstrukturen mit Chip-Multiprozessoren und dem Entwurf dynamisch rekonfigurierbarer Prozessorarchitekturen.

Der Forschungsbereich Robotik beschäftigt sich mit Fragen des Entwurfs, der Planung und der Realisierung mobiler autonomer Serviceroboter, lernender kooperierender multimodaler Mensch-Roboter-Interaktionen sowie humanoider Roboter. Das Spektrum reicht von rechnerunterstützter Auswertung sensorischer Daten und dem Einsatz multimedialer Mensch-Maschine-Schnittstellen bis hin zur Entwicklung und Anwendung von Servicerobotern sowie der Entwicklung von schnittbildbasierten 3D-Registrieremethoden für die Chirurgie.

Der Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme entwickelt Verfahren und Systeme zur Fusion von Information aus unterschiedlichen Quellen, wobei ein Schwerpunkt auf der Nutzung und Auswertung variabler Bilderfassungs- und Bildauswertungstechniken für die automatische Sichtprüfung liegt.

### Kontakt

Prof. Dr. J. Beyerer  
Tel. 608-5911  
juergen.beyerer@iitb.fraunhofer.de

Prof. Dr. R. Dillmann  
Tel. 608-3846  
dillmann@ira.uka.de

Prof. em. Dr. W. Görke  
Tel. 608-4219  
goerke@ira.uka.de

Prof. Dr. U. D. Hanebeck  
(Sprecher)  
Tel. 608-3909  
hanebeck@ira.uka.de

Prof. Dr. J. Henkel  
Tel. 608-6050  
henkel@informatik.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Karl  
Tel. 608-3771  
karl@ira.uka.de

Prof. em. Dr. D. Schmid  
Tel. 608-3960  
schmid@ira.uka.de

### Institut für Technische Informatik

Leiter:	Prof. Dr. R. Dillmann
Sekretariat:	C. Brand, I. Löbner, N. Redzovic
Wiss. Mitarbeiter:	Dr. T. Asfour, P. Azad (F), R. Becher (F), A. Bierbaum (F, ab 01.02.2006), Dr. T. Gockel, T. Kerscher (F, bis 14.10.2006), S. A. Knoop (F), M. Lösch (F, ab 15.06.2006), M. Pardowitz (F), K. Regenstein (F), S. Schmidt-Rohr (ab 15.11.2006), J. Schröder (F), S. Seifert, S. Speidel (F), Dr. P. Steinhaus, M. Strand (F), G. Sudra (F), R. Unterhinninghofen (F), S. Vacek (F), N. Vahrenkamp (F, ab 01.03.2006), K. Welke (F, ab 01.06.2006), R.-D. Zöllner (bis 31.05.2006)
Verwaltungsangestellter:	P. Ringel (F)
Stipendiaten:	D. Fritz, D. Hazer (ab 01.02.2006), A. Huwedi, S. Kumpakeaw

#### Forschungsbereich

#### Industrielle Anwendungen der Informatik und Mikrosystemtechnik (IAIM)

Leiter:	Prof. Dr. R. Dillmann
Abteilungsleiter:	Dr. J. M. Zöllner
Wiss. Mitarbeiter:	J. Albiez, C. Birkenhofer, B. Gaßmann, S. Kumpakeaw, Dr. K.-U.Scholl, K. Uhl, Z. Xue (ab 01.04.2006), M. Ziegenmeyer

#### Forschungsbereich

#### Interaktive Diagnose- und Servicesysteme (IDS) am Forschungszentrum Informatik (FZI)

### SFB 588 - TP M2 Umwelt- und Benutzermodellierung auf Basis von multimodaler Interaktion und Sensorbeobachtungen

(R. Becher, P. Steinhaus)

Für einen humanoiden Roboter ist die Modellierung seiner Umwelt und der darin enthaltenen Objekte eine wesentliche Grundlage für weiterführende Komponenten, wie z. B. Objekterkennung oder Handlungsplanung. Insbesondere können viele Teile der Umwelt bzw. Aspekte von Objekten nur schwer autonom durch den Roboter modelliert werden, hier ist zur Erstellung und Ergänzung von adäquaten Modellen das Wissen eines menschlichen Benutzers notwendig.

Das Teilprojekt M2 des SFBs 588 "Humanoide Roboter" beschäftigt sich daher mit der interaktiven Umwelt- und Objektmodellierung, um semi-automatisch erfasste Objektinformationen möglichst einfach und intuitiv durch Benutzerinteraktion zu ergänzen und zu korrigieren. Gleichzeitig bleiben die solcherart erstellten Objektmodelle flexibel und erweiterbar, da es sich nicht um fest encodierte Informationen über Objekte handelt. Im Rahmen



dieses Teilprojekts wurde ein System zur multimodalen interaktiven Objektmodellierung aufgesetzt, das auch die Implementierung einer entsprechenden Objektrepräsentation beinhaltet, und das in den kommenden Monaten um weitere Interaktionsmodi erweitert wird. Die solcherart erstellten Objektmodelle können in einen Szenengraphen eingebunden, visualisiert und von anderen Systemkomponenten verwendet und ergänzt werden.

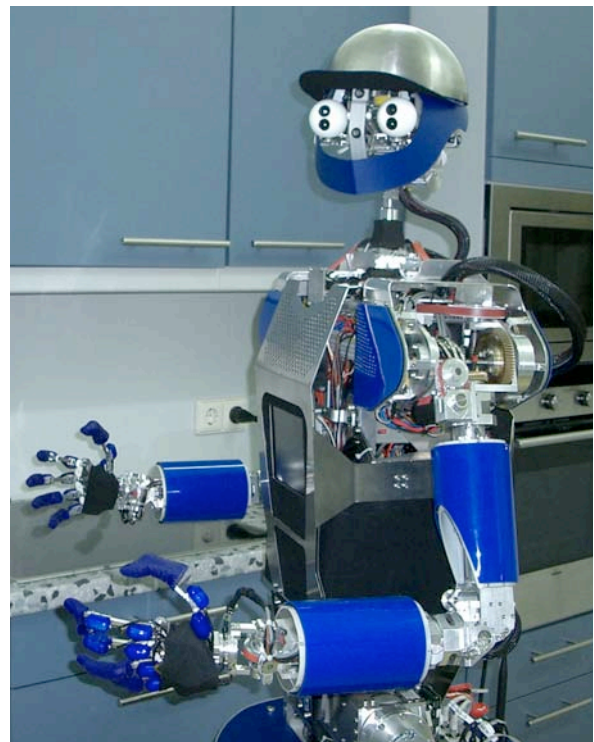
### **SFB588 - TP R1 Sensomotorische Bewegungskoordination bei humanoiden Robotern**

*(T. Asfour, P. Azad, K. Regenstein, N. Vahrenkamp)*

Im Teilprojekt R1 des SFB 588 wurde der humanoide Roboter ARMAR-III aufgebaut und seine Bewegungssteuerung realisiert. Neben Aspekten der Mechatronik und Systemintegration konzentrierten sich die Arbeiten auf die Erweiterung der perzeptiven und motorischen Fähigkeiten des Roboters.

Zur Objekterkennung und -lokalisierung wurden zwei unabhängige Systeme für zwei unterschiedliche Typen von Objekten geschaffen. Für die Erkennung und Lokalisierung des SFB-Geschirrs wurden globale ansichtsbasierte Verfahren mit modellbasierten Verfahren kombiniert, um ein echtzeitfähiges System zu erhalten. Für texturierte Objekte, wie sie beispielsweise im Kühlschrank vorkommen, wurde ein umfassendes System unter Verwendung von lokalen Texturmerkmalen geschaffen.

Für die Imitation menschlicher Bewegungen wurden sowohl Methoden des statistischen Lernens als auch Methoden zur analytischen Reproduktion von Bewegungsprimitiven auf humanoide Roboter untersucht. Hierzu wurde eine stochastische Repräsentation von Bewe-



*Der humanoide Roboter ARMAR-III in der SFB-Küche*

gungen durch Hidden-Markov-Modelle erstellt, die sowohl das Erkennen von ähnlichen Bewegungen als auch deren Reproduktion erlaubt. Um Human Motion Capture Daten verschiedener Systeme auf humanoide Roboter reproduzieren zu können oder die Daten für unterschiedliche Systeme für die Aktions- und Aktivitätserkennung nutzen zu können, wurde die so genannte Master Motor Map entwickelt. Sie definiert ein kinematisches Modell des Menschen mit dem Freiheitsgrad 52 und dient als Austauschformat zwischen verschiedenen Systemen.

Für die Bewegungsplanung von ARMAR-III wurden ein detailgetreues 3D-Robotermodell und Algorithmen zur Kollisions- und Selbstkollisionsdetektion entwickelt. Für die Suche nach kollisionsfreien Trajektorien im hochdimensionalen Konfigurationsraum wurde ein erweitertes Robotermodell erstellt, das es erlaubt, die Anzahl der Distanzberechnungen zu reduzieren und somit die Effizienz der Bewegungsplanung zu steigern.

Eine zentrale Komponente des Roboters bildet seine Rechnerarchitektur, die auf der Basis von Embedded-PC-Systemen und so genannten Universal Controller Modules (UCoM) realisiert ist. Durch die Kombination von DSP und FPGA auf einer Platine erreicht das UCoM eine hohe Flexibilität und stellt somit eine Vorstufe zu einer integrierten Lösung als SOC oder ASIC dar. Die Schnittstellen für die Kommunikation zwischen diesen Recheneinheiten wurden nahtlos in das Software-Rahmenwerk MCA2 integriert.

## **DESIRE**

*(R. Becher, C. Birkenhofer, P. Steinhaus, Z. Xue, J. M. Zöllner)*

Im Rahmen des im November 2005 gestarteten Leitprojektes "Deutsche Service-Roboter-Initiative (DESIRE)" befassen sich Partner aus der Industrie und Forschung, unter anderem die Firmen Siemens und Kuka, das DLR, das FZI und die Universitäten Karlsruhe, Bochum und Freiburg an der Entwicklung einer neuen Generation von Servicerobotern. Die zu erstellenden Systeme sollen sich durch systemische Alltagstauglichkeit auszeichnen und robuste Funktionalitäten für Alltagsumgebungen anbieten.

Der Lehrstuhl IAIM beteiligt sich an diesem BMBF-Projekt mit seinen Kernkompetenzen im Gebiet der semi-automatischen und intuitiv interaktiven Objektmodellierung. Im Rahmen des DESIRE-Projektes werden Objektmodelle von ca. 100 haushaltstypischen Objekten erstellt. Dabei stehen vor allem die für die Objekterkennung- und Objektlokalisierung, aber auch die Objektmanipulation relevanten Merkmale im Vordergrund, z. B. hochauflösende Objektansichten, hochgenaue 3D-Geometrien oder Grundkörperdarstellungen.

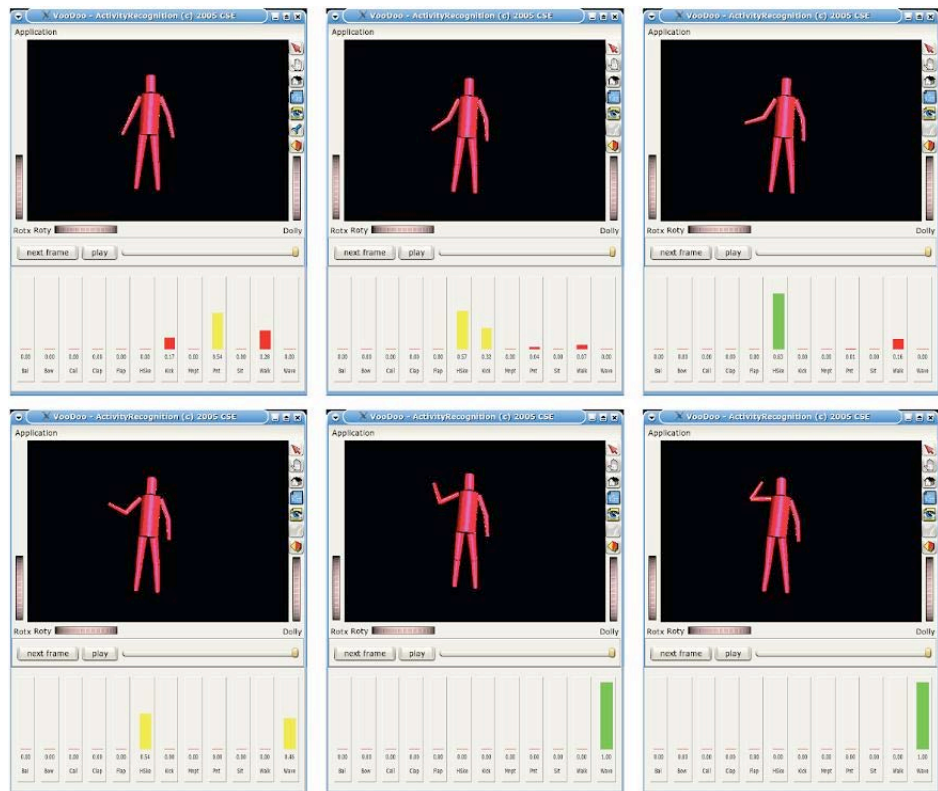
Im Jahr 2006 wurde die Spezifikationsphase beendet, die grundlegenden Objektmodellrepräsentationen implementiert und erste Funktionalitäten zur semiautomatischen und interaktiven Objektmodellierung entwickelt.

## **COGNIRON**

*(S. A. Knoop, M. Lösch, S. Schmidt-Rohr, M. Strand)*

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Roboters zur Unterstützung von Menschen im täglichen Leben – eines Roboters, der in ständigem Kontakt mit Menschen steht und situa-

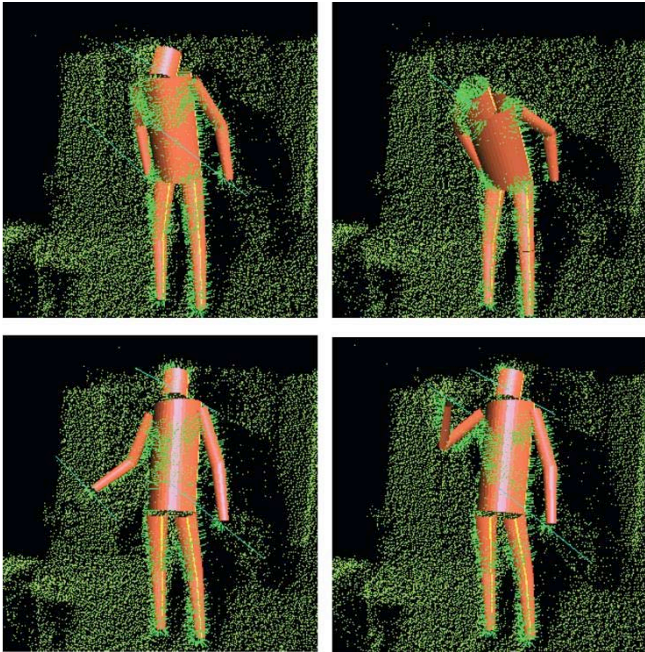
tionsspezifisch Aktionen ausführen kann. Die Handlungssituationen können hierbei stark variieren und dynamisch vom menschlichen Verhalten abhängen. Der Roboter muss kognitive Fähigkeiten besitzen, um sein Verhalten an wechselnde Situationen und Aufgaben anpassen zu können. Neben dem Verständnis über seine Umgebung (z. B. Räume, Objekte) muss er situationsabhängig Entscheidungen fällen und mit dem Menschen interagieren. Die Interaktion findet hierbei physikalisch (z. B. Überreichen eines Objekts) und über multimodale Dialoge (z. B. Gesten) statt. Um diese Fähigkeiten zu lernen sind Funktionen auf dem Gebiet der Perzeption und Interpretation der Umgebung sowie des Menschen und seiner Handlungen notwendig.



Activityrecognition

Hierbei kommt der Erkennung von Aktivitäten des Menschen besondere Bedeutung zu. Der Roboter muss Annahmen über seine momentane Intention und längerfristige Absichten treffen, um sich im Umgang mit dem Benutzer stets nachvollziehbar und benutzerfreundlich zu verhalten. Die sensorischen Grundlagen für diese Intentionserkennung werden intensiv betrachtet. Weiterhin sollte der Roboter in der Lage sein, sein Wissen über Sachverhalte, Verfahren und Handlungsgegenstände (Objekte) effektiv und effizient zu lernen, verwalten und zu erweitern.

Das IAIM leitet eine von drei Abschlussdemonstrationen des Projektes, sowie das Arbeitspaket zur Erkennung und zum Verständnis menschlicher Bewegungen und ist in weiteren Arbeitspaketen vertreten.



Bodytracking

### **PACO-PLUS**

*(T. Asfour, P. Azad, A. Bierbaum, K. Welke)*

Unter Federführung der Universität Karlsruhe (IAIM) befasst sich das von der EU geförderte Integrated Project PACO-PLUS mit der Frage, wie man kognitive Eigenschaften auf Roboter übertragen kann. Ziel ist es zunächst einmal, in einem mehrstufigen Prozess komplexere sensorische und motorische Fähigkeiten in einem humanoiden Roboter zu implementieren. Darauf aufbauend soll der Roboter durch Exploration seiner Umgebung die Zusammenhänge zwischen seinen Aktionen und der wahrgenommenen (perzeptierten) Welt erlernen. Hierzu werden am IAIM Methoden untersucht, die vom rein explorativen Lernen bis hin zum teaching oder coaching durch den Menschen reichen. Im Verlauf dieses Prozesses wird der Roboter einfache kausale Zusammenhänge "entdecken", wie zum Beispiel, dass Objekte ihre Eigenschaften durch seine Aktionen verändern (eine volle Tasse wird z.B. durch die Aktion des Umkippen in eine leere Tasse überführt). Das Erkennen und wiederholte Ausführen solcher Ereignisketten ermöglicht es dem Roboter Sinnzusammenhänge zu begreifen. Das Erfassen von Zusammenhängen stellt einen wesentlichen Schritt in Richtung Kognition dar.

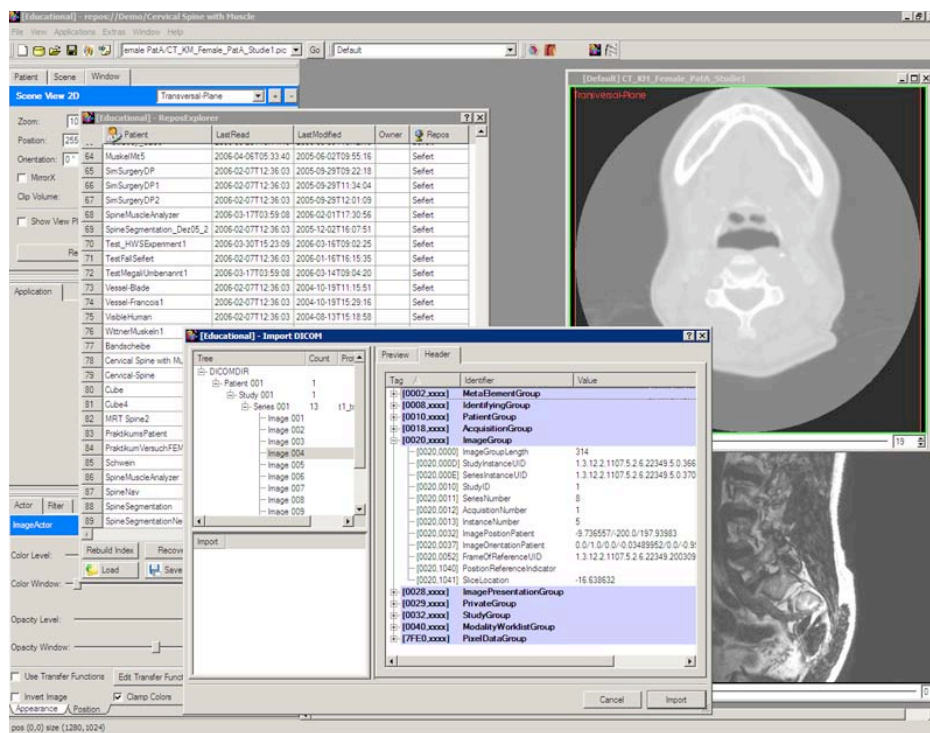
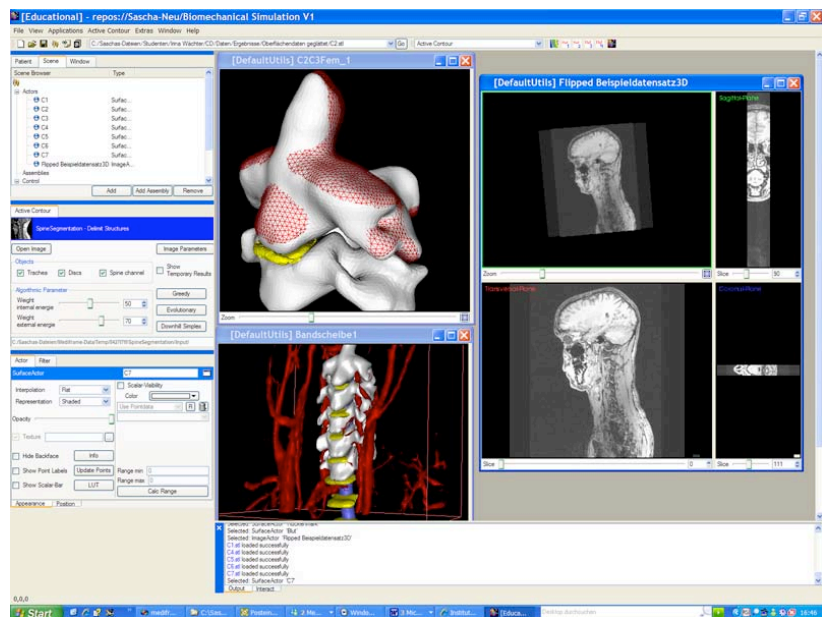
### **Softwareframework MEDIFRAME vereint medizinische Bilddaten mit der biomechanischen Simulation**

*(S. Seifert)*

In den letzten Jahren ist in den Kliniken weltweit zunehmend der Ruf nach computerbasierten Werkzeugen zur Operationsplanung und Diagnostik laut geworden. Die Unterstützung bei heutigen klinischen Systemen geht jedoch über das Speichern und Visualisieren von medizinischen Bilddaten nicht hinaus. Für die immer wichtiger werdende medizinische Simulation fehlt es jedoch an ausgereifter und erweiterbarer Software. Simulationen

in der Medizin basieren heute sehr häufig auf der Finite-Elemente-Methode. Daher wird am Institut für Technische Informatik an dem Softwaresystem MEDIFRAME gearbeitet, welches es erlaubt, medizinische Bilddaten in Echtzeit zu explorieren und gleichzeitig struktur- und fluidmechanische Simulationsdaten zu integrieren. Der entwickelte Operationsplan lässt sich transparent in einem netzweit verfügbaren Repository speichern und jederzeit, beispielsweise im Operationssaal, abrufen. Bisher ist MEDIFRAME als Entwicklungsplattform bekannt, welche Softwareentwickler im medizintechnischen Bereich an den Universitäten und in der Industrie nutzen können, um effizient medizinische Applikationen zu erstellen.

Bild rechts: Medizinische Visualisierung und mechanische Simulation vereint in MEDIFRAME



Speicherung von Patientendaten in netzweit verfügbaren Repositories

## Erzeugung eines biomechanischen Halswirbelsäulenmodells aus tomografischen Bilddaten des Patienten

(S. Seifert)

Bei der heute vorherrschenden Operationsplanung in der Wirbelsäulenchirurgie wird durch Betrachten des tomographischen Bildmaterials die Vorgehensweise während der Operation festgelegt. Die Begründung für eine bestimmte Therapie basiert dabei auf allgemeinen und subjektiven medizinischen Erfahrungswerten. Am Institut für Technische Informatik wird daher an einem Softwarewerkzeug zur Operationsplanung auf Basis eines patientenspezifischen Finite-Elemente-Modells (FE-Modell) gearbeitet, welches die Auswirkungen eines Eingriffs vorhersagen und optimieren lässt. Ausgangspunkt für die Anpassung an den jeweiligen Patienten ist ein durchgängiger Prozess, der ausgehend von den tomographischen Bilddaten das FE-Modell automatisch erzeugt und geeignet parametrisiert. Damit lassen sich dann verschiedene Bewegungsmuster der Halswirbelsäule nachstellen. Während in den letzten Jahren die Software insbesondere um ein Rahmenwerk zur Berechnung von Weichgewebedeformationen erweitert wurde, ist nunmehr ein komplexes Bandscheibenmodell hinzugekommen, welches die heterogenen und anisotropen Eigenschaften der realen Bandscheibe korrekt abbildet: Berücksichtigt werden der innere gallertartige Kern und der äußere kollagenhaltige faserige Ring der natürlichen Bandscheibe. Eine Bewegungsstudie mit dem Computermodell zeigte die Tauglichkeit des Ansatzes. Zukünftige Arbeiten beschäftigen sich nunmehr mit der Modellierung von Pathologien (Bandscheibendefekte).

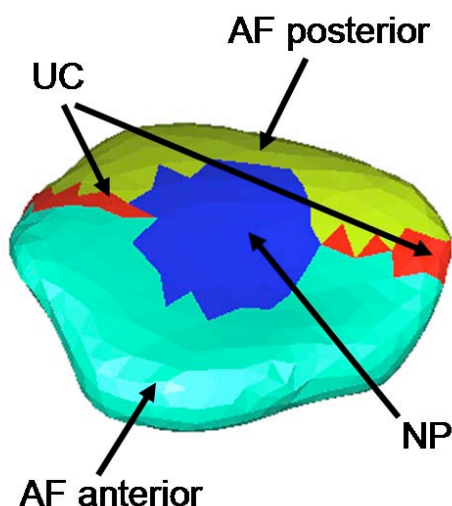


Bild links: Komplexes Bandscheibenmodell

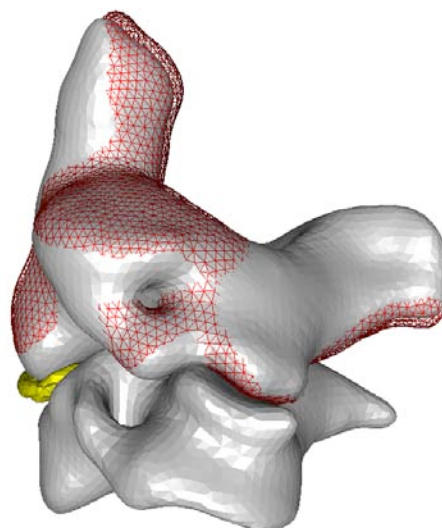


Bild rechts: Bewegungssimulation des C1-C2-Segments

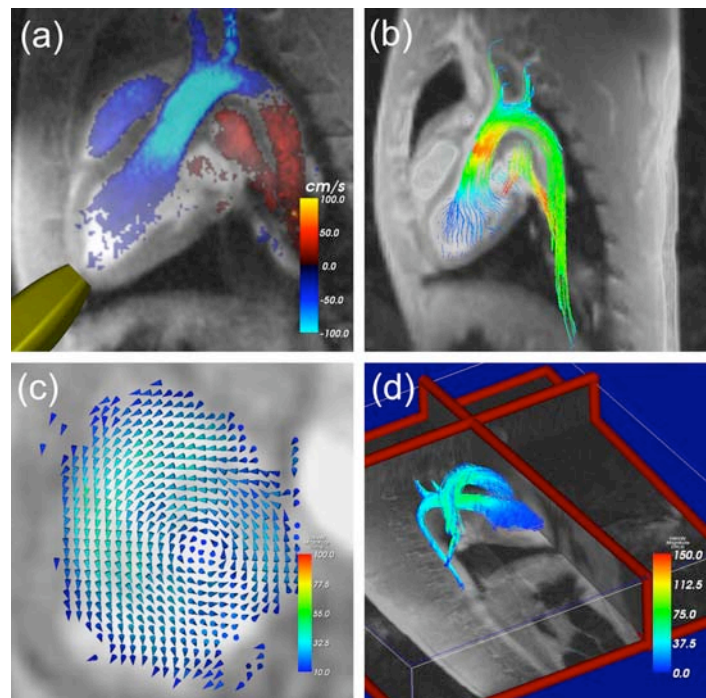
## Rechnergestützte Analyse von Blutflüssen

(R. Unterhinninghofen)

Die Untersuchung pathophysiologischer Blutflüsse im kardiovaskulären System steht im Vordergrund eines Forschungsprojekts, das zusammen mit Herzchirurgen des Universitätsklinikums Heidelberg und Radiologen des Deutschen Krebsforschungszentrums durchge-

führt wird. Dem Wunsch der Kliniker folgend, auch komplizierte, krankhafte Veränderungen des Blutflusses nicht-invasiv zu erfassen, werden neuartige rechnergestützte Diagnoseverfahren entwickelt.

Mittels Magnetresonanztomographie wird ein zeitlich aufgelöstes Vektorfeld der Flussgeschwindigkeiten aufgenommen. Über das zur Auswertung der Daten entwickelte Softwareframework MEDIFRAME können die Blutströme dann mit verschiedenen Methoden visualisiert und quantifiziert werden. Durch die Entwicklung spezieller Segmentierungsverfahren ist es zudem möglich, gezielt Defekte, beispielsweise an den Herzklappen, zu untersuchen. Die Ergebnisse wurden kontinuierlich an experimentellen und klinischen Datensätzen evaluiert. Für die Zukunft wird an der Definition geeigneter Klassifikatoren für pathologische Strömungsverhältnisse gearbeitet, um dem Arzt zuverlässigere, standardisierte und vergleichbare Diagnosen zu ermöglichen.



Visualisierung von Blutflüssen  
mit MEDIFRAME:

- (a) Virtuelle Echokardiographie,
- (b) Strömungslinien in der Aorta,
- (c) Wirbel in linker Herzkammer,
- (d) 3D-Strömungslinien von Aorta  
und Pulmonalarterie

## Graduiertenkolleg 1126 - TP M2 Automatisierte Umsetzung komplexer chirurgischer Bewegungsabläufe

(S. Speidel)

Intraoperative Assistenzsysteme erstreben eine qualitative Verbesserung der Operation und erweitern die Fähigkeiten des Chirurgen. Wünschenswert wäre ein System, das abhängig vom Operationskontext und den ausgeführten Handlungen eine optimale Unterstützung generiert, beispielsweise mithilfe der Erweiterten Realität. Voraussetzung dafür ist die automatische Analyse und Klassifikation chirurgischer Handlungsfolgen, die mit einem Stereo-Endoskop beobachtet werden. Grundlage für eine bildbasierte Analyse ist die Segmentierung der Bilddaten in Teilfolgen anhand charakteristischer Merkmale und Schlüsselpunkte. Ein charakteristisches Merkmal ist die Trajektorie der OP-Instrumente, um elementare

Bewegungen zu klassifizieren und zu bewerten. Es wurde ein markerloses Tracking der Instrumente basierend auf endoskopischen Bildsequenzen entwickelt. Außerdem wurden erste Schritte in Richtung bildbasierte 3D-Rekonstruktion der Szene realisiert, um Schlüsselpunkte zu detektieren, beispielsweise Kontaktpunkte des Instruments mit Gewebe oder Fremdmaterial.

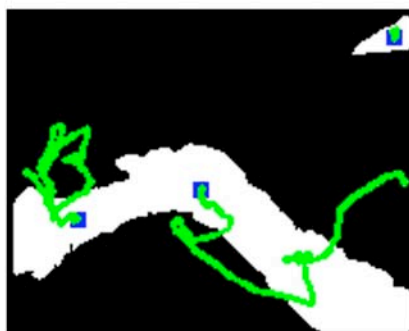
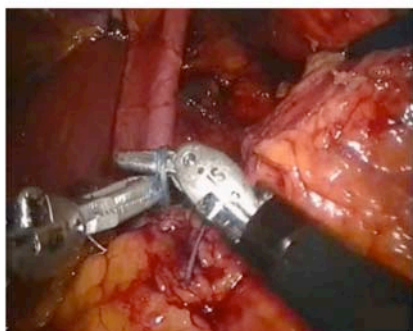
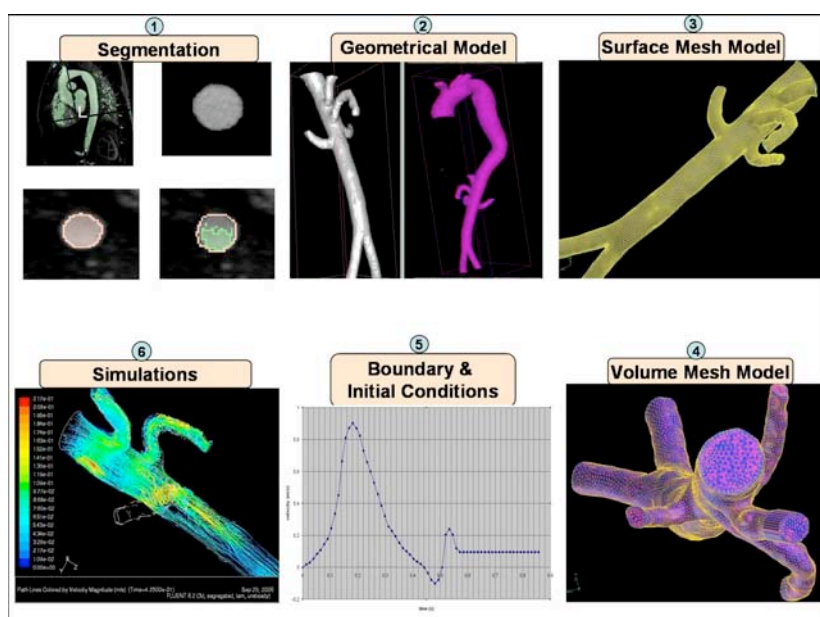


Bild links: reale Szene, Bild rechts: segmentierte Instrumente und rekonstruierte Trajektorien

### Graduiertenkolleg 1126 - TP P1 Entwicklung einer funktionellen Evaluationsmethode zu Druck- & Flussbelastungen bei Aortenerkrankungen

(D. Hazer)

Für Patienten mit Aortenerkrankungen hat sich die minimal-invasive Chirurgie, neben der konventionellen Chirurgie, als vorteilhafte Therapie mit minimalen Risiken erwiesen. Um Erkrankung und Therapie besser beurteilen zu können, ist die Kenntnis hämodynamischer Parameter notwendig. In diesem Zusammenhang besteht im Rahmen des Graduiertenkollegs "Intelligente Chirurgie" - eine Kooperation mit dem Uniklinikum Heidelberg, der Universität Karlsruhe (TH) und dem dkfz Heidelberg - ein Forschungsprojekt zur Modellierung der Aorta. Ziel dieses P1-Projekts ist die Entwicklung einer CT/MRT basierten patientenspezifischen Evaluationsmethode zur realen Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)

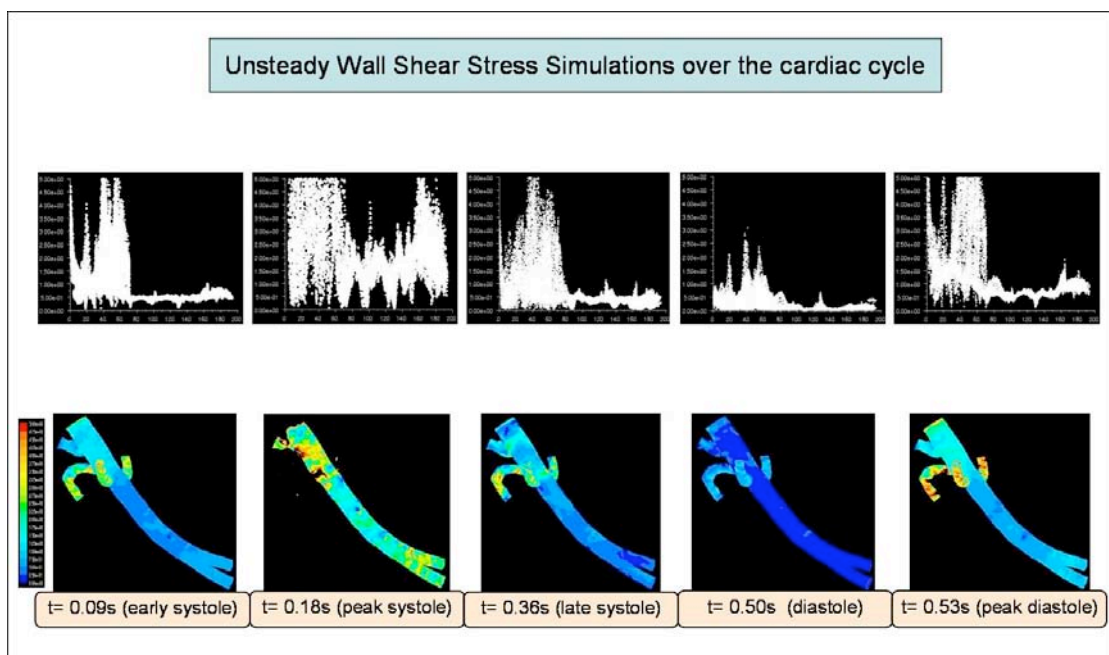


CFD Blutflusssimulationen - Prozesskette



zwischen der Blutströmungsdynamik und der Wandstrukturmechanik. Grundlage dafür ist die Erstellung zweier Modelle: Eines Blutmodells, welches die Hämodynamik des Blutflusses in der Aorta simuliert, und eines Strukturmodells, welches die elastomechanische Deformation der Aortenwand zusätzlich berücksichtigt. Beide Modelle werden dann gekoppelt, um das reale FSI-System zu schaffen.

In diesem Jahr wurde das Blutmodell erstellt. Damit lassen sich basierend auf unterschiedlichen patientenspezifischen Aortengeometrien CFD (Computational Fluid Dynamics)-Simulationen durchführen und relevante Parameter wie Geschwindigkeitsprofile, Druckverteilungen und Kräfte in der Aorta nicht-invasiv berechnen und darstellen.



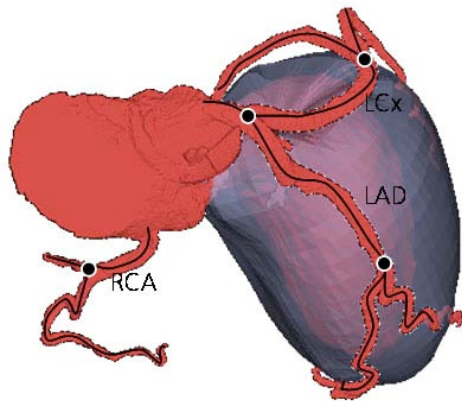
*Simulation der Scherkräfte auf der Aortenwand*

#### 4D-Segmentierung des Herzens in MSCT Daten

(D. Fritz)

Die manuelle Segmentierung und Analyse von sowohl zeitlich als auch örtlich hoch aufgelösten Multi-Slice-Cardiac-CT (MSCT)-Datensätzen ist sowohl arbeitsintensiv als auch zeitaufwändig. Daher sollen in diesem Projekt in Zusammenarbeit mit Siemens Medical Solutions, Verfahren zur vollautomatischen Analyse der Herzfunktion erstellt werden.

In der Funktionsdiagnostik des Herzens interessiert vor allem der Vergleich zwischen der Endsystole (ES) und der Enddiastole (ED), d. h. zwischen dem Zustand der maximalen Füllung und der maximalen Kontraktion der Herzkammer, sowie die Bewegung des Herzmuskels zwischen diesen beiden Phasen. Aufbauend auf einem statistischen Modell des Herzens, das eine Segmentierung der linken Herzkammer nur zu den Zeitpunkten ED und ES erlaubte, lag der Schwerpunkt der Arbeit in diesem Jahr auf der Erweiterung dieses Modells, so dass der komplette Bewegungsablauf analysiert werden kann, sowie auf der Analyse des den Herzmuskel versorgenden Gefäßbaums.



Modell der linken Herzkammer mit segmentiertem Koronargefäßbaum

## Erweiterte Realität in der minimal-invasiven Chirurgie

(G. Sudra)

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines situationsabhängigen Systems der Erweiterten Realität (ER) für die minimal-invasive Chirurgie. Dabei wird die aktuelle Tätigkeit des Chirurgen durch eine Auswertung intraoperativ gewonnener Sensordaten ermittelt und mit einem Modell des chirurgischen Eingriffs verglichen. Im Anschluss kann eine geeignete Visualisierung generiert werden, welche den Chirurgen bei der momentan ausgeführten Tätigkeit optimal unterstützt. Die Unterstützung erfolgt, indem die Bilder eines Stereo-Endoskops mit virtuellen Daten aus der Operationsplanung überlagert werden. Die Präsentation der Daten wird in einem Brillensystem realisiert. 2006 wurden Untersuchungen zur Erkennung von planmäßigen Situationen und zur Erkennung von Gefahrensituationen durchgeführt. Hierzu wurde ein logik-basiertes Modell für die Situationserkennung entwickelt und mit dem ER-System MediAssist (Medical Assistance for Intraoperative Skill Transfer) evaluiert. Außerdem wurden neue Ansätze zur Interaktion mit virtuellen Daten in der Erweiterten Realität untersucht, beispielsweise die Manipulation von Schichtbildern in der Erweiterten Realität.

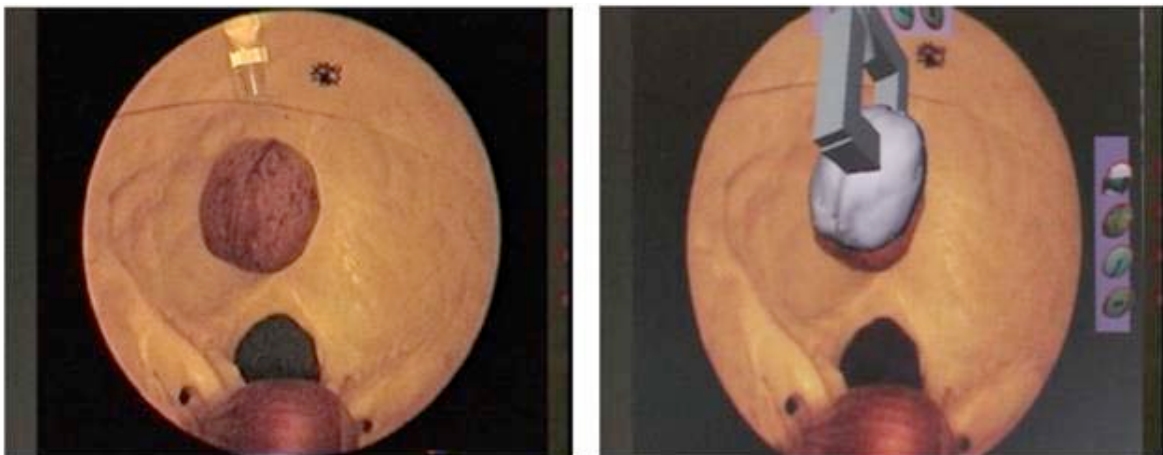


Bild links: reale Szene; Bild rechts: Überlagerung mit virtuellem Modell

## EURON

*(M. Pardowitz)*

EURON bringt europäische Forscher auf dem Gebiet der Robotik an einen gemeinsamen Tisch und ermöglicht einen vereinfachten Ergebnisaustausch. EURON arbeitet auf den Gebieten der Standardisierung und Definition von Benchmarks, der Organisation und Unterstützung von Summer Schools, des Transfers wissenschaftlicher Forschungsergebnisse aus den Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft und des Roadmappings zukünftiger Robotikforschung. Der Beitrag des IAIM liegt in der Erstellung dieser Roadmap. Das Ziel ist eine Orientierung der europäischen Robotikforschung im internationalen Koordinatensystem sowie die Identifikation der wesentlichen Forschungstrends in den nächsten Jahren.

Die Arbeit des vergangenen Jahres, welche in der initialen Sammlung von sozialen und ökonomischen Hintergründen, Zielen, Hindernissen, Schlüsseltechnologien und konkreten Forschungsvorhaben im Rahmen eines Workshops bestand, wurde durch persönliche Kommunikation mit den Schlüsselpersonen europäischer Forschungseinrichtungen, aktive Teilnahme an verschiedenen internationalen Workshopreihen zu den Themen Benchmarking und Roadmapping durch inkrementelle Fortschreibung des initialen Roadmap-Dokumentes.

## Fahrerlose Transportsysteme (FTS) im Krankenhaus

*(B. Gaßmann, K.-U. Scholl, K. Uhl)*

Seit mehreren Jahren entwickelt das FZI Forschungszentrum Informatik für die Firma Swisslog Telelift GmbH eine Steuerung für Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), die durch innovative Lasernavigation hohe Sicherheit und Flexibilität vereint. Da zur Lokalisation des FTF die Konturen der Umgebung herangezogen werden, sind bauliche Veränderungen des Einsatzortes zur Festlegung von Fahrspuren nicht mehr erforderlich.

Das Verhalten und die Fahrspuren der FTF werden durch die Verknüpfung eines topologischen Graphen mit einem Zustandsautomaten definiert. Logisch oder topologisch zusammenhängende Strukturen können dabei in hierarchischen Gruppen angeordnet und mit sekundären Peripheriekomponenten verknüpft werden, wodurch die Repräsentation der gesamten FTS-Anlage ermöglicht wird. Diese nutzt der am FZI entwickelte zentrale Leitstand (Transports and Peripherals Administrative Centre TaPAC), um für eine optimale Verteilung der Transportaufträge auf die FTF sowie eine vorausschauende Freigabe der Fahrwege und Bereitstellung der Betriebsmittel zu sorgen. Die realitätsnahe Simulation von kompletten FTS-Anlagen unterstützt darüber hinaus die Planung und Inbetriebnahme. Die Möglichkeit zur Fernüberwachung und -manipulation ist durch eine modulare Steuerungsarchitektur mit definierten Schnittstellen gegeben. Es befinden sich bereits über 100 Fahrzeuge im produktiven Einsatz in mehreren Krankenhäusern in Europa und den USA und stellen derzeit das flexibelste Transportsystem dieser Art dar.

## **Fahrerassistenzsysteme**

*(M. Ziegenmeyer)*

Das Projekt Fahrerassistenzsysteme wurde 2006 in Kooperation mit einem Industriepartner ins Leben gerufen. Im Mittelpunkt stehen Fahrerassistenzsysteme, die zum einen das Fahren komfortabler gestalten und vereinfachen, zum anderen aber auch den Fahrer durch Warnhinweise auf mögliche Gefahrensituationen aufmerksam machen. Zudem können aktive Sicherheitssysteme, wie z. B. Airbags, intelligenter ausgelöst werden.

Die bearbeiteten Themenbereiche umfassen das Erkennen von Fahrspuren, Verkehrschildern und anderen Fahrzeugen, die Klassifikation der Beifahrersitzbelegung sowie Einparkassistenzsysteme. Hierfür werden Algorithmen aus den Gebieten der Bildverarbeitung und des maschinellen Lernens zusammengeführt und weiterentwickelt. Zudem sollen anhand stochastischer Verfahren Aussagen über die Güte der Ergebnisse getroffen werden.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Analyse der Eignung von Tiefenbildkameras für diese Einsatzgebiete. Dabei werden im Vergleich zu Farbkameras sowohl die Vor- und Nachteile der beiden Systeme, als auch Kombinationsmöglichkeiten evaluiert.

## **Automatisierung einer Teststrecke**

*(C. Birkenhofer)*

In Kooperation mit der Alfred Kärcher GmbH entwickelt das FZI ein System zur Erhöhung des Autonomiegrades dynamischer und stationärer Betriebsabläufe auf der Kärcher-Teststrecke für Kehrmaschinen und Bodenreiniger. Durch die strukturierte Steuerung und Regelung der Teststrecke kann der Durchsatz an Probeläufen signifikant erhöht werden. Die erstellten Testprotokolle erlauben die Analyse möglicher Fehlerursachen.

Das FZI hat sich dabei zum Ziel gesetzt, eine ganzheitliche Architektur zu schaffen, die die Prozesse Projektierung, Parametrisierung, Konfiguration und Messdatenerfassung integriert. Weiterhin soll die Möglichkeit der Skalierung und Erweiterung solcher Testabläufe für zukünftige Testfahrzeuge ermöglicht werden. Eine auf speicherprogrammierbaren Steuerungen basierende Lösung wurde hierfür entwickelt. Dezentrale Steuerungen steuern und erfassen die einzelnen Probeläufe. Im Leitstand der Anlage werden alle relevanten Daten visualisiert und für die Fehleranalyse archiviert. Durch die strukturierte Erfassung von Fehlerzuständen versprechen sich Kärcher und das FZI weitgehende Erkenntnisse, die in die Entwicklung neuer Produkte einfließen werden.

## **KHG - Untersuchungen zur Strahlenbeständigkeit eines ROSI-Systems**

*(J. C. Albiez)*

Die Firma Kerntechnische Hilfsdienst GmbH (KHG) wurde von den Betreibern der deutschen Kernkraftwerke, der Brennstoffkreislaufindustrie und den Großforschungszentren gegründet und ist Teil der Notfallversorgung bei Störfällen in kerntechnischen Anlagen. Die Manipulatorfahrzeuge, die durch die Firma KHG eingesetzt werden, müssen strahlenbeständig sein. Hierbei stellt insbesondere die  $\gamma$ -Strahlung ein Problem für die elektronischen Komponenten dar.

In vorangegangenen Projekten wurde ein 3D-Laserscanner ROSI II für den Einsatz bei der Firma KHG erweitert, und bei der KHG erfolgreich evaluiert. Innerhalb dieses Projektes wurden die für ein ROSI-System kritischen Komponenten auf ihre  $\gamma$ -Strahlenfestigkeit hin untersucht. Hierfür wurden ein SICK LMS 200, ein Universal Controller Module (UCoM) und ein Faulhaber Motor mit optischem Impulsgeber  $\gamma$ -Strahlung von 72 Gy/h ausgesetzt. Durch einen geeigneten Versuchsaufbau wurde das Verhalten der Komponenten überwacht und alle Daten aufgezeichnet. Die hierbei verwendete Software war in der Lage, selbstständig ein Versagen des Systems festzustellen und zu protokollieren.

Der Versuch, der in Kooperation mit Mitarbeitern der Firma KHG aus den Bereichen Fernhantierung und Strahlenschutz am Strahlencentrum der Universität Gießen durchgeführt wurde, hat gezeigt, dass die für  $\gamma$ -Strahlung anfälligste Komponente der SICK LMS 200 ist. Der LMS 200 fiel nach 1 Stunde und 26 Minuten aus. Dies entspricht einer Dosis von 135 Gy am exponiertesten Teil. Das UCoM und der Motor mit Impulsgeber haben den Versuch unbeschadet überstanden.

### **Sicheres und adaptives Greifen und Manipulieren bekannter Alltagsobjekte**

*(Z. Xue)*

Manipulation ist ein wesentliches, charakteristisches Merkmal für innovative Servicerobotik. Grundvoraussetzung hierfür ist das sichere Greifen verschiedener Objekte unterschiedlicher Form und Größe. Innerhalb des vom BMBF geförderten Projektes "DESIRE – Deutsche Servicerobotikinitiative" wird untersucht, wie alltägliche Gegenstände mit einer mehrfingerigen Roboterhand robust zu greifen und zu manipulieren sind.

Im Jahr 2006 wurden Kriterien zur Bewertung von Griffen untersucht. Gemäß der Cutkosky-Taxonomie konnten für alle Kraft- und Präzisionsgriffe Kontaktpunkte und die wirkenden Kräfte am Objekt betrachtet werden. Mit Hilfe solcher Kriterien ist es möglich, Griffe automatisch zu generieren und in einer Simulationsumgebung zu evaluieren. Die besten Griffe werden dann in einer Griffdatenbank gespeichert. Bei der Ausführung der Griffe wird anhand des zu greifenden Objekts, anhand von Hindernissen und der Ausführbarkeit der Operation der jeweils beste Griff aus der Datenbank ausgewählt. Jeder Finger wird dabei durch eine Impedanzregelung gesteuert. Diese Regelung ermöglicht ein nachgiebiges Greifen zwischen Handfläche und Objekt und garantiert damit einen sicheren Griff.

### **Laufmaschinen - Ein Musterbeispiel für das bionische Konzept**

*(J. C. Albiez, B. Gaßmann, T. Kerscher)*

Das Forschungsgebiet der Bionik (Biologie und Technik) beschäftigt sich mit der Entschlüsselung der Natur und der innovativen Umsetzung in die Technik. Seit Jahren arbeiten die Wissenschaftler der FZI-Abteilung Interaktive Diagnose- und Servicesysteme (IDS) an Laufrobotern, die die Natur zum Vorbild haben. Im Rahmen dieser Arbeiten entstanden der vierbeinige, säugetierartige Roboter BISAM sowie mehrere Versionen des sechsbeinigen insektenartigen Roboters LAURON.

Der Erfolg und die Akzeptanz dieser Roboter spiegeln sich in dem breiten Interesse an den Robotern wider. So wurde LAURON zum Beispiel in einem Schulbuch (DUDEN PAE-TEC), in der Reihe "WAS IST WAS" (Tessloff Verlag) und in der Broschüre "Bionik – Zukunft lernt von der Natur" (Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim) erwähnt und abgebildet. Neben der Sonderausstellung "Bionik – Vom Ursaurier zum laufenden Roboter" im Museum der Natur in Gotha wurden LAURON und auch BISAM im Naturkundemuseum in Karlsruhe während der Ausstellung "Bionik – Zukunfts-Technik lernt von der Natur" ausgestellt. Im Rahmen dieser Ausstellung wurde LAURON bei einem "Tag der Bionik" vorgeführt und stieß auf breites Interesse bei jungen wie älteren Besuchern.



LAURON im Naturkundemuseum

### **Biomechanisch inspirierte Steuerung für zweibeiniges elastisches Laufen**

(J. C. Albiez, T. Kerscher)

Erkenntnisse aus der Biomechanik haben gezeigt, dass der Mensch bei der Fortbewegung starken Gebrauch der Feder-Dämpfer-Eigenschaften der Muskeln macht. Diese biomechanischen Beobachtungen sollen in einer effizienten Steuerungsarchitektur für zweibeiniges elastisches Laufen realisiert werden. Um elastisches Rennen und Gehen technisch zu ermöglichen, muss ein geeigneter Regelungsalgorithmus gefunden werden, der die inhärenten Eigenschaften künstlicher Muskeln zum Einstellen der Beinlänge ausnutzt. Dabei sollen möglichst einfach und effizient die zur Umsetzung der biologischen Modelle notwendigen stabilen Schwingvorgänge untersucht werden. Mit Hilfe eines eindimensionalen Versuchsaufbaus (Vereinfachtes Modell für Rennen und Gehen auf der Stelle) werden verschiedene Möglichkeiten zur Nutzung der einstellbaren passiven Elastizität evaluiert. Die Beinregler werden dabei so angepasst und erweitert, dass eine Adaption auf Bewegungen mit unterschiedlichen Lasten und Untergründen ohne weitere Parametrisierung erreicht wird.

Die technische Realisierung elastischen Rennens und im Besonderen elastischen Gehens sowie deren Übergänge wird durch die Verwendung eines hybriden Antriebskonzepts erreicht. Dabei kommen sowohl Elektromotoren als auch pneumatische Muskeln zum Einsatz. Durch die Elektromotoren sind steife schnelle Bewegungen möglich. Die Muskeln hingegen ermöglichen durch den Einsatz als antagonistisches Paar die Realisierung eines einstellbaren Feder-Dämpfer-Systems.

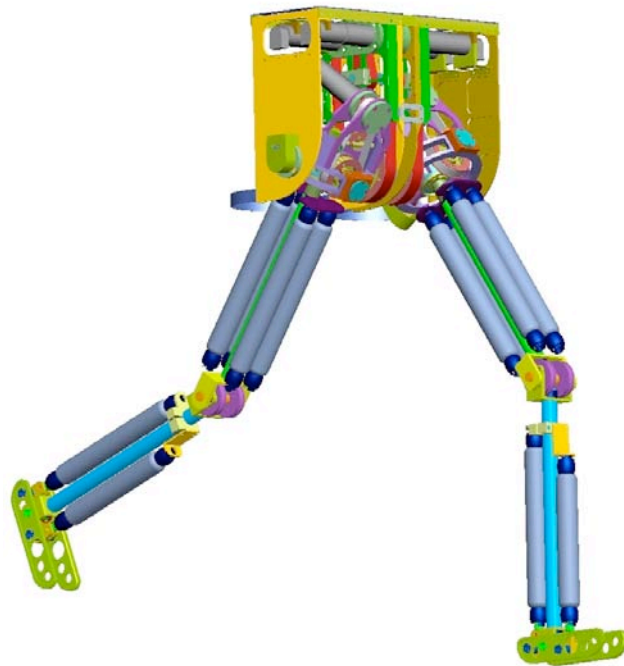
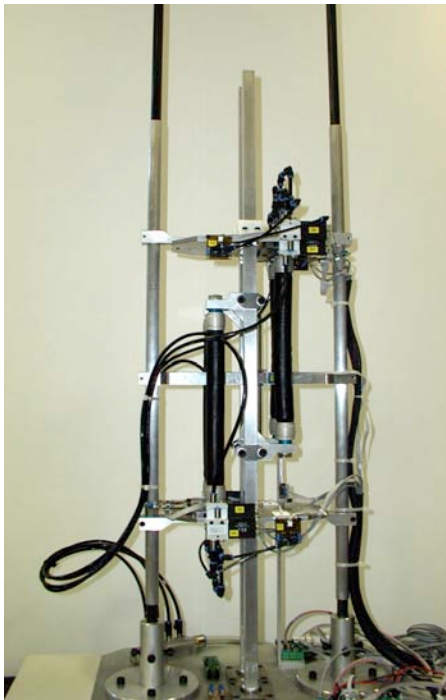


Abb. links: Evaluation des elastischen Antriebs mittels Eindimensionalen Versuchsaufbaus; Abb. rechts: CAD-Entwurf für einen elastisch laufenden zweibeinigen Roboter.

## Kairo-II

(C. Birkenhofer)

Das FZI beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahren mit der Entwicklung mehrsegmentiger Roboter. Aufbauend auf die Architektur MAKROplus, deren Entwicklung vom BMBF bis 2005 gefördert wurde, entsteht am FZI der mehrsegmentige Roboter Kairo-II. Dieser Roboter besitzt ein neuartiges Antriebskonzept. Statt der bisher eingesetzten Räder wird ein Kettenantrieb mit verstellbarem Aufsetzwinkel (Flipper) integriert. Weiterhin ermöglichen Sensoren zur Kräftefassung und die Steuerung eine weitgehend flexible Anpassung von Kairo-II an seine Umgebung und einen aktiven Einsatz aller redundanten Antriebe.

Das System ist modular aufgebaut. Je nach Zielszenario kann eine optimale Roboterkonfiguration bestehend aus Antriebsmodulen, Sensorikeinheiten und Akkumulatoren zusammengestellt werden. Die Länge des Roboters variiert dabei. Die strikte Trennung einzelner Funktionsgruppen der Basissteuerung und die Festlegung dezidierter Schnittstellen erlauben eine mechanische und elektronische Kapselung des Systems und damit den Einsatz in rauen Umgebungen. Durch die Verwendung von hochintegrierten Schaltungen im Inneren des Roboters bleibt ausreichend Platz für Nutzsensoren und Inspektionsmodule.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:****Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Albiez, J.; Giesler, B.; Lellmann, J.; Zöllner, J.M.; Dillmann, R.:** Virtual Immersion for Tele-Controlling a Hexapod Robot. In: Proc. of the 8th International Conference on Climbing and Walking Robots. Hrsg.: Tokhi, M.O.; Virk, G.S.; Hossain, M.A.; CLAWAR 2005, London, UK, 12.-15.09.2005. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006, S. 1087-1094

**Ascari, L.; Ziegenmeyer, M.; Corradi, P.; Gassmann, B.; Zöllner, M.; Dillmann, R.; Dario, P.:** Can Statistics help Walking Robots in Assessing Terrain Roughness? Platform Description and Preliminary considerations. In: 9th ESA Workshop on Advanced Space Technologies for Robotics and Automation, Proc. ASTRA 2006, Noordwijk, Niederlande, 28.-30.11.2006

**Asfour, T.; Gyarfás, F.; Azad P.; Dillmann, R.:** Imitation Learning of Dual-Arm Manipulation Tasks in Humanoid Robots. In: IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Proc. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids '06, Genua, Italien, 04.-06.12.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006

**Asfour, T.; Regenstein, K.; Azad, P.; Schröder, J.; Bierbaum, A.; Vahrenkamp, N.; Dillmann, R.:** ARMAR-III: An Integrated Humanoid Platform for Sensory-Motor Control. In: IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Proc. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Humanoids '06, Genua, Italien, 04.-06.12.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006

**Azad, P.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Combining Appearance-based and Model-based Methods for Real-Time Object Recognition and 6D Localization. In: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IROS 2006, Beijing, China, 09.-15.10.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 5339-5344

**Azad, P.; Ude, A.; Asfour, T.; Cheng, G.; Dillmann, R.:** Image-based Markerless 3d Human Motion Capture using Multiple Cues. In: International Workshop on Vision Based Human-Robot Interaction, Proc. EUROS 2006, Palermo, Italy, 15.-18.03.2006. S. CD-ROM

**Becher, R.; Steinhaus, P.; Zöllner, R.; Dillmann, R.:** Design and Implementation of an Interactive Object Modelling System. In: Proceedings of ISR 2006 and Robotik 2006. Hrsg.: VDI-Wissensforum GmbH. ISR 2006, München, 15.-17.05.2006. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2006, S. 27, (VDI-Berichte; 1956)

**Bertram, D.; Kuffner, J. J.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** An Integrated Approach to Inverse Kinematics and Path Planning for Redundant Manipulators. In: IEEE-RSJ International Conference on Robotics and Automation, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICRA06, Orlando, FL, USA, 15.-19.05.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 1874-1879



- Gassmann, B.; Bär, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:** Navigation of Walking Robots: Adaptation to the Terrain. In: 9th International Conference on Climbing and Walking Robots, Proceedings. Hrsg.: Baidoin, Y.; Lefeber, D.; CLAWAR 2006, Brüssel, Belgien, 12.-14.09. 2006. Sheffield, UK: The CLAWAR Association, 2006, S. CD-ROM
- Hazer, D., Unterhinninghofen, R., Kostrzewa, M., Kauczor, H., Dillmann, R., Richter, G.:** A Workflow for Computational Fluid Dynamics Simulations using Patient-Specific Aortic Models. In: 24. CADFEM User's Meeting, Proc. Hrsg.: CADFEM GmbH. CADFEM 2006, Fellbach, 25.-27.10. 2006. S. CD-ROM
- Huwedi, A.; Steinhaus, P.; Dillmann, R.:** Autonomous Feature-Based Exploration Using Multi-Sensors. In: IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. MFI 2006, Heidelberg, 03.-06.09. 2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 456-461
- Kerscher, T.; Albiez, J.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:** Biomechanical inspired control for elastic legs. In: 9th International Conference on Climbing and Walking Robots, Proc. Hrsg.: Baidoin, Y.; Lefeber, D.; CLAWAR 2006, Brüssel, Belgien, 12.-14.09. 2006. Sheffield, UK: The CLAWAR Association, 2006, S. CD-ROM
- Knoop, S.; Schmidt-Rohr, S. R.; Dillmann, R.:** A Flexible Task Knowledge Representation for Service Robots. In: The 9th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, Proc. Hrsg.: Arai, T. et. al.; IAS-9, Tokio, Japan, 07.-09.03.2006. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokio, Washington: IOS Press, 2006, S. 856-864
- Knoop, S.; Vacek, S.; Dillmann, R.:** Sensor Fusion for 3D Human Body Tracking with an Articulated 3D Body Model. In: IEEE-RSJ International Conference on Robotics and Automation, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICRA06, Orlando, FL, USA, 15.-19.05.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 1686-1691
- Morales, A.; Asfour, T.; Azad, P.; Knoop, S.; Dillmann, R.:** Integrated Grasp Planning and Visual Object Localization For a Humanoid Robot with Five-Fingered Hands. In: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IROS 2006, Beijing, China, 09.-15.10.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 5663-5668
- Pardowitz, M.; Zöllner, R.; Dillmann, R.:** Incremental Learning of Task Sequences with Information-Theoretic Metrics. In: European Robotics Symposium, Proceedings. Hrsg.: H.I. Christensen. EUROS 2006, Palermo, Italy, 15.-18.03.2006. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, S. 51-63, (Springer Tracts on Advanced Robotics; 22)
- Schröder, J.; Müller, U.; Dillmann, R.:** Smart Roadster Project: Setting up Drive-by-Wire or How to Remote-Control your Car. In: The 9th International Conference on Intelligent

- Autonomous Systems, Proceedings. Hrsg.: Arai, T. et al.; IAS-9, Tokio, Japan, 07.-09.03.2006. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokio, Washington: IOS Press, 2006, S. 383-390
- Seifert, S.; Wächter, I.; Dillmann, R.:** Segmentation of Intervertebral Discs, Trachea and Spinal Cord from MRI Images. In: Computer Assisted Radiology and Surgery, Proc. Hrsg.: Lemke, H.U. et al.; CARS 2006, Osaka, Japan, 28.06.-01.07.2006. Amsterdam: Elsevier, 2006,
- Seifert, S.; Wittner, T.; Dillmann, R.:** Towards a Library for Soft Tissue Modeling. In: Computer Assisted Radiology and Surgery, Proceedings. Hrsg.: Lemke, H.U. et al.; CARS 2006, Osaka, Japan, 28.06.-01.07.2006. Amsterdam: Elsevier, 2006,
- Speidel, S.; Delles, M.; Gutt, C.; Dillmann, R.:** Tracking of Instruments in Minimally Invasive Surgery for Surgical Skill Analysis. In: Medical Imaging and Augmented Reality, Third International Workshop. Hrsg.: Yang, Guang-Zhong et al.; Medical Imaging and Augmented Reality, Shanghai, China, 17.-18.08.2006. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, S. 148-155, (LNCS; 4091)
- Steinbach, K.; Kuffner, J. J.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Efficient Collision and Self-collision Detection for Humanoids Based on Sphere Trees Hierarchies. In: IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Proc. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids '06, Genua, Italien, 04.-06.12.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006,
- Sudra, G.; Eggers, G.; Schalck, S.; Giesler, B.; Marmulla, R.; Dillmann, R.:** Augmented Reality with Fibre Optics. In: The 14th Annual Medicine Meets Virtual Reality Conference, Proc. Hrsg.: Westwood, J.D. et al.; MMVR 14, Long Beach, CA, U.S.A., 24.-27.01.2006. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington: IOS Press, 2006, S. 538-540, (Studies in Health Technology and Informatics; 119)
- Unterhinninghofen, R.; Ley, S.; Zaporozhan, J.; Szabó, G.; Dillmann, R.:** A versatile Tool for Flow Analysis in 3D-Phase-Contrast Magnetic Resonance Imaging. In: Computer Assisted Radiology and Surgery, Proc. Hrsg.: Lemke, H.U. et al.; CARS 2006, Osaka, Japan, 28.06.-01.07.2006. Amsterdam: Elsevier, 2006,
- Vacek, S.; Bergmann, S.; Mohr, U.; Dillmann, R.:** Rule-based tracking of multiple lanes using particle filters. In: IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, Proc. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. MFI 2006, Heidelberg, 03.-06.09.2006. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2006, S. 203-208
- Walther, M.; Steinhaus, P.; Dillmann, R.:** A foveal 3D laser scanner integrating texture into range data. In: The 9th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, Proceedings. Hrsg.: Arai, T. et al.; IAS-9, Tokio, Japan, 07.-09.03.2006. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokio, Washington: IOS Press, 2006, S. 748-755

**Forschungsbereich  
Intelligente Sensor-  
Aktor-Systeme**

**Institut für Technische Informatik**

Leiter:	Prof. Dr. U. D. Hanebeck
Sekretariat:	Dr. D. Gambichler
Wiss. Mitarbeiter:	F. Beutler, D. Brunn (F), O. Feiermann (F, bis 30.06.2006), M. Huber (F, ab 01.02.2006), V. M. Klumpp (ab 01.07.2006), K. Roberts (F), P. Rößler, F. Sawo (F), O. Schrempf, F. Timmer (F, bis 30.06.2006), F. Weißel (F)
Doktoranden:	M. Grigoras, G. Schwarzenberg, H. Wang
Techniker:	W. Rihm
Techn. Mitarbeiter:	W. Bleier, H. Merkle
Fotolaborantin:	A. Oberle

**Nichtlineare Zustandsschätzung**

*(D. Brunn, U. D. Hanebeck, M. Huber, V. M. Klumpp, O. Schrempf)*

Die Zustandsschätzung ermöglicht das Schließen von fehlerbehafteten Messungen auf nicht direkt zugängliche Systemzustände. Typische Beispiele sind Ortungsaufgaben oder die Rekonstruktion verteilter Phänomene (z. B. Gasverteilungen). Für nichtlineare dynamische Systeme mit stochastischen Störeinflüssen ist dieses Problem noch nicht befriedigend gelöst, da bei rekursiver Verarbeitung die Komplexität der Dichtebeschreibung unbeschränkt wächst.

Daher werden am ISAS Schätzer entwickelt, die auf verschiedenen Approximationsansätzen basieren. Die auftretenden Wahrscheinlichkeitsdichten werden dabei durch verschiedene Dichteklassen mit universeller Approximationsfähigkeit repräsentiert. Dazu zählen Dirac- und Gaußmischkurven sowie Fourierdichten. Ein weiterer Ansatz ist die Approximation der Systemfunktionen durch bedingte Dichten, welche durch Gaußmisch- und hybride Dichten dargestellt werden.

Weiterhin werden Verfahren untersucht, die es erlauben, mit Mengen von Wahrscheinlichkeitsdichten zu arbeiten. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn bestimmte Größen und Eigenschaften des Systems unbekannt sind. Dazu wird die Bestimmung des Systemzustands auf eine Menge von Schätzungen erweitert, die alle unbekanntenen Größen berücksichtigt.

**Intentionserkennung**

*(U. D. Hanebeck, O. Schrempf)*

Die Kooperation und Kommunikation von Menschen ist stark geprägt von der gegenseitigen Einschätzung der Partner, wie zum Beispiel Erkennung der Intentionen des Gegenübers. Technische Systeme mit der Fähigkeit zur Intentionserkennung auszustatten, ermög-

licht dem Menschen eine implizite Form der Kommunikation mit dem System. Dieser Ansatz wird im SFB 588 “Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter” im Rahmen der Mensch-Roboter-Kooperation betrachtet.

Zur Intentionserkennung wird am ISAS ein stochastischer Ansatz mit hybriden dynamischen Bayesnetzen verfolgt. Bayesnetze sind kaskadierte stochastische Modelle, die explizit die Abhängigkeiten von Intentionen, Aktionen und Beobachtungen als kausale Zusammenhänge abbilden. Im Mittelpunkt der systemtheoretischen Betrachtungen stehen hier die Behandlung nichtlinearer Abhängigkeiten zwischen Variablen sowie hybride Szenarien, die mit Hilfe von kontinuierlichen und diskreten Zufallsvariablen modelliert werden.

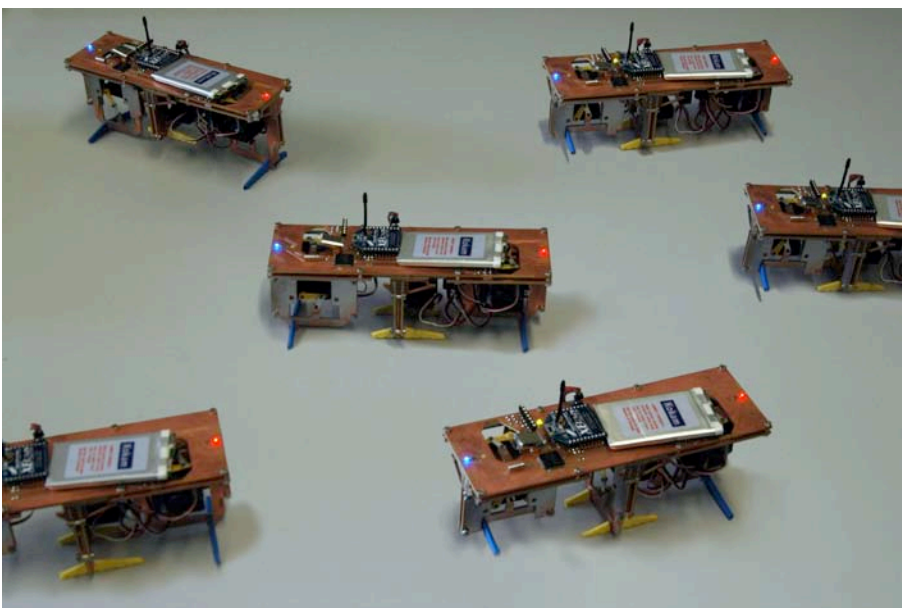
Es wurden Benutzerstudien in einem Küchenszenario durchgeführt, um die grundsätzlichen Fähigkeiten von Menschen zur Intentionserkennung zu quantifizieren. Aufgrund dieser Experimente wurde ein erster Intentionsschätzer implementiert, der innerhalb des betrachteten Szenarios Resultate erzielt, die mit denen eines Menschen vergleichbar sind.

### **Modellprädiktive Regelung**

*(U. D. Hanebeck, M. Huber, F. Weißel)*

Zur Verbesserung der Regelqualität wird bei der modellprädiktiven Regelung nicht nur der aktuelle Zustand eines technischen Systems, sondern auch das von verschiedenen Eingangssequenzen abhängige, prädizierte zukünftige Verhalten des Systems in die Regelung mit einbezogen. Die am ISAS entwickelten Verfahren zur modellprädiktiven Regelung nichtlinearer Systeme zeichnen sich insbesondere durch die systematische Berücksichtigung von Unsicherheiten aus, wobei hierzu die am Lehrstuhl entwickelten Techniken zur Zustandsschätzung zugrunde gelegt werden.

Die praktische Erprobung dieser Regelungsverfahren erfolgt mit der effizienten Regelung und Einsatzplanung eines Teams von Miniaturrobotern. Hierzu verfügt das ISAS über eine Testumgebung bestehend aus mehreren biologisch inspirierten Miniatur-Raupenrobo-



*Miniaturroboter-  
Team*

tern. Diese Miniaturroboter verfügen über sechs translatorische Freiheitsgrade und werden in einem CNC-Prozess gefertigt, der die vollständige Integration der elektronischen und mechanischen Komponenten erlaubt.

### **Sensor-Aktor-Netzwerke**

*(D. Brunn, U. D. Hanebeck, M. Huber, F. Sawo)*

Die fortschreitende Miniaturisierung von Prozessoren, Sensoren und Aktoren gestattet es, kleine, preiswerte, drahtlos kommunizierende Sensor-Aktor-Knoten in die Umwelt einzubetten. Selbstorganisierende Netzwerke, bestehend aus einer Vielzahl solcher Knoten, ermöglichen die Erschließung neuartiger Anwendungsgebiete, wie etwa die Echtzeit-Kartierung der Schadstoffkonzentration in Städten.

Am ISAS entwickelte, modellbasierte Verfahren für Sensor-Aktor-Netzwerke erlauben die Rekonstruktion und Identifizierung eines komplexen verteilten Phänomens (wie z. B. eine Schadstoffkonzentration) mittels einer geringen Anzahl von Sensormesswerten. Mit der systematischen Behandlung der auftretenden Unsicherheiten kann der Informationsgewinn zukünftiger Messungen präzisiert werden, wodurch eine optimale Einsatzplanung der Netzwerkknoten bezüglich eines geringen Energie- und Kommunikationsbedarfs sowie einer hohen Messgenauigkeit durchführbar ist.

Ein weiterer Aspekt zur Reduktion der Kommunikations- und Rechenkosten und zum effizienten Einsatz von Sensor-Aktor-Netzwerken betrifft die dezentrale, also auf den Knoten verteilte Ausführung der entwickelten Algorithmen. Hierbei gestaltet sich die Berücksichtigung stochastischer Abhängigkeiten als besondere Herausforderung. Am ISAS werden zu diesem Zweck robuste Verfahren entwickelt, die diese Abhängigkeiten explizit modellieren.

### **Kalibrierung von Werkzeugmaschinen**

*(D. Brunn, U. D. Hanebeck)*

In Kooperation mit der Firma Prüftechnik Alignment Systems GmbH wird ein Messsystem zur Kalibrierung mehrachsiger Werkzeugmaschinen entwickelt. Ziel ist es, die gängigen manuellen Messmethoden mit Messuhr und Messeisen durch ein laserbasiertes Verfahren zu ersetzen. Damit soll die Zeit, die für eine Maschinenkalibrierung benötigt wird, von einigen Tagen auf einige Stunden reduziert werden.

Von der Firma Prüftechnik wird ein laserbasiertes Messgerät entwickelt, welches Abweichungen im Mikrometer- bzw. Mikrograd-Bereich zuverlässig erfasst. Am ISAS wird dazu ein passendes Modellierungsverfahren entwickelt, mit dem für Klassen von Werkzeugmaschinen Störeinflüsse modelliert werden können. Daraus werden Algorithmen abgeleitet, die es erlauben, optimale Messsequenzen zu erzeugen. Demnach werden für eine Messung die Positionen des Messgeräts sowie die notwendigen Einstellungen der Werkzeugmaschine so berechnet, dass die erwartete Gesamtunsicherheit nach der Durchführung der Messung minimal ist.

## **Bewegungssynchronisation von Operationsinstrumenten mit dem schlagenden Herzen**

*(U. D. Hanebeck, K. Roberts)*

Um Chirurgen bei minimalinvasiven Operationen am schlagenden Herzen zu unterstützen, ist es erforderlich, ein robotergestütztes Chirurgiesystem zu entwickeln, das die Instrumente relativ zu der Herzbewegung am Interventionspunkt synchronisiert. Zur Durchführung einer Synchronisation muss die Herzoberflächenbewegung für den Interventionspunkt, basierend auf verrauschten Messungen der Herzbewegung, prädictiert werden. Als Messungen können z. B. 3D-Positionen von Landmarken der Herzoberfläche dienen.

Das Ziel des Projekts ist es, ein modellbasiertes Schätzverfahren zur Prädiktion der Herzoberflächenbewegung zu entwerfen. Das Schätzverfahren muss robust sein gegen unbekannte Störungen wie z. B. Verdeckungen durch Instrumente oder arhythmische Bewegungen des Herzens. Die Herzoberfläche wird durch eine schwingende Membran beschrieben, deren Zustand geschätzt und dessen Materialparameter für das individuelle Herz identifiziert werden müssen. Eine schwingende Gummimembran mit aufgeklebten künstlichen Landmarken, die durch optische Sensoren verfolgt werden, dient neben *in vivo* Experimenten dazu, das modellbasierte Schätzverfahren zu validieren. Das Projekt wird im Rahmen des Graduiertenkollegs GRK 1126 "Intelligente Chirurgie" gefördert.

## **Erfassung der Bewegung von Personen**

*(F. Beutler, U. D. Hanebeck)*

Für die weiträumige Telepräsenz ist die Lage des Benutzers in seiner lokalen Umgebung wichtig. Kommerzielle Produkte, welche die aktuelle Position und die Orientierung schätzen, sind entweder auf einen kleinen Arbeitsbereich beschränkt, ungenau oder sehr kostspielig. Daher wurde am ISAS ein System zur Erfassung der Körperhaltung eines Benutzers entwickelt, das auch in größeren Umgebungen schnell aufgebaut und eingesetzt werden kann, hochgenau ist und darüber hinaus preiswert zu fertigen ist.



*Stereo-Head-Mounted-Display, welches mit Mikrofonen und einem Gyroskopwürfel ausgestattet wurde und ein Hand-tracker bestehend aus 4 Mikrofonen*

Das System stellt Lageinformationen mit einer hohen Datenrate und einer hohen relativen Genauigkeit zur Verfügung, um einen möglichst realistischen Eindruck zu erreichen. Darüber hinaus wird gewährleistet, dass weitere Lokalisierungsmodule sehr einfach in das bestehende System integriert werden können, z. B. um die Hände eines Benutzers verfolgen zu können, damit dieser in der entfernten Umgebung interagieren kann. Bei der Ortung des Benutzers werden breitbandige akustische Signale verwendet, die als zeitabhängige, nichtlineare Messabbildung interpretiert werden können. So lassen sich zu jedem empfangenen Abtastwert rekursiv die Verteilungsdichten über die Lageinformation des Benutzers schätzen.

### Weiträumige Telepräsenz

(U. D. Hanebeck, P. Rößler, F. Timmer)

Telepräsenz vermittelt einem Benutzer den Eindruck, sich in einer entfernten Umgebung zu befinden. Dort wird er von einem mobilen Roboter, dem Teleoperator, vertreten. Dieser nimmt Sinneseindrücke mit seinem Stereokamerasystem und Stereomikrofonen auf und überträgt diese in Echtzeit an das Display des Benutzers.

Um dem Benutzer auch Bewegung in der Zielumgebung zu erlauben, werden seine Kopfbewegungen mit einem akustischen Ortungssystem erfasst, an den Teleoperator übertragen und von diesem imitiert. Dadurch kann der Benutzer durch eigenes Umhergehen durch die Zielumgebung navigieren.

Da der realistische Eindruck verstärkt wird, je mehr Sinne telepräsent sind und Haptik für Manipulationsaufgaben unerlässlich ist, wird zurzeit eine große haptische Schnittstelle aufgebaut, die dem Benutzer gleichzeitige weiträumige Bewegung und haptische Interaktion erlaubt. Im Sonderforschungsbereich 588 "Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter" wird die weiträumige Telepräsenz eingesetzt, um Ausnahmesituationen bei humanoiden Haushaltsrobotern zu behandeln.

#### **Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

##### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Brunn, D.; Sawo, F.; Hanebeck, U. D.:**

Informationsfusion für verteilte Systeme. In: Informationsfusion in der Mess- und Sensortechnik. Hrsg.: J. Beyerer, F. Puente León und K. D. Sommer. Karlsruhe: Universitätsverlag, 2006, S. 75-90;

##### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Beutler, F.; Hanebeck, U. D.:** The Probabilistic Instantaneous Matching Algorithm. In: Tagungsband. Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI 2006), Heidelberg, 03.-06.09.2006. S. 311-316

- Brunn, D.; Sawo, F.; Hanebeck, U. D.:** Nonlinear Bayesian Estimation with Positive Fourier Series. In: IEEE Proceedings. IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2006), San Diego, USA, 13.-16.12.2006
- Deisenroth, M. P.; Ohtsuka, T.; Weissel, F.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.:** Finite-Horizon Optimal State-Feedback Control of Nonlinear Stochastic Systems Based on a Minimum Principle. In: Tagungsband. International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI 2006), Heidelberg, 03.-06.09.2006. S. 371-376;
- Huber, M.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.:** Closed-Form Prediction of Nonlinear Dynamic Systems by Means of Gaussian Mixture Approximation of the Transition Density. In: Proceedings. International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI 2006), Heidelberg, 03.-06.09.2006. S. 98-103
- Klumpp, V.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.:** Approximate Nonlinear Bayesian Estimation Based on Lower and Upper Densities. In: Proceedings. The 9th International Conference on Information Fusion 2006, Florenz, 10.-13.07.2006
- Rößler, P.; Hanebeck, U. D.:** Simultaneous Motion Compression for Multi-User Extended Range Telepresence. In: IEEE Proceedings. IEEE/RSJ Intl. Conference on Intelligent Robots and System (IROS'06), Peking, China, 10.-14.10.2006
- Sawo, F.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.:** Parameterized Joint Densities with Gaussian Mixture Marginals and Their Potential Use in Nonlinear Robust Estimation. In: Proceedings. IEEE International Conference on Control Applications (CCA 2006), München, 04.-06.10.2006
- Sawo, F.; Roberts, K.; Hanebeck, U. D.:** Bayesian Estimation of Distributed Phenomena Using Discretized Representations of Partial Differential Equations. In: Proceedings. 3rd International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2006), Sétubal, Portugal, 01.-05.08.2006. S. 16-23
- Schrempf, O.; Hanselmann, A.; Hanebeck, U. D.:** Efficient Representation and Fusion of Hybrid Joint Densities for Clusters in Nonlinear Hybrid Bayesian Networks. In: Proceedings. The 9th International Conference on Information Fusion 2006, Florenz, Italien, 10.-13.07.2006



**Forschungsbereich**

**Embedded Systems**

**Institut für Technische Informatik**

Leiter:	Prof. Dr. J. Henkel
Sekretariat:	R. Murr-Grobe, M. Scheffel (ab 01.10.2006)
Akadem. Oberrat:	Dr. F. Feldbusch
Wiss. Mitarbeiter:	M. A. Al Faruque, L. Bauer, T. Bonny, D. Hillenbrand (F), F. Kaiser, M. Scheer (bis 31.03.2006)
Zeichnerin:	D. Tautz
Techn. Mitarbeiter:	M. Buchty (ab 15.09.2006), S. Gottfried (bis 09.08.2006), E. Kwee-Christoph, L. Stuckert
Stipendiat:	M. Shafique (ab 01.10.2006)

**Überblick**

*(J. Henkel)*

Das derzeit wichtigste Forschungsziel des Lehrstuhls für Eingebettete Systeme (CES) ist der Entwurf des Multi-Processor-on-Chip (MPSoC), der es der Siliziumtechnologie erlaubt, praktisch hunderte von Prozessorkernen auf einem einzigen Chip zu integrieren und dadurch sogar in nicht allzu ferner Zukunft der Einsatz von Multi-Prozessor-Systemen in weit verbreiteten (mobilen) Eingebetteten Systemen möglich wird. Die Herausforderungen sind mannigfaltig und reichen von den Architekturen über Entwurfsmethodiken zu neuen Programmparadigmen.

Unser Hauptaugenmerk und unsere Kompetenz liegen auf den Entwurfsmethodiken und maßgeschneiderten Architekturen. Daher beschäftigen wir uns mit neuartigen Konzepten für Architekturen, deren Befehlssatz zur Laufzeit angepasst werden kann, sowie mit maßgeschneiderten On-Chip-Kommunikationsarchitekturen und mit Low-Power-Entwurfsmethoden wie Codekomprimierungsschemata. Diese Forschungsthemen können als der "Entwurf von Eingebetteten Prozessoren" zusammengefasst werden. Zusätzliche Forschungen des CES beschäftigen sich mit Anwendungsszenarien für Eingebettete Systeme: Sensornetzwerke sind ein Gebiet voller Herausforderungen, da sie energiesparsame Berechnungen und ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit erfordern. Innerhalb eines Projekts, das sich mit neuronalen Netzwerken beschäftigt, forschen wir auch auf dem Gebiet der Lernstrategien.

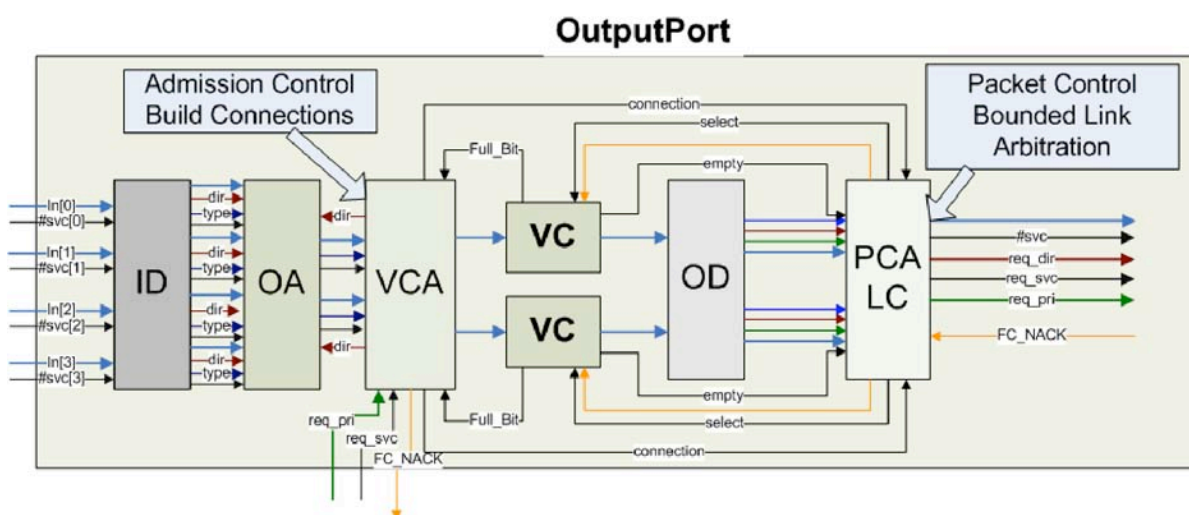
Weitere Informationen und Publikationen finden Sie unter <http://ces.uni-karlsruhe.de>.

## On Chip-Netzwerk-Architektur

(M. A. Al Faruque, J. Henkel)

On-Chip-Netzwerke gewinnen stetig an Bedeutung, da es technisch möglich wird, Hunderte von Prozessoren auf einem einzigen Chip zu integrieren. Effiziente On-Chip-Kommunikationsarchitekturen werden die Zukunft der SoC-(System-on-Chip)-Architekturen vorantreiben. Unser NoC-Projekt hat zwei Ziele: 1. Eine schnelle Prototypenumgebung für NoCs, die es ermöglicht, ein maßgeschneidertes NoC innerhalb von Stunden durch eine eigene NoC-IP-Bibliothek zu spezifizieren und zu evaluieren. 2. Ein Konzept, um die QoS (Quality-of-Service) eines NoC zu gewährleisten: beispielsweise die verlustfreie Kommunikation und Latenz mit höherer Betriebsmittelnutzung.

Um die Bandbreitennutzung zu verbessern, haben wir einen neuartigen Vernetzungs-Algorithmus, den so genannten "Bounded Arbitration Algorithm", vorgeschlagen. Wir haben unseren Ansatz anhand einer MPEG4-Video-Decoder-Fallstudie dargelegt und haben unter diesen Bedingungen eine Bandbreitennutzung von bis zu 100% erreicht, bei durchschnittlich 97% also eine garantierte Bandbreite (100%). Um die Anzahl von virtuellen Kanälen (Puffer) in dem Router des Multiprozessorsystems zu reduzieren, wurde von uns ein "Ant Colony Optimization (ACO)"-Algorithmus vorgeschlagen. Durchschnittlich erzielen wir 81% weniger virtuelle Kanäle im Vergleich zu der festen Zuweisung für die E3S Eingebettete Anwender-Bewertung und 78,66% für eine Sammlung von existenten eingebetteten Echtzeit-Anwendungen.



QoS-unterstützte Router-Architektur für On-chip-Kommunikation

Unser Ansatz kann eine synthetisierbare NoC-Spezifikation durch eine VHDL- und SystemC-basierte proprietäre NoC-IP-Bibliothek generieren. Das Bild stellt den wichtigsten Teil dar, den Ausgangeanschluss der QoS-unterstützten Router-Architektur. Die NoC-Architektur schafft garantierte Durchsatzleistung und Latenz, auch unter höherer Quellennutzung sowohl der Puffer- als auch der Verknüpfungsanwendungen.

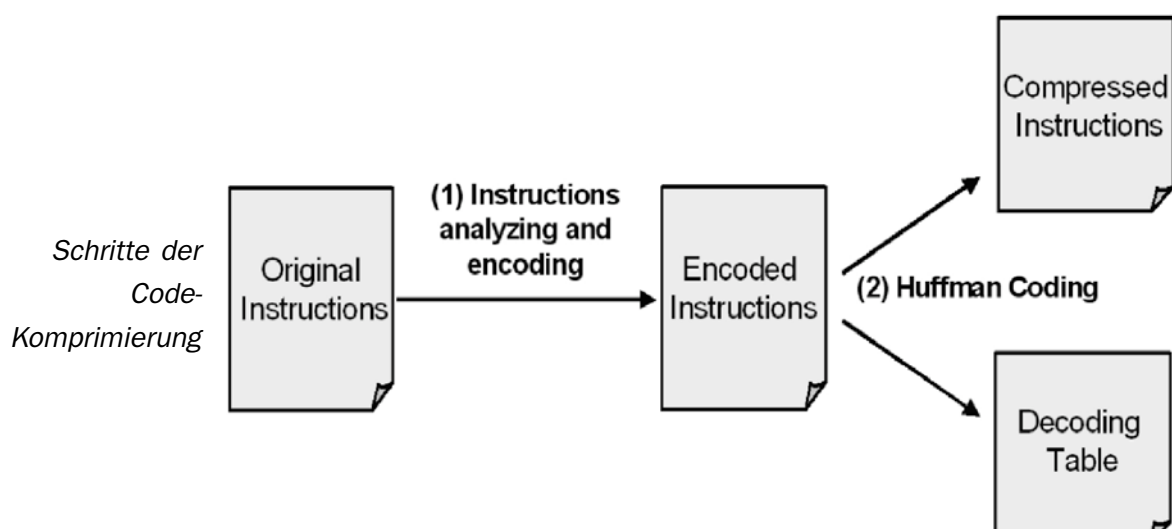
## Code-Komprimierung für eingebettete Prozessoren

(T. Bonny, J. Henkel)

Tragbare Eingebettete Systeme mit geringem Energieverbrauch wie PDAs (Personal Digital Assistants), Digitalkameras und PHSs (Personal Handyphone Systems) verbreiten sich sehr schnell. Sie enthalten oft Millionen von C-Code-Zeilen, die eine beträchtliche Menge Speicher verbrauchen. Große Speicher können jedoch den Energieverbrauch eines Systems erheblich erhöhen. Daher führen wir Forschungen auf dem Gebiet der Code-Kompression für Eingebettete Systeme durch.

Die Instruktionssätze von MIPS-Prozessoren enthalten einige Felder, die für die Dekodierung nicht gebraucht werden. Diese Felder werden nur gebraucht, um das word-alignment im Speicher zu behalten. Wir haben herausgefunden, dass diese Felder sehr viel Raum im Speicher einnehmen und den insgesamt möglichen Kompressionsumfang erheblich beeinflussen. Daher präsentieren wir einen neuartigen Ansatz, der diese Felder kodiert, um die Größe der komprimierten Instruktionen und der Dekodierungstabelle zu reduzieren, um somit die Kompressionsrate zu verbessern.

Zuerst analysieren wir die Instruktionssätze der Applikation, die wir komprimieren werden, um die unbenutzten Felder zu erkennen. Danach kodieren wir diese Felder mit gleichen Feldern in den vorherigen Instruktionen. Im zweiten Schritt benutzen wir den Huffman Coding Algorithmus, um die Instruktionen zu komprimieren und die Kodierungstabelle zu erzeugen. Die Größe der neuen komprimierten Instruktionen und der Kodierungstabelle ist viel geringer gegenüber den Original-Instruktionen, die mit dem Huffman Coding Algorithmus kodiert sind. Wir haben ausgedehnte Untersuchungen für verschiedene Benchmarks verwendet und erreichen Kompressionsraten von bis zu 45 %, einschließlich des Overhead der Look-up-Tabellen. Ziel dieser Forschung ist es, noch höhere Kompressionsraten zu erreichen.



## **Ein einfaches Anwendungsprotokoll für Kleingeräte**

*(F. Feldbusch)*

Mit dem Aufkommen von multifunktionalen Kleingeräten wie Handys und "personal digital assistants" (PDAs) hat ein Trend zu kleinen, leistungsfähigen Geräten hin begonnen. Ihr Anwendungsbereich wird sich durch die Möglichkeit der Kommunikation mit Geräten der Umgebung (z. B. Haushaltsgeräte) und mit anderen tragbaren Geräten (z. B. aus dem Bereich der medizinischen Überwachung) stark erweitern. Grundlegende Technologien und Protokolle für die drahtlose Kommunikation dieser Geräte untereinander, wie zum Beispiel der Funkstandard Bluetooth, sind schon verfügbar. Ein einfaches, universelles Anwendungsprotokoll (Small Devices Control Protocol), das es den Geräten ermöglicht, Informationen in verschiedenen Formaten und auf unterschiedlichen Sicherheitsstufen untereinander auszutauschen, wurde am Institut für Technische Informatik entwickelt.

Eine mögliche Anwendung findet sich in Automobilen, die oft schon mit Lenkradtasten und einem LC-Display ausgestattet sind. Mit SDCP wäre es möglich, Geräte, die Fahrer oder Beifahrer als tragbare Geräte mit sich führen (MP3-Player, Handy, Radio), zu bedienen, ohne dass dem Auto diese Geräte vorher bekannt sein müssten. Die Geräte schicken dazu mittels SDCP ihre Benutzeroberfläche an das Display und die Befehle vom Lenkrad werden entsprechend an das zu bedienende Gerät verschickt.

## **Lernverfahren für Gepulste Neuronale Netze**

*(F. Feldbusch, F. Kaiser)*

Gepulste Neuronale Netze sind Modelle biologischer Neuronaler Netze, bei denen Information zwischen den Neuronen mittels Pulsen übertragen wird. Da in gepulsten Neuronalen Netzen neben der Pulsrate auch der Zeitpunkt, zu dem ein Puls gesendet wird, entscheidend sein kann, sind diese, was die Behandlung zeitlicher Aspekte angeht, leistungsfähiger als herkömmliche Künstliche Neuronale Netze. Diese Leistungsfähigkeit erkauft man sich allerdings mit zusätzlich einzustellenden Parametern des Neuronalen Netzes. Verschiedene Ansätze hierzu werden derzeit untersucht:

- Optimierung der Parameter und der Verbindungsstruktur der Netze mit evolutionären Algorithmen
- Übertragung des bekannten Back-Propagation Algorithmus auf gepulste Neuronale Netze
- Verwendung nach bestimmten Regeln zufällig erzeugter Netze (Liquid State Machines) und deren Auswertung durch eine konventionelles Neuronales Netz.

Alle Ansätze haben sowohl Vor- als auch Nachteile und jeweils in bestimmten Bereichen ihre Berechtigung. Künftige Untersuchungen werden sich daher mit ihrer Weiterentwicklung und Kombination beschäftigen.

## **Zur Laufzeit dynamisch anpassbarer Eingebetteter Prozessoren**

*(L. Bauer, M. Shafique, J. Henkel)*

Zur Entwurfszeit erweiterbare Prozessoren (ASIPs) sind effizient, wenn die Zielanwendung über wenige vorab bekannte Hot-Spots verfügt. Wenn jedoch sehr viele potentielle Hot-Spots vorhanden sind oder zur Entwurfszeit nicht bekannt ist, welche der Hot-Spots zur Laufzeit signifikanten Einfluss haben werden, versagt das Konzept der statischen ASIPs. Das liegt daran, dass entweder für jeden Hot-Spot eine eigene Hardwarebeschleunigung angeboten werden müsste (extremer Platzbedarf) oder einige Hot-Spots nicht unterstützt werden können (schlechte Performanz).

Unsere Architektur ist hingegen in der Lage, sich zur Laufzeit dynamisch an verschiedene Situationen anzupassen. Wir benutzen rekonfigurierbare Hardware, um je nach Anforderung der Anwendung verschiedene Hot-Spots in Hardware zu unterstützen. Dabei müssen zur Übersetzungszeit die potentiellen Hot-Spots ermittelt werden. Die Entscheidung, ob ein Hot-Spot dann in der Hardware unterstützt wird, wird jedoch dynamisch zur Laufzeit getroffen. So können die vorhandenen Hardwareressourcen optimal an die Laufzeit-Anforderungen der Anwendung angepasst werden. Wir verwenden ein integriertes Monitoring, um eine Vorhersage über die Signifikanz der Hot-Spots zu erhalten. Die Auswahl, welche Hot-Spots durch die Hardware unterstützt werden, entspricht formal einem Knapsack Problem und wird durch eine Heuristik gelöst.

## **Energieeffizienz in einem digitalen Organismus**

*(L. Bauer, J. Henkel, F. Kaiser)*

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms "SPP1183 – Organic Computing" arbeitet der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme auf dem Gebiet des Low Power Processings in dem Projekt "Digital On-Demand Computing Organism for Real-Time Systems" (DodOrg). Das Ziel des Projektes ist es, ein digitales Multiprozessor-Echtzeitsystem zu entwerfen, das ähnlich zu lebenden Organismen sogenannte Self-X-Eigenschaften, wie z. B. Selbstorganisation, Selbstschutz und Selbstheilung, besitzt. Die Anwendung dieses Konzeptes auf Computer-Architekturen ist ein neuartiger Ansatz, mit dem man zukünftige komplexe "System-On-Chip" Architekturen bewältigen kann.

In dem untersuchten organischen Multiprozessorsystem kann Energie durch Migration von Tasks von einem Prozessor auf einen anderen gespart werden, da die Prozessoren unterschiedliche Leistungscharakteristika aufweisen. Zum Beispiel werden digitale Filter auf einem Digitalen Signal-Prozessor (DSP) schneller und effizienter ausgeführt als auf einem Allzweck-Prozessor. Die Aufgabe ist folglich, eine Zuordnung der Tasks zu Prozessoren in akzeptabler Zeit zu finden, die den Leistungsverbrauch minimiert und gleichzeitig Echtzeitbedingungen einhält. Da das Problem NP-hart ist, verwenden wir eine Heuristik, die wir Erweitertes PETS (Performance Effective Task Scheduling) nennen. Die ersten Ergebnisse erzielten eine gleichmäßige Auslastung der Prozessoren im System, die es erlaubt, das Potential von Energiespartechniken der Prozessoren, wie z. B. Dynamic Voltage

and Frequency Scaling (DVFS) besser auszunutzen und Energie zu sparen. Durch die Task-Migration zur Laufzeit kann sich das System zudem selbstständig an sich ändernde Anforderungen anpassen (Selbstanpassung).

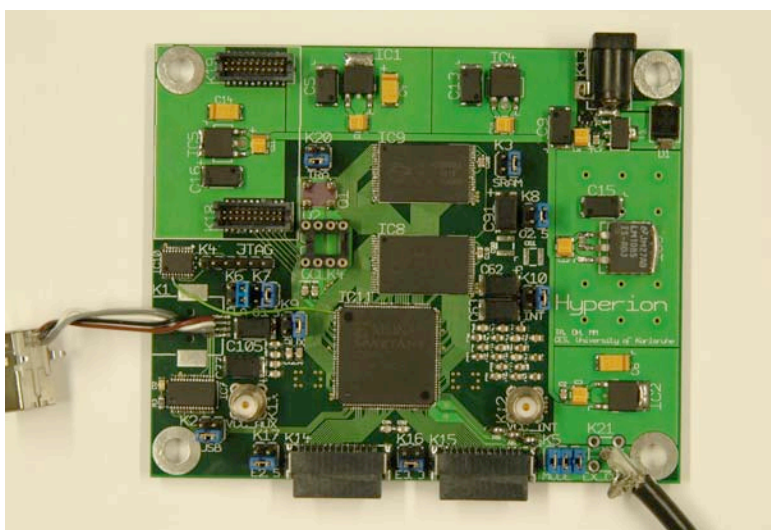
## Drahtlose Sensornetzwerke

(J. Henkel, D. Hillenbrand)

Sensorknoten sind in ihre Umwelt eingebettete Systeme, die kooperativ verteilte Phänomene erfassen und beeinflussen. Durch eine entsprechende Anzahl Sensorknoten kann eine hohe Ortsauflösung und Fehlertoleranz erreicht werden. Da Sensorknoten ihre Energie aus (wiederaufladbaren) Batterien und/oder aus ihrer Umwelt (z. B. Sonnenenergie) beziehen, ist der Energieverbrauch ein entscheidender Faktor für den Nutzen des Netzwerkes. Ziel des Forschungsprojekts ist es, typische Abläufe in Sensornetzwerken energieeffizient zu gestalten. Dazu gehören unter anderem: Datenakquise, Signalverarbeitung, Kommunikation und Selbstorganisation. Insbesondere Kommunikation und Informationsverarbeitung werden gemeinsam betrachtet, um durch geschickte Abwägungen die Energie-Effizienz des Netzwerkes zu optimieren.

Ein Einsparpotential ist in der drahtlosen Kommunikation zu finden. Dort gilt es, Abwägungen zwischen der Berechnung von unterschiedlich aufwendigen Fehler- und Kompressionscodes sowie der zu übertragenden Datenmenge zu finden. In diesem Zusammenhang ist auch die Umsetzung der gewählten Strategien in Hard- und Softwaremodule mitentscheidend, da Hardware und Software sich in Hinsicht auf Leistung, Energieverbrauch und Flexibilität unterscheiden.

Die Abbildung zeigt den am Lehrstuhl entwickelten Hyperion-Sensorknoten. Der Sensorknoten verfügt über vielfältige Möglichkeiten zur Energiemessung und wird dank seiner flexiblen Hardware (u. a. FPGA-basiert) als Evaluierungsplattform für unterschiedliche HW/SW-Architekturen verwendet.



Hyperion-Sensorknoten  
(FPGA-basiert)

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Bücher und Buchbeiträge:**

**Parameswaran, S; Henkel, J.; Cheung, N.:** Instruction Matching and Modelling. In: Customizable and Configurable Embedded Processors. Hrsg.: P. Lenne und R. Leupers. Elsevier, 2006

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Al Faruque, M. A.; Weiss, G.; Henkel, J.:** Bounded Arbitration Algorithm for QoS-Supported On-chip Communication. In: Proceedings. IEEE/AVCM International Conference on Hardware/Software Co-Design and System Synthesis (Codes+ISSS), Seoul, Korea, 22.-26.10.2006

**Al Faruque, M. A.; Ye, X.; Weiss, G.; Henkel, J.:** QoS-Oriented Configurable Networks on Chip. In: Proceedings. Workshop Future Interconnects and Networks on Chip in Design Automation and Test in Europe (DATE), München, 06.-10.03.2006 (Poster)

**Bonny, T.; Henkel, J.:** Using Lin-Kernighan Algorithm for Look-up Table Compression to Improve Code Density. In: Proceedings of

IEEE/ACM. 16th Great Lakes Symposium on VLSI (GLSVLSI'06), Philadelphia, USA, 30.04.-02.05. 2006. S. 259-265

**Lekatsas, H.; Henkel, J.; Jakkula, V.; Chakradhar, S.:** Using Shiftable Content Addressable Memories to Double Memory Capacity on Embedded Systems. In: Proceedings in IEEE. 19th International Conference on VLSI-Design, Hyderabad, Indien, 03.-07.01. 2006. S. 639-644

**Ziller, R.; Schmid, D.:** Erstellung korrekter Spezifikationen für diskrete Systeme. In: Proceedings. GI/ITG/GMM-Workshop Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen, Dresden, 20.-22.01.2006

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Kalla, P.; Hu, X.S.; Henkel, J.:** Distance-based recent use (DRU): an enhancement to instruction cache replacement policies for transition energy reduction. In: IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Band 14, Heft 1, 2006, S. 69-80

## Institut für Technische Informatik

Leiter: Prof. Dr. W. Karl  
Wiss. Mitarbeiter: Dr. R. Buchty (F),  
Dr. J. Tao

Forschungsbereich

**Rechnerarchitektur und  
Parallelverarbeitung**

### **DodOrg (SPP1183): Echtzeit-Monitoring für Adaptive Systeme**

*(R. Buchty, W. Karl)*

Integrale Voraussetzung zur Erlangung von sogenannten Self-X-Eigenschaften, d. h. Selbst-Optimierung, Selbst-Heilung oder ganz allgemein Selbst-Anpassung, ist die Erzeugung eines Selbst-Bewusstseins. Analog zu biologischen Organismen muss ein System in der Lage sein, aus vielfältigen Einzelinformationen eine Gesamtbeurteilung zu erstellen.

Im Rahmen des durch den SPP1183 geförderten DodOrg-Projekts wird der Aufbau einer neuartigen, am biologischen Vorbild orientierten Monitor-Infrastruktur erforscht und exemplarisch umgesetzt. Ziel ist hierbei die Schaffung eines neuartigen Konzepts, welches gleichermaßen hohe Flexibilität als auch Echtzeitfähigkeit hinsichtlich Analyse und Auswertung erzielt. Diese wird insbesondere erzielt durch ein hierarchisch gekoppeltes System von Auswerteeinheiten, wobei jede Hierarchieebene zunehmend komplexere Auswertung vornimmt. Die hardwaretechnische Implementierbarkeit eines solchen Systems wurde anhand eines ausgewählten Prototypen belegt.

### **Nutzung von Adaptivität zur Selbstoptimierung**

*(R. Buchty, W. Karl, J. Tao)*

Zunehmende Komplexität von Rechensystemen sowie die Dynamik der darauf laufenden Anwendungen erfordern neuartige Methoden zur Beherrschung dieser beiden Qualitäten. Ausgehend von den am Lehrstuhl entwickelten Werkzeugen zur Datenlokalitätsoptimierung (DLO) in verteilten Systemen wurde untersucht, wie mit Hilfe von Self-X-Eigenschaften eine eigenständige, dynamische DLO realisiert werden kann und welche Qualität diese im Vergleich zum traditionell-manuellen Ansatz besitzt. Die Ergebnisse dieses softwaregestützten Prototyps sind sehr vielversprechend: Automatisierte DLO ist grundsätzlich manuellen Methoden ebenbürtig und erweist sich bei dynamisch wechselnden Anwendungsprofilen der manuellen Optimierung als überlegen. Weitergehende Arbeiten in diesem Bereich befassen sich mit der zusätzlichen Dynamisierung der darunter liegenden Hardware, insbesondere werden Nutzen von rekonfigurierbaren Speicherhierarchien untersucht.

### **Selbstverwaltung in dynamischen, heterogenen Multicore-Systemen**

*(R. Buchty, W. Karl)*

Multikernarchitekturen sind gegenwärtig Gegenstand etlicher Forschungsprojekte. Ein Beispiel hierfür ist die DodOrg-Architektur, welche aus einer Anzahl unterschiedlicher und mit Peer-to-Peer-Netzwerk (P2P) verbundene Funktionseinheiten bzw. Rechenkernen



(Zellen) besteht. Eine Problematik innerhalb eines solchen Systems ist die Verwaltung der im System befindlichen Speicherressourcen. Beispielsweise ist innerhalb der DodOrg-Architektur die Anwendung dieser klassischen Methoden zur Zugriffs- und Rechtekontrolle bzw. Kohärenz- und Konsistenzwahrung bei gemeinschaftlich genutztem Speicher nur eingeschränkt möglich: Durch die Verwendung eines dynamisch genutzten P2P-Netzwerks existiert keine Möglichkeit des sicheren Snoopings von Buszugriffen. Somit ist es nicht sinnvoll, entsprechende Einheiten direkt in die Netzwerkschnittstelle der einzelnen Zellen zu verlagern. Stattdessen wird ein neuartiges Speichermodell propagiert, das Self-aware Memory. Anders als in traditionellen Systemen werden Zugriffskontrolle und Kohärenz- bzw. Konsistenzwahrung direkt in das Speichersubsystem verlagert. Entsprechende Anfragen (Reservierung, Freigaben, Zugriffe) werden nicht über eine zellinterne MMU abgewickelt, sondern direkt an das Speichersubsystem gerichtet. Weitergehend ist somit auch die Übertragung von höheren Verwaltungsfunktionen wie beispielsweise Reorganisation, Defragmentierung und Optimierung an das Speichersubsystem sowie die eigenständige Unterteilung in Speichersubsysteme möglich.

### **Eine Werkzeugumgebung für Cacheoptimierung**

*(W. Karl, J. Tao)*

Sowohl im kommerziellen wie auch im Bereich der Forschung kommen vermehrt Mehrkern-Prozessoren zum Einsatz: Mehrere Rechenkerne auf einem Chip führen dabei zu einer potentiell signifikanten Steigerung der Rechenleistung, die jedoch nur dann vollständig umgesetzt werden kann, wenn alle kritischen Ressourcen vollständig ausgenutzt werden. Cache ist einer dieser Ressourcen. Zur Unterstützung der Programmoptimierung mit dem Ziel einer besseren Ausnutzung der Caches wurde am Lehrstuhl eine Werkzeugumgebung entwickelt, die alle erforderlichen Komponenten umfasst. Zur Erfassung vollständiger Leistungsdaten als Basis der Optimierung wurden ein Datenprofiler sowie ein Cachesimulator implementiert. Ein weiteres Werkzeug ist ein Datenanalytiker, der Zugriffsmuster und Regularität einer Anwendung ermitteln kann. Als wichtigste Komponente in der Werkzeugumgebung stellt ein Visualisierer die Leistungsdaten graphisch dar und zeigt damit leistungsproblematische Datenstrukturen sowie Funktionen auf. Global steht eine Entwicklungsumgebung zur Verfügung, mithilfe derer der Programmierer die einzelnen Werkzeuge startet, Analyseverfahren durchführt, um die Cacheprobleme und Ursachen zu finden, um letztlich das Programm zu optimieren. Eine dedizierte API ermöglicht die Integration verschiedenster Werkzeuge bei vorgegebener Bedienoberfläche durch die Umgebung und ermöglicht damit insgesamt eine leichtere und intuitivere Bedienbarkeit.

### **Cache Monitor und rekonfigurierbare Cachearchitektur**

*(R. Buchty, W. Karl, J. Tao)*

In Zusammenarbeit mit der Edinburgh Universität wurde am Lehrstuhl das Projekt "Advanced hardware cache monitors and reconfigurable cache architectures" durchgeführt, das sich mit dem Aufbau einer rekonfigurierbaren Cache-Hierarchie für Chip-Multipro-

zessor-Systeme beschäftigt. Anstatt aus einer festen Organisation besteht die Cache-Hierarchie aus einzelnen kleinen Speicherbänken, aus denen die Caches zur Laufzeit nach dem Bedarf der Anwendungen dynamisch gebildet bzw. rekonfiguriert werden. Vorteile sind zum einen eine bessere Leistung des Caches durch die Anpassung der Cache-Konfiguration an die Bedürfnisse der Anwendungen und zum anderen die Energieersparnis durch die Abschaltung nicht benötigter Cache-Bänke. Hierfür wird aktuell ein Monitoringkonzept entworfen, um das Cache-Verhalten zu überwachen, sowie eine rekonfigurierbare Cache-Infrastruktur als Hardware-Prototyp entwickelt, um das Verhalten eines solchen Cache-Systems direkt in der Hardware untersuchen zu können.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Buchty, R.; Karl, W.:** A Monitoring Infrastructure for the Digital on-demand Computing Organism (DodOrg). In: Proceedings. First International Workshop (IWSOS2006), Passau, 18.-20.09.2006. Springer Verlag, 2006, S. 258, (ISBN 3-540-37658-5)

**Buchty, R.; Tao, J.; Karl, W.:** Automatic Data Locality Optimization through Self-Optimization. In: Proceedings Self-Organism System. First International Workshop (IWSOS2006), Passau, 18.-20.09.2006. Springer Verlag, 2006, S. 187-201, (ISBN 3-540-37658-5)

**Löb, H.-P.; Buchty, R.:** A Network Agent for Diagnosis and Analysis of Real-Time Ethernet Networks. In: Proceedings. International Conference on Compilers, Architecture, and Synthesis for Embedded Systems (CASES06), Seoul, Korea, 21.-25.10.2006.

**Schloissnig, S.; Tao, J.; Karl, W.:** Analysis of the Spatial and Temporal Locality in Data Accesses. In: Proc., Part II. Computational

Science, ICCS 2006, 6th International Conference, Reading, UK, 28.-31.05.2006. Springer Verlag, 2006, S. 502-509, (3992; Lecture Notes in Computer Science)

**Tao, J.; Karl, W.:** Detailed Cache Simulation for Detecting Bottleneck, Miss Reason and Optimization Potentials. In: Proceedings. First International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Pisa, Italien, 11.-13.10.2006

**Tao, J.; Karl, W.:** Performance Evaluation of Adaptive Caching Schemes. In: Workshop Proc. International Conference on Architecture of Computing Systems (PASA), Frankfurt, 16.03.2006. S. 351-360

**Tao, J.; Karl, W.:** Supporting Cache Locality Optimization with a Toolset. In: Proceedings. 12th International Euro-Par Conference, Dresden, 28.08.-01.09.2006. Springer Verlag, 2006, S. 25-34, (Lecture Notes in Computer Science; 4128)

Forschungsbereich

**Interaktive  
Echtzeitsysteme**

**Institut für Technische Informatik**

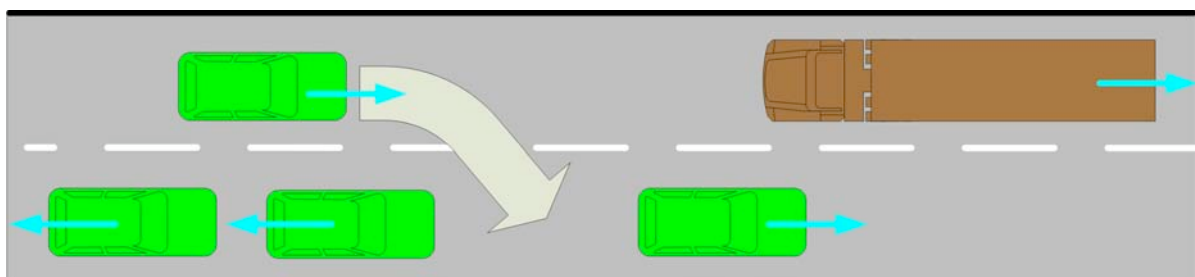
Leiter:	Prof. Dr. J. Beyerer
Sekretärin:	G. Gross
Wiss. Mitarbeiter:	J. Balzer, C. Frese (F, ab 01.03.2006), I. Gheta (F), M. Grinberg (F), Dr. M. Heizmann, J. Sander (F), S. Werling

**Verteilte Kooperation kognitiver Automobile (SFB/TR 28 Teilprojekt B3)**

*(J. Beyerer, C. Frese)*

Abgestimmte, koordinierte Fahrmanöver können zu einem beträchtlichen Sicherheitsgewinn im Straßenverkehr beitragen. In Gefahrensituationen – wie etwa Gegenverkehr beim Überholen, plötzlich auftretende Hindernisse oder Staus – können kognitive Automobile selbstständig die Kontrolle übernehmen und durch kooperatives Handeln die Gefahr abwenden. Unsere Forschung konzentriert sich dabei auf die kooperative Verhaltensentscheidung, während die Sensordatenauswertung und die Realisierung der Funkkommunikation in anderen Teilprojekten untersucht werden.

Mit Hilfe von Kriterien, die unter anderem die Straßentopologie berücksichtigen, werden kognitive Fahrzeuge zu kooperativen Gruppen zusammengefasst. Für die kooperative Gruppe wird ein gemeinsames Lagebild erstellt, das eine formale Repräsentation der Eigenschaften, Zustände, Handlungen und Intentionen der beteiligten Fahrzeuge umfasst. Als Methode hierzu wird eine ontologiebasierte Wissensrepräsentation aufgebaut. Das gemeinsame Lagebild ist die Grundlage für die anschließende Erkennung, Klassifikation und Bewertung von Verkehrssituationen. Falls die Situationsbewertung einen erforderlichen Eingriff anzeigt, wird das optimale kooperative Verhalten für die kooperative Gruppe bestimmt. Dies erfolgt mit Hilfe der statistischen Entscheidungstheorie, die unter den gegebenen Fakten und Unsicherheiten die optimale Entscheidung gemäß einer Nutzenfunktion



*Beispiel einer Verkehrssituation, in der ein Unfall durch kooperatives Verhalten der beteiligten Fahrzeuge abgewendet werden kann.*

3

liefert. Die Nutzenfunktion beinhaltet Kriterien wie unfallfreies Fahren, Einhaltung der Verkehrsregeln, Fahrzeit, Komfort und Energieverbrauch in einer hierarchischen Abstufung.

Das Forschungsprogramm des Teilprojekts B3 wird gemeinsam mit der Abteilung Informationsmanagement (IMT) des Fraunhofer Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.

### **Kamera-Array zur multivariaten Szenenerfassung**

*(J. Beyerer, I. Gheta, M. Heizmann)*

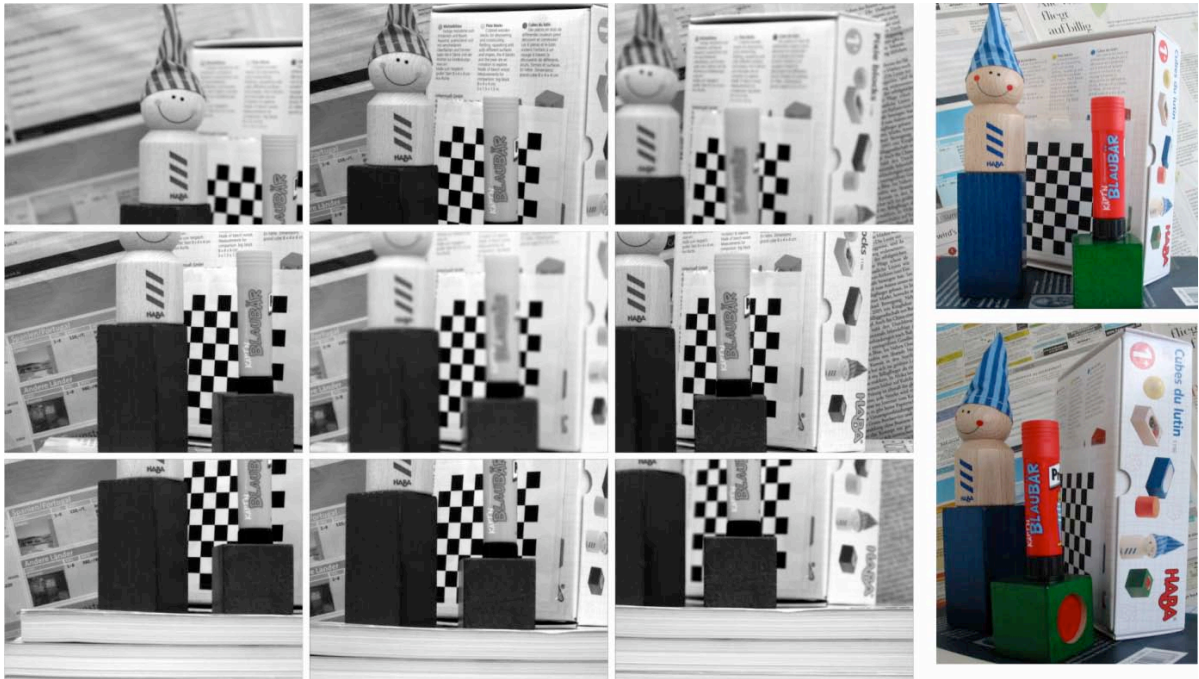
Kamera-Arrays bieten umfassende Möglichkeiten zur vollständigen und simultanen Szeneninspektion. Dazu lässt sich die große Vielfalt der zur Bilderfassung verfügbaren Parameterkonstellationen (wie z. B. Kamerapositionen, Brennweiten der Abbildungsoptiken, Fokuseinstellungen, Belichtungszeiten, Blendeneinstellungen) ausnutzen, wobei die Eigenschaften jeder Kamera individuell konfiguriert werden. Zusätzlich können die Kameras mit Spektral- und Polarisationsfiltern ausgestattet werden. Die mechanische Variabilität des gesamten Systems kann mittels eines Industrieroboters erhöht werden.

Mit einem derartigen Kamera-Array lassen sich Bildserien erfassen, bei denen mehrere Erfassungsparameter gleichzeitig variiert werden. Beispiele sind kombinierte Stereo- und Fokuserien, die zu einer robusten Schätzung der Tiefeninformation eingesetzt werden können. Bei deren Auswertung mittels Verfahren der Bildfusion werden diversitäre Informationsträger (depth from stereo und depth from focus) genutzt, so dass die Vorteile der beiden Methoden verknüpft werden.

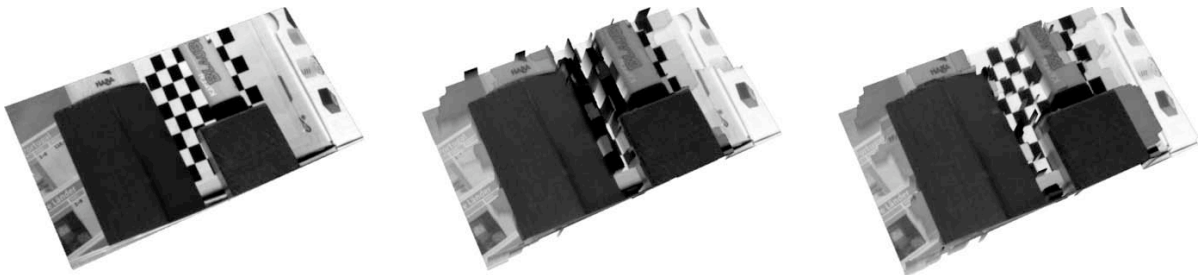


*Variable Positionierung des Kamera-Arrays mittels eines Industrieroboters.*

Übliche Verfahren zur Bestimmung von Tiefeninformation aus Stereoserien nutzen übereinstimmende Merkmale (z. B. Ecken oder Kanten) in den Einzelbildern, um die Stereodisparität und damit die Tiefe punktweise zu schätzen. An periodischen Strukturen versagt jedoch diese Vorgehensweise. Das am IES entwickelte Fusionsverfahren liefert hingegen durch Hinzuziehung der Fokuginformation auch in solchen Bereichen zuverlässige Ergebnisse.



Links: Stereo- und Fokusserie einer Szene mit periodischen Strukturen im Hintergrund, aufgenommen mit dem Kamera-Array. In solchen Gebieten versagen stereobasierte Verfahren. Rechts: Weitere Ansichten der Szene.



Links: Ausschnitt der Szene. Mitte: Tiefenrekonstruktion durch Auswertung der reinen Stereoserie. Rechts: Tiefenrekonstruktion durch Fusion der Stereo- und Fokusserien. Der Fusionsansatz ergibt Verbesserungen bei periodischen Strukturen.

## Bildverarbeitung für autonome Systeme

(J. Beyerer, M. Grinberg, D. Willersinn)

In zahlreichen Anwendungen werden Bildauswertungskomponenten zur Umfelderkennung autonomer Systeme eingesetzt. Funktionalitäten solcher Komponenten sind beispielsweise Stereoauswertung, Bewegungsanalyse sowie Objekterkennung und -verfolgung. Die Ergebnisse der Bildauswertung sind außerdem mit den Ergebnissen anderer Sensoren zu fusionieren. Wesentliche Randbedingungen sind die Auswertung in Echtzeit und die technische Integration in ein Gesamtsystem.

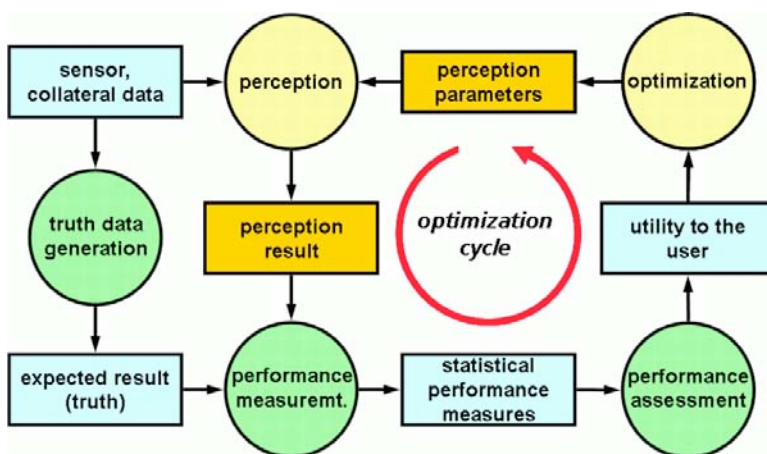
Für die Realisierung der genannten Bildauswertungskomponenten werden grundlegende Verfahren zur kamerabasierten und multisensoriellen Umfelderkennung erarbeitet und integriert. Außerdem werden geeignete Bewertungsmethoden entwickelt und implementiert.

Aktuelle Forschungsthemen sind Kollisionserkennung mit Hilfe des optischen Flusses und durch Stereo-Videoauswertung, multisensorielle Datenfusion sowie Entwicklung von Test- und Bewertungsmethoden für multisensorielle Wahrnehmung.

Die Arbeit wird in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Abteilung Autonome Systeme und Maschinensehen (ASM) des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



Versuchseinrichtung zum Test eines Multisensor-Systems zur Seitenkollisionserkennung



Schematische Vorgehensweise zur Bewertung und Optimierung multisensorieller Wahrnehmung

## Lokale Fusion heterogener Informationsquellen

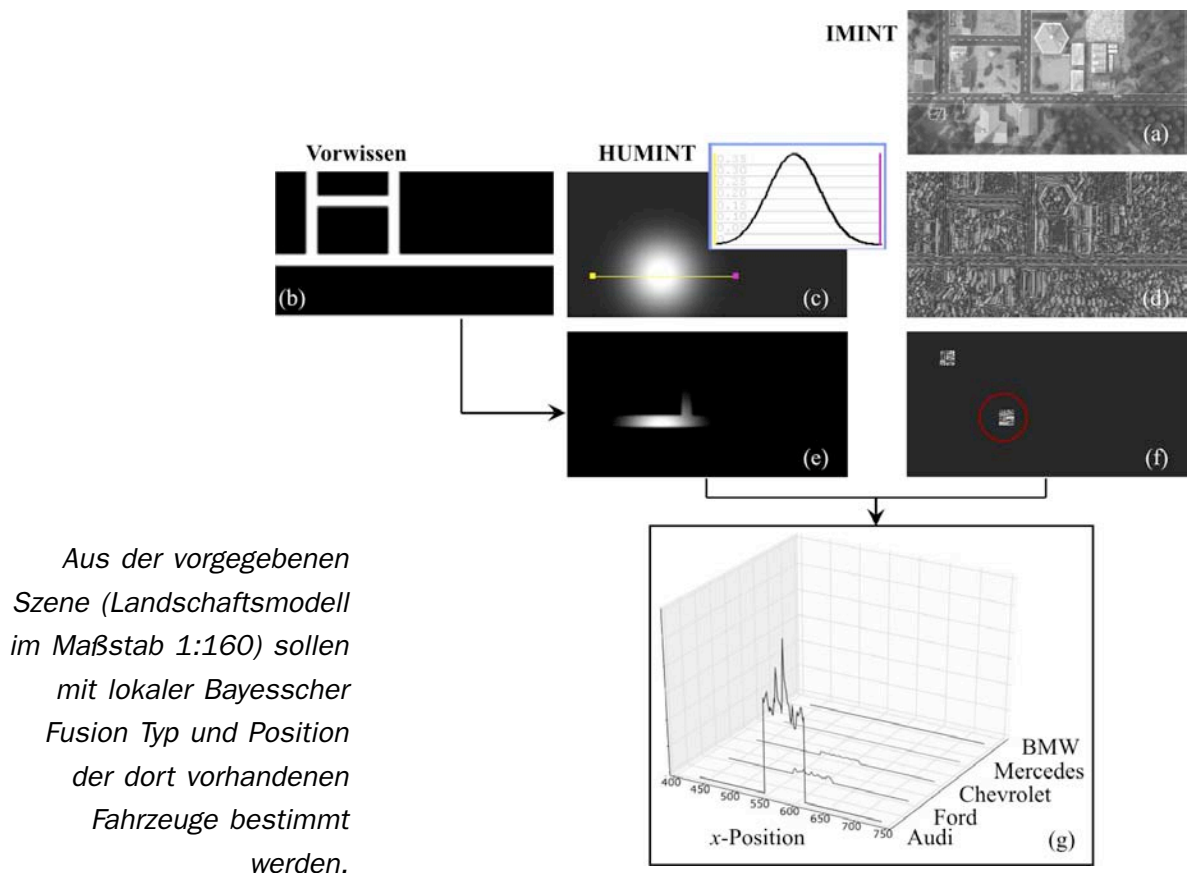
(J. Beyerer, M. Heizmann, J. Sander)

Bei zahlreichen Aufgaben der Informationsgewinnung ist es nicht möglich, die gewünschte Information präzise, vollständig und robust mit einer einzigen Informationsquelle zu gewinnen. Die Auswertung und Fusion der Beiträge mehrerer Informationsquellen stellt hier oft eine Lösung dar. Ein besonderes Potential liegt im Einsatz heterogener Informationsquellen, da diese oft unterschiedliche Stärken und Schwächen haben und sich dadurch optimal ergänzen können. Bei der Fusion heterogener Informationsquellen muss ihr unterschiedlicher Abstraktionsgrad und ihre unterschiedliche Natur überwunden wer-

den. Essentielle Forderungen an eine sinnvolle Fusionsmethodik sind die Fähigkeiten zur Transformation, Fusion und Fokussierung. Außerdem sollte verfügbares a-priori-Wissen (beispielsweise in Form von Erfahrung, physikalischen Modellen) bei der Bestimmung des Fusionsergebnisses berücksichtigt werden.

Die Bayessche Fusionsmethodik erfüllt jede diese Forderungen, erweist sich aber aufgrund ihres hohen Rechenaufwands oft als untauglich. Am Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme wird deshalb ein lokaler Bayesscher Fusionsansatz entwickelt. Ziel ist es, Bayessche Fusion nicht global über das gesamte Fenster des Interesses vorzunehmen, sondern nur in den Bereichen, wo sich Aufgabenrelevantes abspielt. In Anlehnung an kriminalistische Ermittlungen wird dieses Konzept mittels einer agentenbasierten Fusionsarchitektur realisiert.

Das in der Abbildung gezeigte Beispiel verwendet a priori Wissen in Form von Karteninformation, die Aussage eines menschlichen Experten (HUMINT Quelle) sowie ein Grauwertbild (IMINT Quelle, Bild (a)) um aus der vorgegebenen Szene Typ und Position der dort vorhandenen Fahrzeuge zu bestimmen. Die Menge der möglichen Fahrzeugtypen wurde der Übersichtlichkeit halber auf die in Bild (g) aufgeführten fünf Typen eingeschränkt. Bild (g) zeigt die bezüglich der zweiten Ortskoordinate marginalisierte DoB-Verteilung als Fusionsresultat für die in Bild (f) rot gekennzeichnete Spur. Der nominale Peak befindet sich bei Audi, was den Tatsachen entspricht.



## Automatische Sichtprüfung spiegelnder Objekte

(S. Werling, J. Balzer, J. Beyerer)

Bei der Sichtprüfung spiegelnd reflektierender Oberflächen sieht ein Beobachter im Gegensatz zu diffuser Reflexion nicht die Oberfläche selbst, sondern das Spiegelbild der Umgebung. Dies bereitet üblichen Verfahren zur Bestimmung der 3D-Objektgestalt – etwa Triangulation oder Shape from Shading – erhebliche Probleme, da diese auf zumindest teilweise diffuse Reflexion angewiesen sind. Die deflektometrische Messmethode nutzt hingegen die spiegelnde Reflexion: Beobachtet werden Spiegelbilder bekannter Muster in der Oberfläche und deren Deformationen. Diese Vorgehensweise entspricht prinzipiell der Inspektion durch den menschlichen Beobachter, der die zu prüfende Oberfläche "ins rechte Licht" hält und nach Störungen im Spiegelbild Ausschau hält.

Am Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme wurde ein robotergeführter Sensorkopf entwickelt, der auf der deflektometrischen Messmethode basiert. Der Sensorkopf besteht aus einem LC-Display als Mustergenerator, mehreren hochauflösenden Videokameras sowie einem sensorintegrierten Steuer- und Auswerterechner. Die kompakte Ausführung des Sensorkopfs ermöglicht die Montage auf einem Industrieroboter (Abb. 1). Ein Beispiel einer deflektometrischen Messung zeigt Abbildung 2.

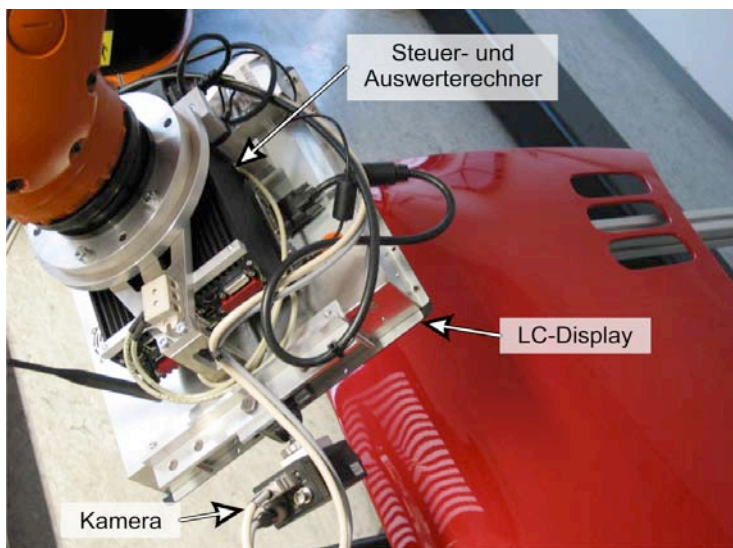


Abb.1: Robotergeführter Sensorkopf bei der Inspektion eines Karosserieteils.



Abb.2: Inspektion eines teilspiegelnden Objekts: Diffuse Beleuchtung, Spiegelung der Umgebung, deflektometrische Messung.



### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Beyerer, J.; Heizmann, M.:** Bildauswertung und Interpretation. In: Technologieführer: Grundlagen – Anwendungen – Trends.; Hrsg.: Bullinger, H. J.; 1. Auflage Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2006, S. 156-161

#### **Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Beyerer, J.; Heizmann, M.; Sander, J.:** Fuselets – An agent based architecture for fusion of heterogeneous information and data. In: Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, and Applications. Hrsg.: Dasarathy, B.V.; SPIE Symposium on Defense and Security, Orlando, 17.-21.04.2006. Bellingham: SPIE, 2006, S. 235-243

**Beyerer, J.; Puente-León, F.; Sommer, K.-D. (Hrsg.):** Informationsfusion in der Mess- und Sensortechnik. Beiträge des VDI/VDE-GMA Expertenforums Informationsfusion in der Mess- und Sensortechnik 2006. Informationsfusion in der Mess- und Sensortechnik 2006, Eisenach, 21.-22.06.2006. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2006

**Sander, J.; Beyerer, J.:** Fusion agents – realizing Bayesian fusion via a local approach.; In: Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI06). Hrsg.: IEEE. 2006 International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI06), Heidelberg, 03.-

06.09.2006. Heidelberg: IEEE, 2006, S. 249-254

**Balzer, J.; Beyerer, J.; Werling, S.:** Regularization of the deflectometry problem using shading data. In: Two-and-Three-Dimensional Methods for Inspection and Metrology IV, Proceedings of SPIE. Hrsg.: Huang, P. S.; Optics East, Boston, 01.01.2006. Bellingham: SPIE, 2006, S. CD

**Frese, C.; Ghta, I.:** Robust Depth Estimation by Fusion of Stereo and Focus Series Acquired with a Camera Array. In: Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI06). Hrsg.: IEEE. 2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI06), Heidelberg, 03.-06.09.2006. Heidelberg: IEEE, 2006, S. 243-248

**Ghta, I.; Frese, C.; Heizmann, M.:** Fusion of Combined Stereo and Focus Series for Depth Estimation. In: Informatik 2006, Informatik für Menschen. Beiträge der 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Hrsg.: Hochberger, C.; Liskowsky, R.; 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Dresden, 02.-06.10.2006. Bonn: Kölln Druck + Verlag GmbH, 2006, S. 359-363

**Höpken, M.; Grinberg, M.; Willersinn, D.:** Modeling Depth Estimation Errors for Side Looking Stereo Video Systems. In: Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicle Symposium (IV 2006). Hrsg.: Institute of Industrial Science, University of Tokyo. IEEE Intelligent Vehicle Symposium (IV 2006), Tokyo, 13.-

**Institut für Technische Informatik**

Leiter: Prof. em. Dr. W. Görke

**Forschungsbereich**

**Fehlertolerante  
Rechensysteme**

**Beiträge zur Geschichte der Informatik:  
Neue Erkenntnisse über den Mechanismus von Antikythera**

*(W. Görke)*

Kürzlich wurde der Fund von 1901 durch Wissenschaftler aus Griechenland, Wales, England und den USA erneut im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts untersucht, obwohl erste Ergebnisse schon seit 30 Jahren vorliegen. Es handelt sich um einen einmaligen Fund eines antiken Bronzegerätes, das wegen eines Schiffsunglücks im 1. Jahrhundert vor Christus erhalten ist und sich nach der Bergung durch Schwammtaucher im Nationalmuseum in Athen befindet. Vermutlich stammt es aus der zweiten Hälfte des 2. Jahrhunderts vor Christus, also aus der Zeit des Hipparch von Nikäa, des wohl größten Astronomen der Antike. Erkennbar ist heute noch ein komplexes Zahnradgetriebe mit mehr als 30 Rädern sowie Inschriften auf seinem Gehäuse. Man vermutet, dass es eine Art Planetarium darstellt, mindestens werden Sonne und Mond mit genauen Umläufen angezeigt, dazu auch Meton- und Saroszyklen, wie man aus verhältnismäßig umfangreichen Inschriften schließt. Außerdem wird die erste Anomalie der Mondbahn angezeigt, so daß deutlich wird, daß die gesamte kosmische Theorie des Hipparch implementiert zu sein scheint.

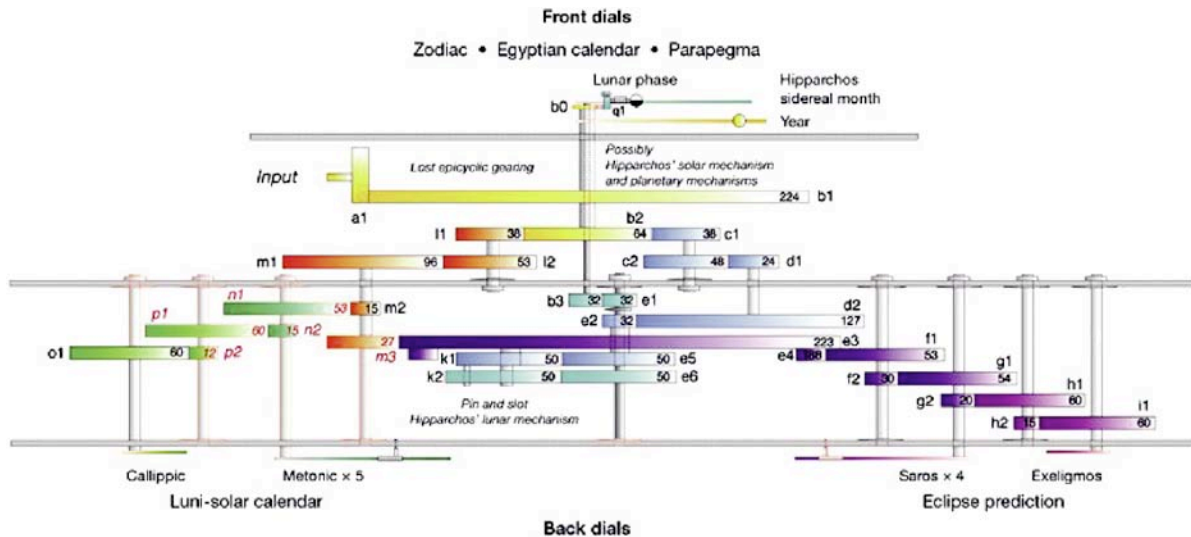
Leider ist der Fund inzwischen in 82 Fragmente zerfallen, darunter sieben größere Teile, die zerstörungsfrei mit Röntgen- und Gammastrahlen durchleuchtet und durch Computertomographie analysiert wurden. Erste Ergebnisse der neueren Untersuchungen wurden auf einer Tagung in Athen vorgetragen, ein Bericht hierzu wurde veröffentlicht (Nature 444, S. 587-91, 30.11.06.). Da das größte Fragment 27 Zahnräder in ursprünglicher Anordnung enthält, konnten die wichtigsten Funktionen des Geräts rekonstruiert werden.

Auf der Vorderseite erscheint der ägyptische Kalender mit einer beweglichen Skala für die Tierkreiszeichen, die die Schaltjahre für den Gebrauch in Griechenland berücksichtigt. Man vermutete drei Zeiger für Datum sowie Sonnen- und Mondstellung am Himmel, bei letzterer wird die unterschiedliche Entfernung zur Erde berücksichtigt. Ein zweiter Mechanismus treibt ein Kugelmodell für die Mondphasen an.

Die Inschriften, von denen doppelt so viele Buchstaben wie vor 30 Jahren entziffert werden konnten, sind bisher zwar nur teilweise lesbar, doch wurden Hinweise auf Mars und Venus festgestellt. War es also ein Modell, das die Bewegung aller fünf Planeten der Antike anzeigen konnte? Die Zeiger sind natürlich verloren gegangen.

Für die beiden rückwärtigen Anzeigen wurden oben spiralartige Felder festgestellt, deren Anzahl 47 auf die 235 Mondumläufe im 19-Jahre-Zyklus des Lunisolarkalenders hinweist, die bereits Meton von Athen bekannt waren. Ein Hilfszeiger gibt dazu kleiner die vier Zyklen der kallippischen Periode an. Unten erkennt man auf einem spiralartigen Zifferblatt 223 Felder, die auf die Sarosperiode der Finsternisse von Sonne und Mond hindeuten. Hier

wird klein der Exeligmos-Zyklus aus drei Saroszyklen, also rund 54 Jahre, angezeigt. Nach ihm wiederholen sich die Finsternisse fast genau in der Nähe des Beobachtungsorts, wie schon den Babyloniern bekannt war.



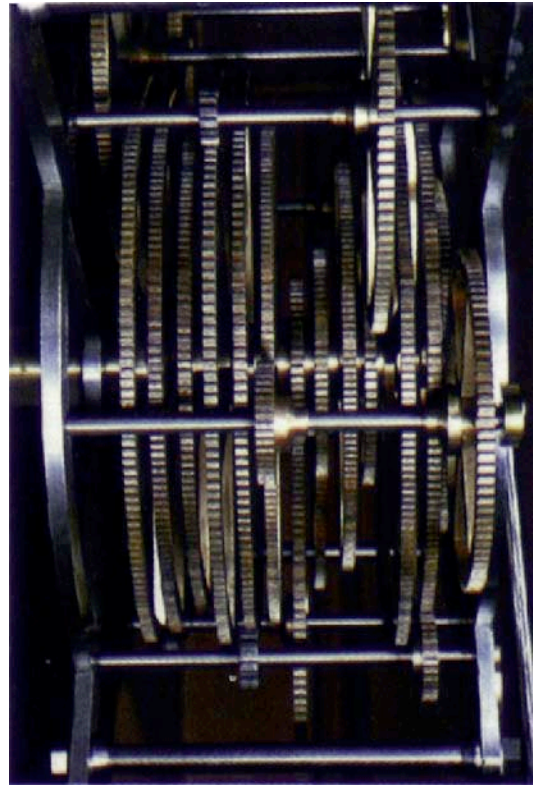
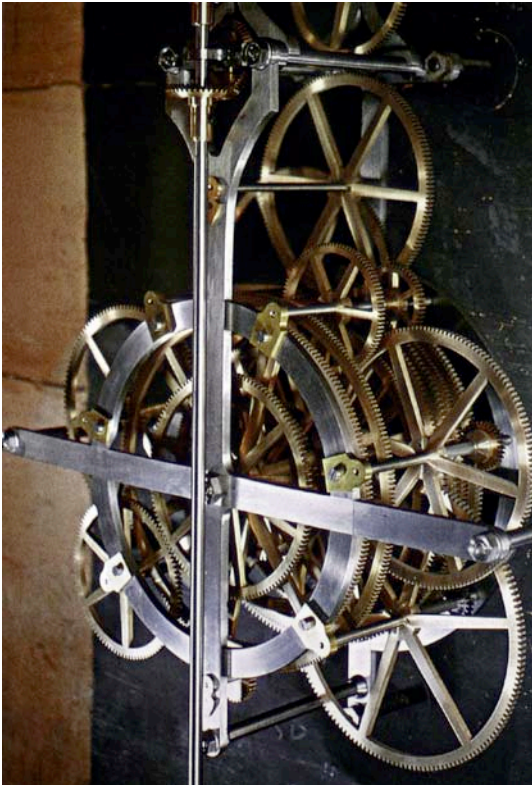
Getriebeschema des Mechanismus von Antikythera

Weitgehend wurde bestätigt, dass es sich beim Antikythera-Gerät um ein Getriebe handelt, das die periodischen Bewegungen am Sternenhimmel erläutert. Bild 1 zeigt das Schema in der neuerdings beobachteten Anordnung, das zwischen Trägerplatten 13 senkrechte und zwei waagerechte Zahnradwellen mit unterschiedlich indizierten Rädern und den vermuteten Zahnzahlen angibt.

Über das Stirnrad a1 wird der Jahresumlauf b1 mit dem gelben Sonnenzeiger angetrieben (auf der Vorderseite oben), während durch dessen axiale Hülse b3 über b0 auf den Mondzeiger einwirkt. Links unten erscheinen die Anzeigen des Lunisolarkalenders über die Achsen n und o, während rechts unten die Finsternisse über g und i ablesbar sind. Die angegebenen Zahnzahlen entsprechen den rekonstruierten, wobei die nun präzisierten Angaben die Hypothesen der Funktion unterstützen.

Nur mit Erstaunen lässt sich dieser archäologische Befund zur Kenntnis nehmen, ist das Objekt doch in jeder Hinsicht singulär. Erst mehr als 1000 Jahre später treten mit den Turmuhr im Abendland vergleichbare Zahnradmechanismen auf, sogar die beweglichen Astrolabien aus dem Orient sind nicht älter. Wie hoch entwickelt dieser Mechanismus ist, zeigt sich durch einen Vergleich mit unseren heutigen Uhren, die nur aus sieben oder neun Zahnrädern bestanden, solange sie noch mechanisch funktionierten und keine Zusatzmechanismen wie Weck- oder Stoppwerke enthielten. 30 Zahnräder aber erlauben Anzeigen wie die der astronomischen Kunstuhren der neueren Zeit. So umfasst die astronomische Uhr des Straßburger Münsters vier verschiedene Mechanismen, von denen allein das Planetenwerk etwa 30 Zahnräder umfasst, mit deren Hilfe die fünf Planeten bis Saturn sowie Sonne und Mond mit ihren Finsternissen auf dem Himmelszifferblatt über der Kalenderscheibe

angezeigt werden. Bild 2 zeigt die hierfür erforderlichen Getriebe als heutige Fotografie, nachdem Jean Baptist Schwilgué die Uhr 1842-1848 restaurierte. Der Vergleich der Bilder macht einem bewusst, wie wenig wir wirklich über die Geschichte wissen und wie falsch oder zumindest fragwürdig unser Stolz auf heutige Errungenschaften zu bewerten ist.



*Räderwerk des Planetariums der astronomischen Uhr in Straßburg, Schräg- bzw. Seitenansicht (Ba-Ri 1994)*

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) Institut für Informationsrecht

Das Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) hat die Aufgabe, die rechtswissenschaftlichen Aktivitäten aller Fakultäten der Universität unter einem Dach zu vereinen. Dadurch soll neben der Servicefunktion für andere Fakultäten der Universität eine flexible Einbindung von Nichtfakultätsmitgliedern und Universitätsexternen erreicht und zugleich eine möglichst breite Außenwirkung erzielt werden.

In der Lehre besteht die Hauptaufgabe im Angebot des rechtswissenschaftlichen Teils für den Diplomstudiengang Informationswirtschaft, der von den Fakultäten für Informatik und für Wirtschaftswissenschaften gemeinsam getragen wird. Die Lehrveranstaltungen stehen Studierenden anderer Fakultäten offen, die diese zumeist im Rahmen ihrer Wahl- oder Ergänzungsfächer besuchen.

Der Forschungsschwerpunkt des Instituts für Informationsrecht liegt auf der Untersuchung von Fragen, die sich aus der Schnittstelle von Technik, Wirtschaftswissenschaften und Recht ergeben. Denn ohne Kenntnis der technischen und wirtschaftlichen Zusammenhänge können die in der Informationsgesellschaft aufgeworfenen Rechtsfragen nicht beantwortet werden. Zugleich bedarf das Recht der technischen Unterstützung, will es seine Steuerungsfunktion behalten. So geht ein Forschungsbereich des Instituts den Fragen nach, die sich bei der heutigen Wissenserzeugung, -bereitstellung und -verbreitung stellen, die andere befasst sich mit den handels-, gesellschafts- und wirtschaftsrechtlichen Fragestellungen der New Economy, ein dritter untersucht neben allgemeinen wettbewerbs- und europarechtlichen Aspekten das Medien- und Kommunikationsrecht einschließlich des Datenschutzrechts.

### Kontakt

Prof. Dr. T. Dreier (Sprecher)  
Tel. 608-6376  
dreier@ira.uka.de

Prof. Dr. J. Kühling  
Tel. 608-3397  
juergen.kuehling@ira.uni-  
karlsruhe.de

Prof. Dr. P. Sester  
Tel. 608-8426  
sester@ira.uka.de

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft Institut für Informationsrecht

Leiter:	Prof. Dr. T. Dreier
Sekretariat:	G. Feth, D. von Winterfeld
Wiss. Mitarbeiter:	D. Knopf, O. Meyer, Dr. O. Raabe (F), A. Raay van, F. Schäfer (F), N. Schüttel
Stipendiatin:	K. Stockmar

### Forschungsbereich

**Bürgerliches Recht in  
Verbindung mit  
Rechtsfragen in der  
Informationsgesellschaft**

### Open Access und Nutzung von Archivbeständen

*(T. Dreier, D. Knopf, K. Stockmar)*

Die technische und rechtliche Organisation der Informationsversorgung ist für die moderne Wissensgesellschaft von großer Bedeutung. Das gilt vor allem für die Bereitstellung, Verbreitung und Zugänglichmachung von wissenschaftlichen Informationen. Die Übernahme des aus der Printwelt überkommenen Publikationsmodells, bei dem öffentliche Forschungseinrichtungen ihre Forschungsergebnisse von privaten Verlagen in Zeitschriften drucken und anschließend vervielfältigen lassen, schöpft das Potential der digitalen vernetzten Kommunikationsmöglichkeiten nicht vollständig aus. Als Reaktion haben sich in den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen eine ganze Reihe von Modellen der Open Access Publikation herausgebildet, seien es nun Open Access Zeitschriften (OA-Journals, OAJ) oder Open Access Archive (OA-Archives, OAA). Großforschungseinrichtungen haben entsprechende Prinzipien für einen offenen Zugang zu Wissenschaftsinformationen entwickelt (z.B. Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities unter Federführung der Max-Planck-Gesellschaft). Die Organisation sowohl von OAJ als auch von OAA werfen eine Reihe rechtlicher wie wirtschaftswissenschaftlicher Fragestellungen auf, die vom ZAR/IIR in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Informationswirtschaft und -management der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften untersucht werden. Dazu zählt auch ein neuer Ansatz, OA-Strukturen mittels eines auf technischen Schutzmechanismen aufsetzenden digitalen Rechtemanagements (DRM) zu unterstützen. Eine weitere Fragestellung zielt dahin, wie die Rechte an vorhandenen Archivbeständen mit Hilfe gegenwärtiger Informationstechnologie besser verwertet werden können und welche Gesetzesänderungen dazu ggf. erforderlich sind.

### Nationales und internationales Urheberrecht

*(T. Dreier)*

Mit zunehmender Globalisierung und der daraus resultierenden Zunahme der grenzüberschreitenden Nutzung geistigen Eigentums wächst auch das Bedürfnis für eine bessere Kenntnis der europäischen wie internationalen Rahmengesetzgebung. Dazu ist im Berichtsjahr mit Büllersbach/Priens, "Concise European IT-Law" unter der Mitherausgeberschaft von T. Dreier eine auf fünf Bände angelegte Kommentarreihe zum internationalen und

Europäischen Recht des geistigen Eigentums und IT-Rechts begonnen worden. Ebenfalls im Jahr 2006 erschienen ist der von T. Dreier und P. B. Hugenholtz in Zusammenarbeit mit dem Amsterdamer Instituut voor Informatierecht (IVIR) herausgegebene Band zum europäischen Urheberrecht ("Concise European Copyright Law"). Weitere Bände zum europäischen Patent- und Markenrecht sowie zum Internationalen Recht des geistigen Eigentums einschließlich verfahrensrechtlicher Fragen schließen die Reihe im Jahr 2007 ab. Ergänzend sind die europäischen Vorschriften in einem Kommentar zum Schweizer Urheberrecht erörtert worden. Weitere Studien befassten sich mit Fragen der Fairness der gegenwärtigen Organisation der internationalen Handelsbeziehungen auf dem Gebiet des geistigen Eigentums mit dem geplanten internationalen Vertrag zum Schutz der Sendeunternehmen und der Entwicklung des Urheberrechts in der EU. Eine Dissertation untersucht die historischen, soziologischen und technischen Rahmenbedingungen, unter denen es im Urheberrecht im Zuge der Staatenbildung des 19. und der Regionalisierung des 20. Jahrhunderts zur Rechtsvereinheitlichung gekommen ist.

### **Innovationsgeneigntheit geistiger Eigentumsrechte**

*(T. Dreier, N. Gauß, J. Kühling)*

In der gegenwärtigen Debatte um die Geeignetheit von Recht als Steuerungsinstrument technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Prozesse ist das Augenmerk u.a. auch auf die Frage gerichtet, inwieweit die Rechte des geistigen Eigentums tatsächlich der Innovationsförderung dienen. Die Frage stellt sich in besonderem Maß für das Urheberrecht, ist dieses doch zumindest in Europa nicht allein – und nicht einmal vorrangig – unter dem Gesichtspunkt der Innovationsförderung, sondern mit primär kulturfördernder Zielrichtung entstanden. Dennoch lässt sich insbesondere bei technischen Schutzgegenständen wie Computerprogrammen, Datenbanken und Informationsbeständen die Innovationsgeneigntheit auch des Urheberrechts nicht leugnen. Dieser Frage, wie auch den Schnittstellen zu angrenzenden Rechtsgebieten etwa des Kartellrechts, aber auch psychologischen Aspekten der schöpferischen Tätigkeit und der im Vordringen begriffenen Mentalität des Teilens sind einige Tätigkeiten am ZAR in Zusammenarbeit mit einem Projekt der Volkswagenstiftung unter Leitung von Richter am Bundesverfassungsgericht Prof. Hoffmann-Riem gewidmet.

### **Kollaborative, komponentenbasierte Entwicklung von Unternehmenssoftware im Finanzdienstleistungsbereich von Baden-Württemberg (CollaBaWü)**

*(T. Dreier, F. Schäfer)*

Das Ziel des Projekts "CollaBaWü" besteht im Wesentlichen darin, die kollaborative, d. h. zwischenbetrieblich organisierte, und komponentenbasierte Entwicklung von Unternehmenssoftware im Finanzdienstleistungsbereich von Baden-Württemberg zu fördern. Hierdurch soll sowohl ein höherer Wiederverwendungsgrad in unterschiedlichen Produktlinien bzw. -familien, als auch eine größere Flexibilität des Erstellungsprozesses erreicht werden. Dem ZAR obliegt es dabei, zusammen mit der Universität Mannheim (Lehrstuhl für ABWL

und Wirtschaftsinformatik), im Rahmen des Teilprojekts "Geschäftsmodelle" die Entwicklung und (rechtliche) Überprüfung der in Frage kommenden Geschäftsmodelle zu untersuchen. Nachdem ein Schwerpunkt der Arbeiten des ZAR im Jahr 2005 auf den rechtlichen Grundlagen, und hierbei insbesondere im Hinblick auf die gewährleistungsrechtlichen Probleme beim Einsatz von Open Source Komponenten lag, rückte zu Beginn 2006 der Fokus zunächst stärker auf die wirtschaftliche Seite der Geschäftsmodelle. Zu diesem Zweck wurden, unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Wirtschaft, die von dem am Projekt beteiligten Praxispartnern eingebracht wurden, verschiedene Geschäftsmodelle herausgearbeitet und auf die mit ihnen verbundenen Transaktionskosten untersucht.

Auf der rechtlichen Seite wurden die Untersuchungen 2006 zugleich im Bereich des Lizenzmanagements verstärkt, wobei der Forschungsschwerpunkt darauf lag, dieses für die Praxis zu vereinfachen und somit auch kostengünstiger zu gestalten. Zusammen mit dem Forschungszentrum Informatik (FZI) wurde und wird hierbei an einer Lösung gearbeitet, mit der bei der Komponentenauswahl sowohl funktionale (technische), als auch nicht-funktionale (rechtliche) Voraussetzungen automatisiert berücksichtigt werden können.

Forschungspartner innerhalb von CollaBaWü sind das Forschungszentrum Informatik (FZI) in Karlsruhe und die Universität Mannheim (Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik). Website: <http://www.collabawue.de> oder <http://www.collabawü.de>

### **Graduiertenkolleg "Information Management and Market Engineering"**

*(T. Dreier, J. Kühling, K. Stockmar)*

Das ZAR ist mit allen drei Professoren weiterhin in das interdisziplinäre, von der DFG geförderte und gemeinsam von den Fakultäten für Wirtschaftswissenschaften und Informatik getragene Graduiertenkolleg eingebunden (Sprecher: C. Weinhardt, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften; stellv. Sprecher: R. Studer, T. Dreier).

Forschungsfeld des Graduiertenkollegs ist die Erfassung, Bewertung und Weiterentwicklung der Gestaltungsoptionen elektronischer Märkte in ihrer Gesamtheit mit dem Ziel ihrer Integration in traditionelle Geschäftsprozesse sowie der Entwicklung und Umsetzung geeigneter Lösungen der disziplinübergreifenden Fragestellungen.

Am ZAR werden dabei drei Dissertationen betreut. Eine der Arbeiten beschäftigt sich mit juristischen und ökonomischen Fragen im Bereich des elektronischen wissenschaftlichen Publizierens, insbesondere im Hinblick auf die Open Access Bewegung, die den freien Zugang zu wissenschaftlichen Materialien ermöglichen will. Die Analyse und Bewertung von Maßnahmen, insbesondere gesetzlicher Art, zur Förderung des Open Access anhand rechtlicher und ökonomischer Gesichtspunkte bildet hier den Schwerpunkt.

Ein weiterer Stipendiat beschäftigt sich in seiner Dissertation mit dem Arbeitstitel "Innovative Märkte und deren Beurteilung nach Art. 82 EG" mit der Frage, wie bei der Anwendung der kartellrechtlichen Missbrauchsaufsicht auf Märkte mit einer hohen Innovationsrate sichergestellt werden kann, dass es zu einer angemessenen Berücksichtigung und Förderung von Innovationen kommt. Ein Schwerpunkt der Darstellung ist dabei die



Reform des Art. 82 EG und deren Beurteilung anhand von Erkenntnissen der Wettbewerbspolitik und der Innovationsforschung.

Das Thema der dritten Arbeit umfasst die rechtsvergleichende Analyse von digitalen Signaturen bei internationalen Verträgen. Angesichts der unterschiedlichen nationalen gesetzlichen Regelungen von digitalen Signaturen könnte die praktische Anwendung der elektronischen Signaturen in internationalen Verträge Schwierigkeiten bereiten, sofern eine gegenseitige Anerkennung von digitalen Signaturen durch die verschiedenen Rechtsordnungen nicht sichergestellt ist. In der Zukunft wird sich daher noch zeigen müssen, ob die unterschiedlichen nationalen Regelungen ein Hindernis für einen effizienten Einsatz von digitalen Signaturen darstellen, die einer Fortentwicklung des elektronischen Handels durch den Einsatz von digitalen Signaturen entgegenstehen.

Website: <http://ime.uni-karlsruhe.de>

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches***

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Dreier, T.:** Europäisches Urheberrecht – Einzelne Kommentierung zum Schweizerischen Urheberrechtsgesetz. In: Urheberrechtsgesetz (URG). Hrsg.: Barbara K. Müller, Reinhard Oertli. Bern: Stämpfli Verlag AG, 2006

**Dreier, T.:** "De fine": vom Ende des Definierens? – Zur Abgrenzung von Münzkopieren, Personal Video Recordern und Serverdiensten. In: Festschrift für Eike Ullmann. Hrsg.: Ahrens / Bornkamm / Kunz-Hallstein. Saarbrücken: juris GmbH, 2006, S. 37 - 50

**Dreier, T., Schulze, G.:** Urheberrecht – Kommentar. 2. Auflage München: C.H. Beck, 2006

**Dreier, T.; Hugenholtz, B. (Eds.):** Concise European Copyright Law. Alphen aan de Rijn, NL: Kluwer Law International, 2006

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Dreier, T.:** Steuerung durch Recht – Einige Überlegungen zu technischen Schutzmaßnahmen im Urheberrecht. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis (TATuP), Band 15, 2006, S. 13 - 19

**Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft  
Institut für Informationsrecht**

Leiter:	Prof. Dr. P. Sester
Sekretärin:	F. Volp
Akademische Rätin:	Dr. Y. Matz
Wiss. Mitarbeiter:	C. Funk (F), T. Nitschke (F, bis 14.09.2006), M. Wöllner
Stipendiaten:	C. Laborde, S. Mutschler (bis 01.02.2006), A.-C. Wiegemann (bis 01.02.2006)

**Forschungsbereich  
Bürgerliches Recht,  
Handels-, Gesellschafts-  
und Wirtschaftrecht in  
der Informations-  
gesellschaft**

**Effiziente Regulierung von Handelsgeschäften und Direktinvestitionen zwischen der EU einerseits und Mercosur/Chile andererseits**

*(P. Sester)*

Die EU errichtet derzeit für ihre Außenwirtschaftsbeziehungen zu Chile und den Mercosur-Staaten einen neuen Rechtsrahmen, indem sie mit den betreffenden Handelspartnern Assoziationsabkommen der sogenannten IV. Generation abschließt. Ein Novum und Charakteristikum dieser Abkommen im Vergleich zu früheren Abkommen ist die Implementierung der Niederlassungsfreiheit. Diese in Europa erfolgreich erprobte Institution wird in dem dieses Jahr begonnenen Forschungsvorhaben aus ihrem ursprünglichen Regulierungskontext dem EGV (Art. 43, 48) herausgelöst, modifiziert (z.B. der Durchsetzung via Schiedsgerichte unterworfen) und erstmals im Verhältnis zu Staaten eingesetzt, bei denen die Beitrittsoption von Beginn an ausscheidet. Diese institutionelle Innovation bildet den Gegenstand dieser Untersuchung.

**Unternehmensfinanzierung und Insolvenzrecht**

*(P. Sester)*

Insolvenzrechtliche Fragestellungen spielen für die Gestaltung von Finanzierungen zunehmend eine wichtige Rolle. Dies hat seinen Grund insbesondere darin, dass die Rating-Agenturen der insolvenzrechtlichen Analyse eine entscheidende Bedeutung beimessen. Die Banken folgen dem unter dem Eindruck von Basel 2 im Rahmen des Internal Based Rating Ansatzes. Bislang wurde die betreffende Fragestellung nur in vergleichsweise geringem Umfang untersucht (dies gilt vor allem für moderne Finanzierungsinstrumente) und zumeist aus der ex post Perspektive (d. h. nach Eröffnung des Insolvenzverfahrens). Hinzu kommt die zunehmende Bedeutung der grenzüberschreitenden Unternehmensinsolvenzen. Die skizzierten Themenkreise werden nicht zuletzt unter Einsatz der methodischen Ansätze Rechtsvergleichung und ökonomische Analyse des Rechts untersucht.

## Lösungsklauseln für den Fall der Insolvenz

*(P. Sester, M. Wöllner)*

Mit Einführung der Insolvenzordnung im Jahre 1999 und der damit verbundenen Abkehr von der Konkurs- und Vergleichsordnung ruhen große Hoffnungen auf der neu hinzugekommenen Möglichkeit der Fortführung des Unternehmens zwecks Sanierung. In einigen spektakulären Fällen wie u.a. "Herlitz", "Elsterland", ist dies auch bereits gelungen. Jedoch wird oft verkannt, dass das primäre Ziel des Insolvenzrechts nicht die Rettung angeschlagener Unternehmen ist, sondern die streng vermögensorientierte geordnete Schuldentilgung der Gläubiger.

Die Insolvenz eines Unternehmens betrifft immer auch die Vertragspartner des insolventen Unternehmens. Es stellt sich hier insbesondere die Frage, was mit den bereits vor Insolvenzeröffnung geschlossenen beiderseits noch nicht vollständig erfüllten Verträgen geschieht. Die Insolvenzordnung sieht mit § 103 InsO grundsätzlich eine Wahlmöglichkeit des Insolvenzverwalters über die weitere Erfüllung dieser Verträge vor. Die zentrale Fragestellung des Forschungsprojekts lautet, ob dieses Wahlrecht seitens des Insolvenzverwalters durch ein Wahlrecht des Gläubigers in der Gestalt eines Kündigungsrechts für den Fall der Insolvenz ergänzt werden kann. Wirtschaftlich gesehen ist dies für den Gläubiger oft wünschenswert, da er meist kein Interesse mehr an einer Fortsetzung des Vertrags mit einem insolventen Partner hat. Gegenteilige Interessen hat der Insolvenzverwalter, wenn er das Unternehmen fortführen will.

Die kontrovers geführte Frage der rechtlichen Zulässigkeit einer solchen Lösungsklausel für den Fall der Insolvenzeröffnung soll geklärt werden. Ausgehend von den Vorschriften §§ 103, 119 InsO soll über die Grundsätze der Insolvenzordnung und anderer angrenzender Gesetze eine Lösung gefunden werden. In einem weiteren Teil soll die bisher zu dieser Fragestellung ergangene Rechtsprechung erörtert und auf eine Tendenz untersucht werden.

## SESAM-Internetökonomie

*(T. Dreier, C. Funk, T. Nitschke, O. Raabe, P. Sester)*

Im Jahr 2005 hat das SESAM Teilprojekt 1 aus rechtswissenschaftlicher Sicht die im vorhergehenden Berichtszeitraum erstellte und klassifizierte Regelmenge für den elektronischen Vertragsschluss materiell um Module zur Überprüfung von Beweisfragen und zum Recht des grenzüberschreitenden E-Commerce erweitert und ein formales Konzept zur technischen Regelabbildung erstellt. Dieses Konzept enthält nunmehr auch grundlegende Anforderungen für die Modellierung unscharfer Rechtsbegriffe.

Weitere Schwerpunkte waren in diesem Zusammenhang die Abbildung von Verweisungsnormen zur Prüfung von alternativen Normen in der Regelmenge und die Mitwirkung bei der Erstellung des prototypischen Demonstrators. Im Rahmen der gutachterlichen Tätigkeit wurden zudem im wechselwirkenden Zusammenspiel mit den technischen Teildisziplinen rechtliche Anforderungsprofile und Konzepte für den beweissicheren Zugang elektronischer Dokumente und weiterer alternativer Signaturmechanismen entworfen. Neben

Beweisfragen wurden in diesem Kontext auch die Anforderungen an elektronische Erklärungen im Datenschutzrecht untersucht und ein gestuftes Klassifikationsschema für den datenschutzkonformen Einsatz dieser Mechanismen entwickelt. Daneben wurde die rechtliche Beurteilung der rechtlichen Grundlagen des Agenteneinsatzes im SESAM-System abgeschlossen.

Ein auch in rechtspraktischer Hinsicht für Folgefragen bedeutsamer Beitrag zu rechtlichen Grundlagen des Bandbreitenmanagement in "Next-Generation-Networks" konnte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Telematik abgeschlossen werden. In diesem Kontext steht aus telekommunikationsrechtlicher Sicht zunächst der Begriff der "Netzneutralität" im Mittelpunkt. Dabei wurde bislang aber im Wesentlichen nur auf globale Aspekte des ungehinderten Informationszuganges abgestellt. Der vorhandene europäische Rechtsrahmen ist insofern bislang bewusst regulierungsfrei gehalten und beschränkt sich in Art. 5 der Zugangsrichtlinie auf eine Missbrauchsaufsicht der nationalen Regulierungsbehörden. Noch nicht in den Fokus der Debatte ist jedoch die Frage geraten, wie sich Systeme regulatorisch verorten lassen, die auf Applikationsebene in P2P-Overlay-Netzen realisiert werden. Hier wurde eine grundlegend neue rechtliche Einordnung dieser Dienste auch im Hinblick auf die Dienste des klassischen Internet unternommen und gleichzeitig ein Kriterienkatalog für ein rechtskonformes Softwaredesign entwickelt.

### **Formalisierung von elektronischen AGB**

*(C. Funk, P. Sester)*

Das Projekt untersucht das Potential einer Formalisierung allgemeiner Geschäftsbedingungen. Dies greift die Vorarbeiten der Forschungsgruppe um Prof. Studer zum semantic web bzw. zu Ontologien auf und soll sie unter Hinzuziehung bestehender Ansätze, wie Service Level Agreements, zu gemeinsamen Ontologien rechtlicher Begriffswelten fortführen.

Die Vorteile einer solchen Formalisierung bestehen in der Maschinenlesbarkeit der Bedingungen. Daraus lassen sich nützliche Anwendungen entwickeln, etwa die Erweiterung bestehender Preisvergleichsdienste um eine Bewertung von Lieferbedingungen oder eine automatisierte wirtschaftliche Bewertung der Klauseln. Außerdem lässt sich eine automatisierte Überprüfung der rechtlichen Wirksamkeit einzelner Klauseln prototypisch zu implementieren. Weiterhin sind Kollisionsprüfungen denkbar, wenn im elektronischen Geschäftsverkehr jeder Partner seine Bedingungen den Vertragserklärungen beilegt. Die bisher genannten Beispiele betrafen die nachträgliche Bewertung vorhandener Klauselwerke. Durch eine formale Sprache eröffnet sich indessen auch die Möglichkeit, Software zur einfachen Zusammenstellung von Klauselsets zu schaffen. Dadurch kann der unerfahrene Kleingewerbetreibende für verschiedene Zwecke passende Klauselwerke selbstständig generieren und automatisch auf Wirksamkeit überprüfen lassen.

Untersucht wird, wie die Vollständigkeit einer solchen Formalisierung erreicht werden kann und welche Vorgehensweise sich besonders eignet, etwa eine offene XML-Spezifikation. Des Weiteren werden juristische Probleme und Vorteile des Vorgehens ermittelt und beschrieben.

## Elektronische Signaturen in internationalen Verträgen

(C. Laborde, P. Sester)

Mit dem elektronischen Handel ("e-commerce") wurde die Erwartung verbunden, dass zukünftig ein Großteil der Verträge über Handelsplattformen oder auf sonstige Weise über das Internet angebahnt und – soweit möglich – auch hierüber abgewickelt würde. Diese Erwartungen haben sich bisher nur in einem geringen Umfang erfüllt.

Ein Grund für die eher geringe Akzeptanz wurde in dem sogenannten Authentizitätsproblem gesehen, d. h., dass sich eine elektronische Erklärung nicht ohne weiteres einer konkreten Person zuordnen lässt. Eine Zuordnung lässt sich jedoch mit sog. digitalen Signaturen erreichen. Daher wurden in den letzten Jahren in vielen Staaten Signaturgesetze verabschiedet, um die notwendigen rechtlichen Grundlagen für solche digitale Signaturen zu schaffen. Als Beispiele seien nur das deutsche Signaturgesetz (SigG), das US-amerikanische Gesetz über elektronische Signaturen im globalen und nationalen Handel ("Electronic Signatures in Global and National Commerce Act") und das argentinische digitale Signaturgesetz ("Ley de Firma Digital") genannt. Angesichts der unterschiedlichen nationalen gesetzlichen Regelungen von digitalen Signaturen könnte die praktische Anwendung der elektronischen Signaturen in internationalen Verträgen Schwierigkeiten bereiten, sofern eine gegenseitige Anerkennung von digitalen Signaturen durch die verschiedenen Rechtsordnungen nicht sichergestellt ist. In dem Projekt wird untersucht, inwiefern die unterschiedlichen nationalen Regelungen ein Hindernis für einen effizienten Einsatz von digitalen Signaturen darstellen und somit einer Fortentwicklung des elektronischen Handels entgegenstehen.

### *Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches*

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Sester, P., Cárdenas, J.:** Nueva herramienta para el levantamiento de capital en Europa. In: *Camchal*, Band 3, Heft 4, 2006, S. 30

**Sester, P., Cárdenas, J.:** Vereinbarungen zur kartellrechtlichen Konvergenz in internationalen Abkommen zur Liberalisierung des Handels – unter besonderer Berücksichtigung des Assoziationsabkommens zwischen der EU und Chile. In: *Recht der Internationalen Wirtschaft (RIW)*, Band 52, Heft 3, 2006, S. 179-187

**Sester, P.:** Argentinische Staatsanleihen: Schicksal der "Hold Outs" nach Wegfall des Staatsnotstands. In: *Neue Juristische Wochenschrift (NJW)*, Band 59, Heft 40, 2006, S. 2891-2892

**Sester, P.:** Comentario a la resolution del Tribunal superior de Frankfurt a.M. del 13 de Junio 2006 (8 U 107/03). El destino de la deuda publica argentina en default. In: *La Ley*, Band 10, Heft 10, 2006, S. 4

**Sester, P.:** Gläubiger- und Anlegerschutz bei evidenten Fairnessverstößen über eine deliktsrechtliche Haftung der handelnden Personen. In: Zeitschrift für Unternehmens- und Gesellschaftsrecht (ZGR), Band 35, Heft 1, 2006, S. 1-39

**Sester, P.:** Hybrid-Anleihen: Wirtschaftliches Eigenkapital für Aktiengesellschaften. In: Zeitschrift für Bankrecht und Bankwirtschaft (ZBB), Band 18, Heft 6, 2006, S. 443-463

**Sester, P.:** Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei PPP-Projekten – Leitfaden in Zeitschrift für Immobilienrecht (ZfIR) 2006. In: Zeitschrift für Immobilienrecht (ZfIR), Band 10, Heft 23/24, 2006, S. 867

**Sester, P.; Mutschler, S.:** Neueste Kooperationen und rechtliche Entwicklungen im Kampf gegen Spam. In: Informatik-Spektrum, Band 29, Heft 1, 2006, S. 14-22

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft Institut für Informationsrecht

Leiter: Prof. Dr. J. Kühling  
Sekretärin: G. Reichert  
Wiss. Mitarbeiter: A. Elbracht (F),  
G. Hermeier,  
Stipendiat: N. Gauß (ab 01.02.2006)

### Forschungsbereich

**Öffentliches Recht,  
Recht der Netzwirtschaften, Kommunikationsrecht einschließlich Datenschutzrecht, Umweltrecht, Europäisches Wettbewerbsrecht, allgemeines Europarecht**

### Regulierung der Netzwirtschaften

(G. Hermeier, J. Kühling)

Zentraler Forschungsbereich ist weiterhin die Regulierung der Netzwirtschaften. Hier geht es primär um einen Vergleich der verschiedenen Regulierungsansätze in der Telekommunikations-, Post-, Energie- und Eisenbahntransportwirtschaft.

Den Schwerpunkt der gemeinsam mit den Bonner Kollegen Ch. Koenig und W. Rasbach verfassten Monografie zum Energierecht bildet die umfassende Novellierung des EnWG 2005. Im Fokus waren dabei die zentralen Regulierungsinstrumente der Zugangsregulierung (einschließlich der Entgeltregulierung) und der Entflechtung. Als enger gefasster Untersuchungsgegenstand standen Probleme des grenzüberschreitenden Stromhandels im Vordergrund, dessen Ausbau wesentlich für die Schaffung von Wettbewerb auf den Energiemärkten ist. Mit dem gegenwärtig in Deutschland zur besseren Engpassbewirtschaftung

vorrangig diskutierten Open Market Coupling wurde eines dieser Modelle in dem Projekt umfassend in Bezug auf die Vereinbarkeit mit den Vorgaben des Unbundling-Regimes geprüft. In einem weiteren Beitrag wurde das OMC-Modell in den Kontext der novellierten Engpassleitlinien der Kommission eingeordnet.

Im Telekommunikationsbereich wurden in einer Untersuchung gemeinsam mit dem Ökonomen J. Haucap die Vor- und Nachteile der Zentralisierung von regulatorischen Entscheidungsbefugnissen untersucht. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde ein Vorschlag für eine neue Kompetenzverteilung entwickelt. Eine weitere Forschungsarbeit im Netzsektor der Telekommunikation befasste sich mit dem aktuellen und brisanten Thema der geplanten Freistellung der V-DSL-Infrastruktur der Deutschen Telekom AG von der Regulierung. Der Beitrag legt die ökonomischen und rechtlichen Hintergründe des neuen § 9a TKG-E im Kontext des TKG 2004 dar, überprüft seine Gemeinschaftsrechtskonformität und geht schließlich knapp der Frage nach, ob es sich bei dieser Bestimmung um eine gelungene Form des Innovationsschutzes durch Regulierungsverzicht handelt. Ferner wurden mit den Kollegen A. Neumann und V. Janik die §§ 25, 26, 39, 50, 51 TKG kommentiert.

Im Postbereich wurde zusammen mit Kollegen vom ZEI und WIK eine Studie zur Reform des Weltpostvereins (WPV) mit Blick auf die Stärkung der Rolle der privatisierten Postunternehmen vorgelegt.

### **Staatliche Gewährleistungsverantwortung im Informationsrecht**

*(J. Kühling, F. Schoch, A. Voßkuhle)*

Das 2005 begonnene von der DFG geförderte Projekt zur staatlichen Gewährleistungsverantwortung im Informationsrecht wurde fortgesetzt. Flankierend wurden grundrechtliche Untersuchungen zur Kommunikationsfreiheit als EG-Grundrecht vorgelegt.

### **Ökonomisierung des Umweltrechts - Ökologisierung des Wirtschaftsrechts**

*(J. Kühling)*

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt gilt dem Ausgleich von Ökonomie und Ökologie im Recht bzw. der Beachtung ökonomischer Aspekte im Umweltrecht einerseits und ökologischer Aspekte im Wirtschaftsrecht andererseits. Hier erfolgte eine gemeinsame Untersuchung mit den Ökonomen S. Berninghaus und R. Löschel zur Frage, inwiefern das "Pooling" von Zertifikaten im Rahmen des Emissionszertifikatehandels Anreize zu Kartellabsprachen bedingt.

### **Allgemeine wettbewerbsrechtliche Fragen**

*(J. Kühling)*

Im vierten Forschungsschwerpunkt zu allgemeinen wettbewerbsrechtlichen Fragen wurde v.a. der Länderbericht zu Staatsbeihilfen in Deutschland für den FIDE-Kongress gemeinsam mit Jens-Daniel Braun angefertigt. In einem Beitrag für die Ausbildungszeitschrift

JURA wurden die Grundzüge des Rechts der Wirtschaftsförderung erläutert. Schließlich wurden mit Blick auf die neueren Entwicklungen des Vergaberechts die Ausschreibungszwänge bei der Gründung gemischt-wirtschaftlicher Gesellschaften untersucht.

## Gemeinschaftsrecht

(J. Kühling)

In einem fünften Forschungsschwerpunkt wurden allgemeine Fragen des Gemeinschaftsrechts untersucht, wobei zum Teil auf Fragen aus den Einzelsektoren vertieft eingegangen wurde. Das gilt insbesondere für eine allgemeinere Untersuchung der angemessenen Kompetenzverteilung im Rahmen eines künftigen europäischen Vertragswerks, die an die Einzelstudie zur Telekommunikation anknüpfte. Eine weitere Forschungsarbeit in diesem Bereich beschäftigt sich mit dem Spezialproblem der Vorwirkung von EG-Richtlinien bei der Anwendung nationalen Rechts. Ein weiterer Beitrag beschäftigt sich mit Grundrechten.

### ***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Kühling, J.:** Fundamental Rights. In: Principles of European Constitutional Law. Hrsg.: Bogdandy/Bast, 1. Auflage London u.a., 2006, S. 501-546

**Kühling, J.; Koenig, C.; Rasbach, W.:** Energierecht. 1. Auflage Frankfurt, 2006

**Kühling, J.; Löschel, R.; Berninghaus, S.:** Pooling Uncertainty in a Permit Trading System: An Incentive for Collusion? In: Information Management and Market Engineering. Hrsg.: Dreier/Studer/Weinhardt, 1. Auflage Karlsruhe, 2006, S. 29-43

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Kühling, J.:** Die Zukunft der Europäischen Kompetenzordnung in der Ratifizierungskrise des Verfassungsvertrages. In: DER STAAT, 2006, S. 339-363

**Kühling, J.; Haucap, J.:** Eine effiziente vertikale Kompetenzverteilung bei der Regulierung von Telekommunikationsmärkten in Europa. In: ZfW, 2006, S. 324-356



**Einrichtungen der Fakultät**  
**Angegliederte, verbundene und**  
**kooperierende Einrichtungen**

### 3.2.1 Angegliederte Einrichtungen

#### Interfakultatives Institut für Entrepreneurship

Ein entscheidendes Merkmal der Informatik ist ihre Interdisziplinarität hinsichtlich der Anwendungsgebiete und der Effekte. Die Erkenntnisse und Leistungen der Informatik stehen sowohl Menschen aus Wirtschaft und Politik als auch aus dem kulturellen Bereich zur Verfügung. Aufgrund der großen Bedeutung der Informatik für neue Geschäftsmodelle und potenzielle Unternehmensgründungen hat sich Herr Götz W. Werner – Gründer und geschäftsführender Gesellschafter der dm-drogerie markt GmbH & Co. KG – zu Beginn des Wintersemesters 2003/2004 dazu entschieden, als ein weiterer Entrepreneur die Leitung des Interfakultativen Instituts für Entrepreneurship zu übernehmen.

Die Bedeutung des Unternehmers als Akteur des ökonomisch Neuen wurde durch Joseph Schumpeter im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts in die Sozialwissenschaften eingeführt. In den letzten 30 Jahren wurde die Bedeutung von Entrepreneurship für ökonomische Innovationen Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung.

In den 90er Jahren wurde in Deutschland eine Reihe von Lehrstühlen für Entrepreneurship geschaffen. Die Universität Karlsruhe (TH) unterscheidet sich von anderen deutschen Hochschulen dadurch, dass sie als Institutsleiter bedeutende Unternehmerpersönlichkeiten beruft. Fachwissen und Fachkompetenz des Unternehmers sind maßgebliche Grundlagen für jegliche Entrepreneurship. Um jedoch den Erfordernissen gegenwärtiger Wirtschaft entsprechen zu können, stehen Unternehmer vor der Herausforderung, Grenzen dieses Wissens und Könnens zu überschreiten. Ein Lehrstuhl für Entrepreneurship bietet die Chance, dieser Frage gemeinsam mit allen Dozenten und Studierenden nachzugehen und umsetzbare Erkenntnisse zu gewinnen.

Das Lehrangebot des Instituts richtet sich an die Studierenden aller Fakultäten. Durch die Mitgliedschaft in der Fakultät für Informatik soll das Lehrangebot zunehmend auch für Studierende der Informatik attraktiver werden.

#### Kontakt

Prof. G. W. Werner  
info@iep.uni-karlsruhe.de  
Tel. 608-8960  
Fax 608-8963

**Interfakultatives Institut für Entrepreneurship**

Leiter:	Prof. G. W. Werner
Sekretärin:	U. Kühn (bis 30.06.2006), C. Wetzel
Wiss. Mitarbeiter:	P. Dellbrügger (F), L. P. Häußner (F), D. Pauleit-Lindour (F, ab 01.01.2006), A. Presse (F), S. Zürker (F)

**Educational Entrepreneurship als Herausforderung und Chance**

Wenn es um die Entwicklungsfähigkeit und –willigkeit des Einzelnen wie auch der Gesellschaft als Ganzer geht, sind Schule und Hochschule als etwas zu Unternehmendes zu denken: Schule wie Hochschule als pädagogisch-wissenschaftlich-unternehmerische Aufgabe für das öffentliche Gut Bildung. Was wäre, wenn Deutschland autonome Schulen und Hochschulen hätte und dies im Rahmen einer konsequenten Subjektförderung durch staatliche finanzierte Bildungsgutscheine? Mit einer Publikation zu Educational Entrepreneurship wurde ein erster Beitrag für ein gänzlich neues Feld für Lehre und Forschung geleistet. Weitere Informationen dazu unter [www.unternimm-die-zukunft-de](http://www.unternimm-die-zukunft-de).

**Lehrangebot erweitert**

Aufgrund von Nachfragen von Studierenden-Seite wurde das Vorlesungs- und Seminarangebot erweitert. Im Sommersemester 2006 war mit über 180 Klausuren der bislang höchste Stand zu vermerken.

Das Seminar “Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung” stellt die unternehmerische Tätigkeit in einen makrosozialen Zusammenhang. Die Seminarreihe “Unternimm mit anderen” sollte das Spannungs- und Entwicklungsfeld für die Initiativeentfaltung in Arbeitsgemeinschaften thematisieren und problematisieren.

**Das Studienangebot umfasst schwerpunktmäßig drei Bereiche:**

- die unternehmerische Praxis - der "Werkzeugkasten" des Unternehmers
- die biografischen Aspekte von Entrepreneurship und
- den soziokulturellen Zusammenhang, in dem sich die Wirtschaft konkret zuträgt.

Die Reflexion von best-practice einerseits sowie Philosophie, Ästhetik, Kunst etc. andererseits ergänzen die rein fachwissenschaftlichen Belange.

**Das Studium von Entrepreneurship...**

- gibt Denkanstöße für eine selbstständige Durchdringung der verschiedenen Fragen und Probleme sowie Gelegenheit, in wissenschaftlichen Dialogen gemeinsame Erkenntnisfortschritte zu erzielen,

- gibt Anregungen zum Entdecken und Erüben einer erweiterten Fähigkeitsbildung: zum Wahrnehmen von Fakten, Zusammenhängen und Prozessen, zur Ideenfindung, zum Dialog etc.,
- bietet Praxis-Situationen, um schon im Verlauf des Studiums eigenverantwortliches Unternehmertum zu erproben und sich darin zu definieren.

Nach der Orientierungs- und Neugestaltungsphase, welche der Wechsel des Lehrstuhls mit sich brachte, folgt nun die Konsolidierungsphase des Angebots. Prioritäten liegen auf der problemlosen Integration der Vorlesungen und Seminare in alle Studiengänge der Universität Karlsruhe (TH) und der damit verbundenen Weiterentwicklung des Lehrplans.

Die neuen Ansätze bringen einen erhöhten Informationsbedarf wie auch den Bedarf an individueller Beratung mit sich. Das Angebot an qualifizierten Beratungsgesprächen wird als ein wichtiger Bestandteil der Lehre bereitgestellt und im Dialog mit den Studierenden gemeinsam weiter konzipiert und erarbeitet werden.

Das Lehrangebot zielt darauf ab, Anregung zu einer Eigen-Entwicklung und Selbst-Organisation der Studierenden zu geben. Die Lehrinhalte und Veranstaltungsformen, wie z. B. Gesprächs-Angebote nach der Vorlesung, Berichte aus der Praxis, Unternehmergespräche, Praxis-Projekte usw. sollen soweit wie sinnvoll im Dialog mit den Studierenden gemeinsam konzipiert und erarbeitet werden. In das Curriculum sollen die verschiedenen Themenbereiche von Entrepreneurship nach den Bedürfnissen der Studierenden eingehen und selbstständig zusammengestellt werden.

Die bislang eingeschlagene Forschung bewegt sich in dem für die Lehre genannten Problemfeld:

- Subsidiarität
- Organisation
- Führung.

Im vergangenen Jahr wurden im Bereich der Publikationen zwei weitere Studienhefte realisiert, mit denen wir uns in Form kurzer Beiträge sowohl an Wissenschaftler, Studierende, als auch an Menschen in der unternehmerischen Praxis wenden. Die elektronische Veröffentlichung ermöglicht einen kostengünstigen Zugang zu unseren Arbeiten.

Durch den Ablauf eines befristeten Vertrags im Sekretariat wurden die administrativen Tätigkeiten im Rahmen der Vorlesungen, Seminare und Klausuren integraler Bestandteil für die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. In diesem Zusammenhang wurden die Finanzmittel so optimiert, dass wir eine weitere wissenschaftliche Mitarbeiterin – für den Arbeitsschwerpunkt Publikationen – gewinnen konnten.

Weitere Informationen zur Arbeit des Instituts unter [www.iep.uni-karlsruhe.de](http://www.iep.uni-karlsruhe.de) sowie [www.unternimm-die-zukunft.de](http://www.unternimm-die-zukunft.de).

## Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS)

Das Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS) ist aus dem Modellversuch "Informatik für Blinde - Studium für Sehgeschädigte in Informatik und Wirtschaftswissenschaften" (1987-1992) hervorgegangen und besteht seitdem als Dienstleistungs- und Forschungseinrichtung der Fakultät für Informatik. Das Konzept der begleitenden Unterstützung und Integration von Blinden und Sehbehinderten in natur-, ingenieur- und wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge und darauf aufbauende Berufsfelder ist international einzigartig.

Das integrative Programm des SZS umfasst studienvorbereitende Maßnahmen (bundesweite Orientierungsphase für sehgeschädigte Studieninteressierte, Mobilitätstraining, Beratung und Einweisung in individuelle Arbeitsplatzausstattung), Studienbegleitung (Umsetzung der gesamten Studienliteratur in eine blindengerechte elektronische Version, Beratung und Betreuung und regelmäßige Treffen mit Studierenden, Tutoren, Dozenten, Unterstützung bei Studien- und Prüfungsmodalitäten) und berufsvorbereitende Maßnahmen (Auslandsstudium und Auslandspraktikum, Bewerbertraining, Firmenkontakte).

Die Studierenden und Absolventen haben aufgrund ihrer fachlichen Qualifikation, einer hohen eigenständigen Mobilität und herausragenden IT-Kenntnissen wenig Probleme, adäquate berufliche Tätigkeiten zu übernehmen.

Die Forschungsaktivitäten des SZS beziehen sich vorrangig auf hilfsmitteltechnische, aber auch auf pädagogische und sozialwissenschaftliche Fragestellungen. Die Themengebiete ergeben sich aus den unmittelbaren Lern- und Arbeitssituationen der Sehgeschädigten beim Übergang von der Schule zur Hochschule, im Studium selbst und bei der Vorbereitung aufs Berufsleben. In diesem Sinne kooperiert das SZS mit verschiedenen Instituten der Universität und der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Abteilung Blinden- und Sehbehindertenpädagogik), Hilfsmittelherstellern, Behindertenverbänden, aber auch mit Hochschulen im europäischen und außereuropäischen Raum. Das SZS führt nationale und europäischen Forschungsprojekte durch bzw. ist an diesen federführend beteiligt.

### Kontakt

Prof. Dr. R. Vollmar (Leiter)  
608-4312  
vollmar@ira.uka.de

J. Klaus (Geschäftsführer)  
608-2760  
klaus@szs.uni-karlsruhe.de

**Studienzentrum für Sehgeschädigte**

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. R. Vollmar
Geschäftsführer:	J. Klaus
Sekretärin:	B. Hanke, V. Kreuter (bis 15.03.2006)
Bibliothekarin:	A. Gaal
Wiss. Mitarbeiter:	G. Jaworek, A. Scherwitz-Gallegos, M. Zacherle

**Unterstützung von  
blinden und  
sehbehinderten  
Studierenden**

**IDOL - Inclusion of Disabled in Open Labour Market**

(A. Gaal, J. Klaus)

IDOL ist ein EU-Programm mit Beteiligung von Projektpartnern aus Polen, Bulgarien, Spanien, England, Irland, Österreich und Deutschland. IDOL richtet sich an blinde und körperlich behinderte Personen, die kurz vor dem Abschluss ihres Studiums stehen oder das Studium bereits beendet haben und sich auf das Arbeitsleben vorbereiten wollen.

Das SZS war speziell für die Entwicklung eines IT-Trainingsprogramms für Blinde federführend. Dieses liegt in der Zwischenzeit in mehreren Sprachen zum Einsatz vor. Weitere Informationen über <http://www.idol-project.org/>.

**Karlsruhe lernt – Teilprojekt "Neue Medien zur Berufsqualifizierung sehgeschädigter Menschen"**

(A. Gaal, J. Klaus)

In Fortführung des ESF-Projektes SELBA-USUS widmet sich dieses Teilprojekt - seit September 2006 - unmittelbar der Unterstützung Karlsruher blinder und sehbehinderter Bürger. Dabei geht es um die Qualifizierung dieser Personengruppe mit Hilfe von IT-Schulungen und online-Lernprogrammen.

Das SZS sieht in diesem Vorhaben auch eine Möglichkeit, die konkrete Kooperation zwischen der Universität und der Stadt zu unterstützen.

**Mathpad "Zugang zu graphischen Informationen für blinde Menschen"**

(G. Jaworek)

Ziel dieser Arbeit ist es, den Zugang zu graphischen Informationen für blinde Menschen zu verbessern. Moderne Graphikbeschreibungssprachen – wie SVG und andere Vektorbasierte Verfahren zur Erstellung und Beschreibung von graphischen Informationen – sollen mittels Software und Spezialhardware verknüpft werden.

Hierfür stehen grafikfähige Brailledrucker (TIGER), Graphiktablets und Force-Feedback-Technologien zur Verfügung. An Beispielen, wie dem Zugang zu chemischen Strukturformeln oder der Erstellung taktiler Landkarten, soll die Verknüpfung dieser Technologien und Verfahren aufgezeigt werden.

## **MultiMath "Multimodale Lehr- und Lernmaterialien mit mathematischem Inhalt für Blinde"**

*(M. Zacherle)*

Die Umsetzung mathematischer Literatur zur Nutzung für blinde Studierende bzw. Schüler ist mit hohem manuellem Aufwand verbunden. Viel grundlegender ist das Problem, dass fast jede mit dieser Aufgabe betrauten Organisation ihre eigene Lösung entwickelt hat und bis heute verwendet. Dies verhindert zum einen einen gemeinsamen Pool von Literatur, zum anderen wird aber auch die Nutzung des vorhandenen Materials bei Wechsel der Schule oder Universität und beim wissenschaftlichen Austausch mit Kollegen beeinträchtigt.

Durch die Verknüpfung multimodaler Informationsvermittlung mit modernen Standards der Speicherung von mathematischen Daten wird ein deutlicher Mehrwert sowohl für Nutzer, aber auch für Anbieter erreicht. Ziel dieser Arbeit ist es, die Standards, Formate und Arbeitsabläufe bei der Erstellung multimodaler Lehr- und Lernmaterialien mit mathematischem Inhalt für Blinde festzulegen. Leichte Wissensaufnahme und Bedienbarkeit sowie möglichst geringe Anforderungen an die benötigte Hardware sind die Rahmenbedingungen des Vorhabens.

#### **Graduiertenkolleg 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“**

Im Zentrum des Forschungsprogramms des Graduiertenkollegs 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“, welches seit über einem Jahr durch die DFG gefördert wird, steht eine übergreifende Herangehensweise an die unterschiedlichen Herausforderungen für die Architektur von Sensor-Aktor-Netzwerken, deren effizienter Betrieb und die gemeinsame Entwicklung systematischer Vorgehens- und Referenzmodelle.

Derartige verteilte Netzwerke, bestehend aus einer großen Anzahl miniaturisierten und autonomen Sensor-Aktor-Systemen bieten völlig neue Möglichkeiten, die Umwelt zu beobachten. Statt des passiven Blicks erlauben sie eine Durchdringung verschiedenster Phänomene – mit einer durch die Knotendichte wählbaren Auflösung. Die integrierten Aktoren ermöglichen zudem die gezielte Beeinflussung der Sicht und die Interaktion mit der Umgebung. Außerdem kann durch die große Anzahl von Systemen auch bei einer geringen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der individuellen Sensor-Aktor-Systeme die notwendige Toleranz gegenüber Fehlern und Ausfällen erreicht werden.

Da die Knoten aber typischerweise energieautonom arbeiten müssen, wird die Energie entweder der Umgebung entnommen oder auf dem Knoten gespeichert. Durch dieses stark begrenzte Energiebudget ergeben sich enge Limitierungen für die Messgenauigkeit, die Rechenleistung und die Kommunikationskapazität. Außerdem kommt es durch die bewusste Selbstabschaltung individueller Knoten zum Zweck der Energieeinsparung, möglichen umgebungsbedingten Ausfällen und der inhärenten Mobilität zu regelmäßigen Topologieänderungen. Damit ergeben sich für derartige Sensor-Aktor-Netzwerke neuartige Anforderungen an Kommunikationssysteme, die auf deren spezielle Charakteristika zugeschnitten sind. Dazu gehört ein Verkehrsprofil aus typischerweise sehr kleinen Dateneinheiten mit evtl. hohen Echtzeitanforderungen und die gleichzeitige Verwendung von Knoten als „Endsysteme“ und „Router“. Aus diesen Gründen lassen sich bekannte Verfahren aus der Datenkommunikation bzw. aus der Mobilkommunikation nicht direkt auf Sensor-Aktor-Netzwerke portieren. Ähnliche Fakten gelten auch in Bezug auf die Informationsverarbeitung, da zum einen nur eine geringe Rechenleistung

#### **Kontakt**

Prof. Dr. U. D. Hanebeck  
Tel. 608-3909  
hanebeck@ira.uka.de  
(Sprecher)



und Speicherkapazität zur Verfügung steht. Weiterhin stehen den einzelnen Sensor-Aktor-Knoten jeweils nur Teilinformationen des zu untersuchenden Phänomens zur Verfügung, so dass zusammen mit den beschränkten Kommunikationsmöglichkeiten eine dezentrale Informationsverarbeitung innerhalb des Netzwerks erforderlich ist.

Damit unterscheiden sich Sensor-Aktor-Netzwerke im Hinblick auf die Kommunikation sowohl von klassischen Netzwerken mit typischerweise hohen Bandbreiten und fester Infrastruktur als auch von bisher bekannten mobilen Multi-Hop Ad-Hoc-Netzwerken. Auch in Bezug auf die Informationsverarbeitung ergeben sich starke Unterschiede zur klassischen Vorgehensweise, die typischerweise von einer zentralen Verarbeitung, einer hohen Messgenauigkeit und einer ausreichenden Rechenkapazität ausgeht. Aus diesen Gründen ergibt sich der Bedarf nach neuartigen Architekturmodellen und Betriebsmethoden.

Auch wenn Sensor-Aktor-Netzwerke in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit in der Forschung erzielt haben, sind die verfügbaren Theorien und Methoden nur für eine geringe Anzahl von Knoten praktikabel und lassen sich bisher nicht auf eine große Anzahl gleichberechtigter Knoten skalieren. Die entstehende Komplexität kann nur durch die Selbstorganisation dieser Netzwerke auf allen Ebenen beherrscht werden. Außerdem müssen zur Erhöhung der Lebensdauer des Netzwerks eine verlustleistungsminimierte Architektur und ein energieeffizienter Betrieb aller Knoten und deren Komponenten gewährleistet werden. Hierfür müssen also geeignete Theorien und Methoden entwickelt werden, die insbesondere eine enge Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen der Informatik und der Elektrotechnik erfordern. Meist wird jedoch an relativ isolierten Fragestellungen gearbeitet, deren Teillösungen sich dann nicht ohne Probleme zu einem Ganzen zusammenfügen lassen. Auch sind Sprache und Begriffsbildungen der Experten aus unterschiedlichen Gebieten meist zu verschieden, um einen einfachen Austausch von Ideen und Vorgehensweisen zuzulassen.

Die Entwicklung von Sensor-Aktor-Netzwerken macht demnach neue bereichsübergreifende Designprinzipien im Hardwareentwurf, der Kommunikation und der Informationsverarbeitung notwendig. Hier setzen die Forschungsaktivitäten des Graduiertenkollegs an. Zu diesem Zweck wird eine Bündelung unterschiedlicher Expertisen in diesen drei Bereichen vorgenommen, was eine ausgezeichnete Basis für grundlegende und übergreifende Beiträge zur Theorie und Methodik selbstorganisierender Sensor-Aktor-Netzwerke darstellt. Im Vordergrund stehen dabei vor allem eine integrierte Betrachtungsweise und die gemeinsame Entwicklung systematischer Vorgehens- und Referenzmodelle für den Entwurf und die Konstruktion von selbstorganisierenden Sensor-Aktor-Netzwerken. Besonderer Wert wird auf eine enge Verzahnung zwischen diesen drei Bereichen gelegt, um Schnittstellen und Wechselwirkungen aufzeigen zu können. Aus den komplexen Randbedingungen solcher Netzwerke (Unzuverlässigkeit, verteilte Verarbeitung, begrenztes Energiebudget) und weiteren Anforderungen (Selbstorganisation, Privatheit, Rekonfigurierbarkeit) ergeben sich wichtige Fragestellungen, die im Rahmen des Graduiertenkollegs bearbeitet werden.

## Graduiertenkolleg 1126 „Intelligente Chirurgie“

Im Mai 2005 wurde das von der DFG eingerichtete Graduiertenkolleg 1126 „Intelligente Chirurgie – Entwicklung neuer computerbasierter Methoden für den Arbeitsplatz der Zukunft in der Weichteilchirurgie“ gestartet. An diesem Kooperationsprojekt sind die Universität Heidelberg, die Technische Universität Karlsruhe sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg beteiligt. Das Graduiertenkolleg 1126 beinhaltet ca. 15 interdisziplinäre Projekte aus den Bereichen perioperative Datenerfassung, Planung von chirurgischen Interventionen, Navigation, Telemanipulation und Mensch-Maschine-Schnittstelle. An der Universität Karlsruhe (TH) sind drei Institute der Informatik und eines der Elektrotechnik im GK1126 mit jeweils einem Projekt vertreten:

- D3 – Cerebralperfusionsanalyse bei chirurgischen Interventionen anhand okularer Untersuchungen: Bisher ist es nicht oder sehr uneingeschränkt möglich, während chirurgischer Eingriffe die cerebrale Perfusion zu bestimmen. Im Projekt D3 soll ein Durchblutungsmodell des Gehirns erstellt werden, mit dem es möglich ist, anhand der Durchblutung des Auges und des Ohrs die Cerebralperfusion zu bestimmen. Am Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) der Universität Karlsruhe wurde ein Messgerät zur Bestimmung der Augendurchblutung entwickelt, welches zur Zeit für den OP-Einsatz angepasst wird.
- T1 – Kollisionsvermeidende Bahn- und Standortplanung für ein Telemanipulatorsystem in der minimalinvasiven Chirurgie: Ziel des Teilprojekts T1 des Graduiertenkollegs 1126 ist die Entwicklung von Methoden zur Optimierung des Aufbaus bei einem telemanipulatorgestützten, minimalinvasiven, viszeralkirurgischen Eingriff. Es sollen die Positionen der Trokare und vor allem die Lage und Position der Manipulatorbasis und -arme dahingehend optimiert werden, dass während der Operation keine Kollisionen zwischen den Armen auftreten, dass alle Zielgebiete gut erreichbar sind und dass der Chirurg genügend Bewegungsspielraum sowie eine gute Übersicht hat. Es wurde eine vorläufige Version des Planungssystems implementiert, welches dem Chirurgen ermöglicht, in einem virtuellen Operationsraum die Positionen der Zugänge zu planen sowie den Manipulator so zu platzieren, dass die Zielgebiete erreicht werden können und

### Kontakt

Prof. Dr. H. Wörn  
Tel. 608-4006  
woern@ira.uka.de  
(Sprecher)

es zu keinen Kollisionen kommt. Neben diesem Planungssystem wurde das Konzept für den Transfer der geplanten Portpositionen in den OP erstellt. Mittels eines vorhandenen, klinisch erprobten, projektorbasierten Augmented-Reality-Systems soll der Patient im OP zunächst gescannt und registriert werden, wonach dann die geplanten Trokarpositionen wenn nötig angepasst und schließlich direkt auf den Patienten projiziert werden sollen. Erste Versuche mit einem Torsophantom, an dem sich auch der Effekt der Insufflation des Abdomens simulieren lässt, wurden durchgeführt.

- T2 – Bewegungen-Synchronisation von Instrumenten mit dem korrespondierenden Interventionsareal am schlagenden Herzen: Um Chirurgen bei minimalinvasiven Operationen am schlagenden Herzen zu unterstützen, ist es erforderlich, ein robotergestütztes Chirurgesystem zu entwickeln, welches die Instrumente relativ zu der Herzbewegung am Interventionspunkt synchronisiert. Zur Durchführung einer Synchronisation muss die Herzoberflächenbewegung für den Interventionspunkt, basierend auf verrauschten Messungen der Herzbewegung, prädiziert werden. Als Messungen können z. B. 3D-Positionen von Landmarken der Herzoberfläche dienen. Das Ziel des Projekts ist es, ein modellbasiertes Schätzverfahren zur Prädiktion der Herzoberflächenbewegung zu entwerfen. Das Schätzverfahren muss robust sein gegen unbekannte Störungen, wie z. B. Verdeckungen durch Instrumente oder arrhythmische Bewegungen des Herzens. Die Herzoberfläche wird durch eine schwingende Membran beschrieben, deren Zustand geschätzt und dessen Materialparameter für das individuelle Herz identifiziert werden müssen.
- M2 – Automatisierte Umsetzung komplexer chirurgischer Bewegungsabläufe: Intraoperative Assistenzsysteme erstreben eine qualitative Verbesserung der Operation und erweitern die Fähigkeiten des Chirurgen. Wünschenswert wäre ein System, das abhängig vom Operationskontext und den ausgeführten Handlungen eine optimale Unterstützung generiert, beispielsweise mit Hilfe der Erweiterten Realität. Voraussetzung dafür ist die automatische Analyse und Klassifikation chirurgischer Handlungsfolgen, die mit einem Stereo-Endoskop beobachtet werden. Grundlage für eine bildbasierte Analyse ist die Segmentierung der Bilddaten in Teilfolgen anhand charakteristischer Merkmale und Schlüsselpunkte. Ein charakteristisches Merkmal ist die Trajektorie der OP-Instrumente, um elementare Bewegungen zu klassifizieren und zu bewerten. Es wurde ein markerloses Tracking der Instrumente basierend auf endoskopischen Bildsequenzen entwickelt. Außerdem wurden erste Schritte in Richtung bildbasierte 3D-Rekonstruktion der Szene realisiert, um Schlüsselpunkte zu detektieren, beispielsweise Kontaktpunkte Instrument mit Gewebe oder Fremdmaterial.

## **Sonderforschungsbereich 588: Humanoide Roboter - Lernende und kooperierende multimodale Roboter**

Im Jahr 2006 schloss der im Juli 2001 von der DFG ins Leben gerufene Sonderforschungsbereich 588 "Humanoide Roboter - Lernende und kooperierende, multimodale Roboter" die erste Hälfte der zweiten Förderphase erfolgreich mit dem Besuch der wichtigsten deutschen Messen für Robotik, Automatisierungstechnik und Informationstechnologie ab, nämlich der Automatica in München sowie der Cebit in Hannover.

Das dort vorgestellte neue Demonstratorsystem ARMAR III verfügt über einen anthropomorphen Oberkörper mit menschenähnlichen 7-achsigen Armen, welche jeweils mit einer fünffingrigen Fluidikhand als Greifer bestückt sind. Die Arme sind sowohl geometrisch und kinematisch für einen menschenähnlichen Arbeitsraum ausgelegt und erfüllen die für die Imitation menschenähnlicher Bewegungen notwendigen Dynamikbedingungen.

Das Gesamtkonzept erlaubt die enge physische Mensch-Maschine-Kooperation im gemeinsamen Arbeitsraum. Hierzu sind fortgeschrittene Perzeptionsfähigkeiten notwendig. Daher wurde das Robotersystem mit einem Sensorkopf auf einem flexiblen Halsmechanismus mit Freiheitsgrad vier ausgestattet, welcher sowohl die Personenerkennung und -verfolgung wie auch Objekterkennung ermöglicht. Als Sensoren werden hierbei Stereokamerasysteme zur Gewinnung von Farb- und Tiefeninformationen sowie Mikrophonarrays zur akustischen Schätzung von Benutzerpositionen eingesetzt. Als Mobilitätskomponente wird zur Erhöhung der Flexibilität auf ein dreiachsiges holonomes Antriebskonzept gesetzt. Hierbei wird die gesamte Energieversorgung des Roboters durch die Plattform zur Verfügung gestellt. Die Kollisionsvermeidung beruht auf dem Einsatz von Lasersensoren zur berührungslosen Umweltvermessung. Bei gewünschten Kollisionen etwa bei Greifaktionen wird eine sensitive Haut sowohl integriert in die Hände als auch auf der Roboteroberfläche genutzt.

Die aktuelle Projektphase des Sonderforschungsbereiches endet Mitte 2008. Nachfolgend ist eine letzte Förderphase bis 2012 möglich. Aktueller Sprecher des SFB ist Prof. Dr. R. Dillmann.

### **Kontakt**

Prof. Dr. R. Dillmann  
Tel. 608-3846  
dillmann@ira.uka.de  
(Sprecher)

**Kontakt**

Prof. Dr. R. Dillmann  
608-3846  
dillmann@ira.uka.de

Prof. Dr. G. Goos  
608-4760  
ggoos@  
ipd.info.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Ovtcharova  
608-2129  
ovtcharova@  
rpk.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. P. Levi  
9654-300, levi@fzi.de

Prof. Dr. Dr. h.c. P. Lockemann  
608-4072  
lockemann@ira.uka.de

Prof. Dr. K. D. Müller-Glaser  
608-2500  
kmg@itiv.etec.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Rosenstiel  
9654-401  
rosenstiel@fzi.de

Prof. Dr. W. Stucky  
608-3812, stucky@fzi.de

Prof. Dr. R. Studer  
608-3923  
studer@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Tichy  
608-3934  
tichy@ira.uka.de

**Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)**

Das FZI ist eine rechtlich selbständige Einrichtung in der Form einer Stiftung, die auf eine gemeinsame Initiative von Professoren der Universität Karlsruhe zurückgeht. Die Struktur des FZI ist eigens auf eine anspruchsvolle wissenschaftliche Auftragsforschung und Projektabwicklung ausgerichtet. Mit grundlegenden Methoden, Techniken und Werkzeugen der Informatik unterstützt das FZI seine Partner aus der Wirtschaft bei der Wertsteigerung derer Prozesse, Produkte und Dienste. Anliegen des FZI ist es, neueste Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung frühzeitig für den praktischen Einsatz aufzubereiten.

Darüber hinaus betreibt das FZI die für eine erfolgreiche Zusammenarbeit erforderliche Vorlaufforschung und Grundlagenarbeit. In seinem Verhältnis zur Universität Karlsruhe stellt es sich als eine Einrichtung dar, die ihren Professoren eine umsetzungsorientierte Erweiterung ihrer dienstlichen Forschung ermöglicht. Die Ergebnisse der Arbeiten am FZI sind daher im vorliegenden Jahresbericht unter den entsprechenden universitären Forschungsgruppen aufgeführt.

Besondere Stärke des FZI ist das interdisziplinäre Zusammenwirken von elf Forschungsbereichen der Informatik, der Elektrotechnik und des Maschinenbaus, um Komplettlösungen aus einer Hand anbieten zu können. Dazu bündelt das FZI sein technologie- und anwendungsbezogenes Leistungsangebot aus den Branchenschwerpunkten Vernetztes Automobil, Vernetztes Gesundheitswesen und Vernetzte Unternehmen in die Technologiefelder:

- Ingenieurmäßige Softwarekonstruktion
- Informations- und Wissensmanagement
- Management übergreifender Geschäftsprozesse
- Eingebettete Systeme
- Mobile Maschinen.

## Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik

Das Institut für Anwendungen der Informatik ist eine inter-fakultative wissenschaftliche Einrichtung der Universität Karlsruhe. Es hat die Aufgabe, durch interdisziplinäre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Angewandten Informatik allgemein gültige Forschungsgrundlagen und -methoden zu erarbeiten. Daneben hat das Institut ein auf die verschiedenen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Disziplinen abgestimmtes Lehrprogramm über Anwendungen der Informatik durchzuführen.

Eine zentrale Rolle spielen dabei die Lehrveranstaltungen zur Programmier-Grundausbildung, denn das Interfakultative Institut soll diese Veranstaltungen für die gesamte Universität koordinieren und weiterentwickeln. Im Berichtsjahr 2005 haben an diesen Lehrveranstaltungen mehr als 1700 Studierende aus verschiedenen Fakultäten teilgenommen. Darüber hinaus bietet das Institut mehrere spezielle Lehrveranstaltungen an, u. a. das „Praktikum über Anwendungen der Mikrorechner“. Dieses Praktikum wurde im Berichtsjahr von 75 Teilnehmern aus vier Fakultäten absolviert.

Einzelheiten über Forschungsvorhaben und -ergebnisse des Interfakultativen Instituts für Anwendungen der Informatik sind den Berichten der an dieser Kooperation beteiligten Institute zu entnehmen. Diese sind die Institute für

- Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren
- Angewandte Mathematik
- Informatik für Ingenieure und Naturwissenschaftler
- Prozessrechentechnik, Automation und Robotik
- Rechnerentwurf und Fehlertoleranz
- Rechneranwendung in Planung und Konstruktion
- Technik der Informationsverarbeitung
- Theoretische Teilchenphysik
- Universitätsrechenzentrum.

### Kontakt

Prof. Dr. G. Alefeld  
608-2060, goetz.alefeld@  
math.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Dillmann  
608-3846  
dillmann@ira.uka.de

Prof. Dr. W. Dörfler  
608-8850, doerfler@  
math.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Juling  
608-3158  
Juling@rz.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. J. Kühn,  
608-3372, johann.kuehn@  
physik.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. D. Seese  
608-6037  
seese@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Stucky (Sprecher)  
608-3227  
stucky@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Vollmar  
608-312  
vollmar@ira.uka.de

Prof. Dr. H. Wörn,  
608-4006, woern@ira.uka.de

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. M. Steinhauser  
608-7149  
matthias.steinhauser@uka.de



[www.ffi-karlsruhe.de](http://www.ffi-karlsruhe.de)

## Freundeskreis der Fakultät für Informatik (FFI)

Der Freundeskreis der Fakultät für Informatik (FFI) hat das Ziel, als Ehemaligen- oder Alumni-Organisation die Bindung der Absolventen und der früheren Mitglieder der Fakultät mit ihrer Alma Mater und ihrer Fakultät auch nach deren Ausscheiden zu pflegen und sie durch ein Netzwerk zu verbinden. Zur Pflege dieses Netzwerks werden verschiedene Arten von Veranstaltungen ausgerichtet, Patenschaften für Studierende an der Fakultät übernommen und die Mitglieder über die Internetpräsenz und Newsletter über Neuigkeiten in der Fakultät informiert. Der FFI versteht sich darüberhinaus als Förderer der Fakultät und unterstützt diese z. B. als Träger des Stipendiatenprogramms und als Mitausrichter des Tags der Informatik. Mittlerweile sind über 260 ordentliche Mitglieder und zehn fördernde Firmen Mitglied im FFI. Mitglied können alle aktuellen oder ehemaligen Fakultätsangehörigen werden – Mitgliedsanträge finden sich unter [www.ffi-karlsruhe.de](http://www.ffi-karlsruhe.de).

Der Freundeskreis der Fakultät hat auch im Jahr 2006 einige interessante Aktivitäten für Alumni und Studierende veranstaltet. An Studierende richtete sich der Herbst-Workshop des FZI: Unter dem Motto "Studium, und dann? – Tipps für eine erfolgreiche Karriere" beantworteten ehemalige Karlsruher Informatikstudenten, die mittlerweile interessante Positionen in Wirtschaft, Forschung und Lehre bekleiden, Fragen zur Karriereplanung: Wie sieht das Leben nach der Uni aus? Worauf kommt es im Berufsleben an? Wie kann ich meinen Lebensweg gestalten? Wie ist es mit Promotion, Professur, Selbständigkeit, kleines Unternehmen, Mittelstand oder Konzern? Was ist im Studium für meine Karriere wichtig?

Breiten Zuspruch fand der FFI-Treff im März 2006. Zahlreiche Zuhörer genossen eine anregende Gesprächsrunde mit den Gästen Mirko Holzer, Geschäftsführer der pi-consult GmbH, Prof. em. Dr. Gerhard Goos und Dr. Simone Rehm, CIO beim Werkzeughersteller TRUMPF. In lehrreichen und unterhaltsamen Episoden schilderte Mirko Holzer seinen Werdegang vom Karlsruher Informatikstudenten zum erfolgreichen IT-Unternehmer, ohne dabei heikle Themengebiete auszusparen: Wie etabliert man sich als junges Unternehmen gegen die mächtige Konkurrenz der Großunternehmen? Wie

### Kontakt

Dr. T. Lindner  
(1. Vorsitzender)  
0721/9638-162  
[thomas.lindner@cas.de](mailto:thomas.lindner@cas.de)

Prof. Dr. S. Abeck  
(2. Vorsitzender)  
Tel. 608-6391  
[abeck@cm-tm.uka.de](mailto:abeck@cm-tm.uka.de)

Dr. I. Rogina  
(Geschäftsführer)  
[ffi@ira.uka.de](mailto:ffi@ira.uka.de)

organisiert man eine schnell wachsende Firma? Wie lernt man, verantwortlich Mitarbeiter zu führen? Wie findet man gute Mitarbeiter? Wie wird man schlechte Mitarbeiter wieder los? Ist es sinnvoll, Entwicklungsarbeiten in Länder mit geringen Lohnkosten auszulagern? Prof. Gerhard Goos und Dr. Simone Rehm diskutierten danach über das Berufsbild des CIO und dessen Perspektiven und Herausforderungen. Dabei beleuchteten sie ausführlich die Frage, weshalb viele Informatiker auf der Karriereleiter nur langsam voran kommen. Einvernehmlich identifizierte die Runde, dass die Unfähigkeit und den Unwillen zu Leistungen zu verkaufen und sich als Teil einer unternehmensumfassenden Wertschöpfungskette zu begreifen, viele Informatiker vom Erfolg abhalte. Nach dem offiziellen Programm lud der FFI wie üblich zum Abendimbiss ein und im gefüllten Speisesaal des Gastdozentenhauses übten sich die Gäste im Kernzweck des FFI, dem Auffrischen und Vertiefen von Kontakten. Bis nach Mitternacht wurden Anekdoten, Lebensläufe und Meinungen zu Informatik, Politik und vielem mehr ausgetauscht.

Informationen über diese und zukünftige Veranstaltungen des FFI finden sich im Internet unter [www.ffi-karlsruhe.de](http://www.ffi-karlsruhe.de).



*Mirko Holzer (pi-consult GmbH) und Wolfgang Hellriegel (FFI) diskutierten beim FFI-Treff im März 2006 über die Herausforderungen beim Start in die Selbstständigkeit.*



#### Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Das Institut AIFB erforscht und lehrt Methoden, die gebraucht werden, um Informatiksysteme, Informationsprodukte und Informationsdienstleistungen fachgerecht zu gestalten. Der Schwerpunkt liegt auf Anwendungen zur Unterstützung und Verbesserung von inner- und zwischenbetrieblichen Arbeitsabläufen.

1971 an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Universität Karlsruhe gegründet, obliegt dem Institut AIFB die Informatikausbildung im renommierten Karlsruher Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen. Darüber hinaus trägt das Institut AIFB die Informatik-Ausbildung in der Technischen Volkswirtschaftslehre sowie Teile des Lehrangebotes in den Studiengängen Informationswirtschaft, Wirtschaftsmathematik und Technomathematik. Die Lehre am Institut AIFB ist darauf ausgerichtet, Studierende für anspruchsvolle Führungsaufgaben in Wirtschaft und Wissenschaft zu qualifizieren. In der beruflichen Aus- und Weiterbildung engagiert sich das Institut mit Qualifikationsangeboten zu wirtschaftsrelevanten Informatik-Themen.

Die Forschungsgruppen am Institut AIFB widmen sich in visionären, innovativen Forschungsvorhaben der Entwicklung und Erprobung neuer softwaregestützter Formen der Geschäfts- und Betriebsorganisation, wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten mobiler Dienste und Technologien, Informatiksystemen, die sich selbst organisieren können und der Weiterentwicklung des World Wide Web zu einem weitgehend automatisierten Kommunikations- und Arbeitsmittel. Es werden Lösungen zu komplexen Informatik-Anwendungen erarbeitet, die den Menschen im Geschäftsbetrieb und im täglichen Leben immer und überall umgeben und ihn unterstützen werden. Übergeordnetes Ziel aller Forschungsaktivitäten am Institut AIFB ist die Schaffung zuverlässiger, dauerhaft beherrschbarer Informatiksysteme, die sich flexibel an die Aufgaben anpassen, die sie für den Menschen ausführen sollen.

Rund zwei Drittel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Institut AIFB werden in Drittmittelprojekten im Rahmen öffentlicher Förderung (oft mit und für Unternehmen) sowie in Unternehmenskooperationen durchgeführt.

#### Kontakt

Prof. Dr. A. Oberweis  
608-4516,  
oberweis@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. H. Schmeck  
608-4242  
schmeck@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. D. Seese  
608-6037  
seese@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Stucky  
608-3227  
stucky@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Studer  
608-3923  
studer@aifb.uni-karlsruhe.de

Dr. D. Sommer  
(Geschäftsführer)  
608-3710  
sommer@  
aifb.uni-karlsruhe.de

[www.aifb.uni-karlsruhe.de](http://www.aifb.uni-karlsruhe.de)

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren

Leiter:	Prof. Dr. H. Schmeck
Sekretärin:	I. Götz
Wiss. Assistent:	Dr. J. Branke,
Akad. Rätin	Dr. Sanaz Mostaghim
Wiss.Mitarbeiter	M. Bonn, P. Bungert, A. Kamper, L. Liu, I. Pänke, H. Prothmann, U. Richter, B. Scheuermann, M. Stein, S. Thanheiser, A. Wiesner
Doktoranden	M. Röser, C. Schmidt, F. Toussaint

Forschungsbereich

**Effiziente Algorithmen**

### Überblick über die Arbeit der Forschungsgruppe

(H. Schmeck)

Zentrales Thema der Forschungsgruppe ist die Entwicklung von Methoden für den wirtschaftlichen Einsatz moderner Rechnerinfrastrukturen zur Planung, Verbesserung und Ausführung von Informationsverarbeitungs-, Geschäfts- und Fertigungsprozessen.

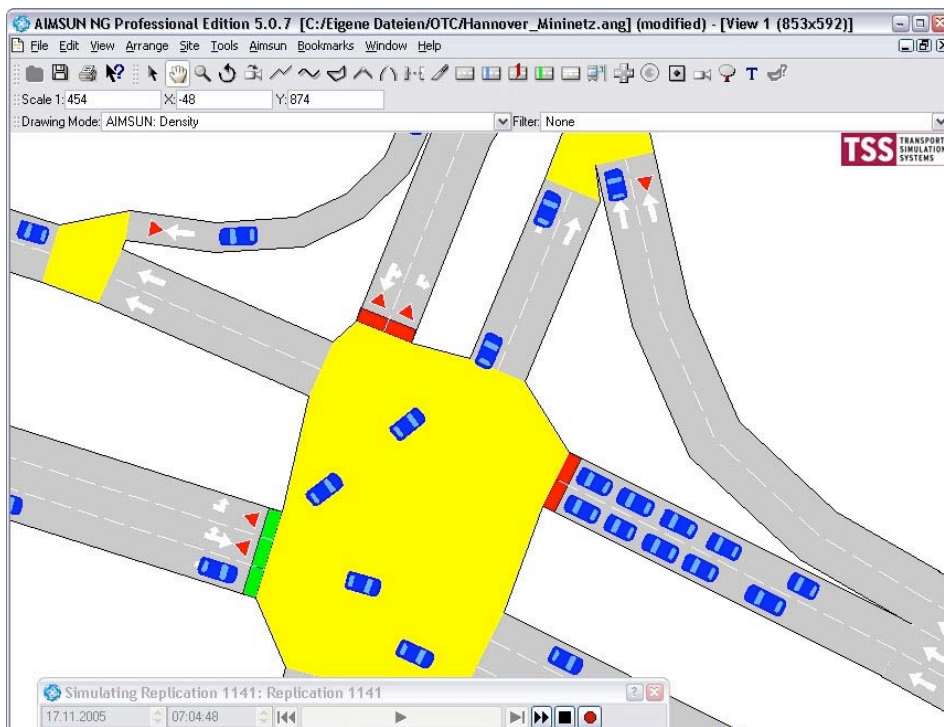
Unser besonderes Interesse gilt „naturalen“ Optimierungsverfahren (wie evolutionäre Algorithmen, Ameisenalgorithmen oder Particle Swarm Optimisation), die in der Natur beobachtbare Vorgehensweisen aufgreifen und sie in geeigneter Weise in die Informationsverarbeitung übertragen. In der Praxis ist die Bewertung einer Lösung aufgrund stochastischer Einflüsse oft unsicher. Durch Integration statistischer Verfahren wurden deshalb naturalen Optimierungsverfahren zu einem effektiven Werkzeug bei der Optimierung unter Unsicherheit ausgebaut. Der Einsatz von Evolutionären Algorithmen und Varianten der Particle Swarm Optimisation in der Multikriteriellen Optimierung ist ein weiteres wesentliches Thema unserer Forschung.

Eine Kooperation mit dem Honda Research Institute Europe untersucht die Interaktion von Evolution (als langfristigem Anpassungsmechanismus) und Lernen (einem relativ kurzfristigen Anpassungsmechanismus im Sinne von "life time learning").

Das Thema Selbstorganisation charakterisiert den aktuellen Schwerpunkt unserer Arbeit, sowohl im BMBF-Verbundprojekt SESAM zur Internetökonomie, in dem wir uns derzeit mit der Optimierung und Steuerung virtueller Kraftwerke befassen, als auch und vor allem durch unsere Aktivitäten im DFG-Schwerpunktprogramm Organic Computing. Neben der Koordinationsaufgabe arbeiten wir gemeinsam mit unserem Projektpartner Prof. Müller-Schloer (Universität Hannover) an Konzepten und Werkzeugen für die Implementierung einer Architektur für selbstorganisierende technische Systeme, die gleichzeitig zuverlässig, robust und adaptiv sind. Zentrale Bedeutung hat dabei das generische Konzept für eine „Observer-Controller“-Architektur, die die Voraussetzung für eine gesteuerte Selbstorganisation liefert. Im Projekt „Organic Traffic Control“ geht es um die

Entwicklung adaptiver und lernfähiger Ampelsteuerungen, um die Möglichkeiten und Grenzen dezentraler organischer Steuerungssysteme zu erforschen.

Die Projekte des Organic Computing sowie weitere Projekte zum adaptiven IT-Controlling, zur Erzeugung und systematischen Nutzung von Metadaten für Lernobjekte sowie die Entwicklung einer service-orientierten Infrastruktur an der Universität Karlsruhe (TH) im KIM-Projekt sind in den Forschungsschwerpunkt „eOrganisation“ eingebettet, an dem derzeit 10 weitere Lehrstühle aus der Informatik, den Wirtschafts- und Rechtswissenschaften sowie dem Maschinenbau beteiligt sind. Weitere Einzelheiten zu den Projekten des Lehrstuhls sind über den Jahresbericht des Instituts AIFB sowie über das WWW zugänglich.



*Das Projekt "Organic Traffic Control" erforscht Möglichkeiten und Grenzen dezentraler organischer Steuerungssysteme.*

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

### Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. A. Oberweis, Prof. Dr. W. Stucky
Sekretärinnen:	M. Fischer, H. Neher, R. Schmidt
Wiss. Assistent:	Dr. D. Sommer
Wiss. Mitarbeiter:	S. Betz (ab 01.02.2006), R. Bulander, M. Decker, M. Herfurth (ab 01.09.2006), T. Högler (bis 31.03.2006), Dr. S. Klink, A. Koschmider, Y. Li (ab 01.02.2006), S. Ofer (ab 01.12.2006), V. Pankratius, R. Povalej, C. Richter-von Hagen (bis 31.03.2006), D. Ried, G. Schiefer, R. Trunko, Dr. P. Weiß
Doktoranden:	E. Campelo, M. Grüne, T. Högler (ab 01.04.2006), T. Karle, K. Keferstein, Z. Podolecheva, C. Richter-von Hagen (ab 01.04.2006)

### Betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme

## Überblick über die Arbeit der Forschungsgruppe

(A. Oberweis, W. Stucky)

Die Forschungsgruppe „Betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme“ beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung prozessorientierter Informationssysteme, mit deren Hilfe Arbeitsabläufe in Unternehmen und Organisationen abgebildet und effizient unterstützt werden können. Einen Schwerpunkt bildet das **Adaptive Business Process Improvement**, bei dem heuristische Methoden auf ihre Einsatzmöglichkeiten beim Business Process Improvement (BPI) untersucht werden.

Ein weiteres Forschungsgebiet, das **Collaborative Business Performance Monitoring (CBPM)**, stellt Methoden und Werkzeuge zur Verfügung, um durch Soll-Ist-Vergleiche überbetriebliche Abläufe kontinuierlich zu prüfen und daraus die weiteren Steuerungsmaßnahmen abzuleiten.

Im Kooperationsprojekt **EWISU (Einführung von Wissensinformationssystemen in Unternehmen)** zwischen dem Institut AIFB und dem Software- und Beratungsunternehmen ISB AG wurden Modelle für eine erfolgreiche Einführung sowie langfristige Nutzung von Wissensinformationssystemen in Unternehmen erarbeitet. Des Weiteren wurde ein Modell entwickelt, um die Identifikation der Inhalte von Transformationsprozessen zu unterstützen, die ein Unternehmen bei der Etablierung einer Lernenden Organisation vollzieht.

Fortgeführt wurde außerdem das Kooperationsprojekt „**Content Supply Chain Management**“ zwischen dem Institut AIFB und der Poet AG (ehemals ems ePublishing AG), das die übergreifende Nutzung von Produktinformationen zwischen unterschiedlichen Branchen, Ländern und Sprachen zum Ziel hat.

Im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI) e. V. beteiligte sich die Forschungsgruppe ferner an dem vom BMBF geförderten Projekt **FIS-I (Fachinformationssystem Informatik)**. Die GI und das Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe haben in dem Projekt das Portal io-port.net aufgebaut, das mit Projektabschluss im Jahr 2006 in den Regelbetrieb übergegangen ist. Es zentralisiert den Zugriff auf weltweit publiziertes Informatikwissen und erfasst Publikationen strukturiert und standardisiert mit Metadaten.

Der Forschungsbereich **E-Learning** wird in der Gruppe schon seit über zehn Jahren behandelt. Motiviert durch die zunehmende Menge an Information im WWW werden in einem neu hinzugekommenen Forschungsgebiet Konzepte für **Produktlinien für digitale Informationsprodukte** erforscht. Hierbei handelt es sich um Produkte, die nur in digitaler Form existieren und speziell auf die Vermittlung von Informationen oder Lerninhalten fokussiert sind. In diesem Zusammenhang werden Konzepte aus dem Bereich der Software-Produktlinien auf digitale Informationsprodukte erweitert, um Synergieeffekte zu erzielen. Weitergeführt wurden außerdem im Rahmen des Studiengangs MBI (Master of Business Informatics) der **Virtual Global University (VGU)** die E-Learning-Aktivitäten mit den Kursen „Information Systems Development“ und „Software Engineering Management“.

Mit den Ergebnissen des Projekts **Studienassistenzsysteme** soll es Lernenden und Lehrenden ermöglicht werden, umfassende Informationen und Hinweise über die studienrelevanten Vorgänge einzusehen, damit ein individueller effizienter Studienverlauf erreicht werden kann. Die Arbeiten werden vom Land Baden-Württemberg finanziert und sind Teil des Projektes **KIM (Karlsruher Informations-Management)** an der Universität Karlsruhe (TH).

Die Individualisierung von Prozessen wird im Rahmen eines **Produktlinien-Ansatzes für den Bereich des Service Engineering** erforscht. Im Mittelpunkt steht hierbei die Wiederverwendung parametrisierbarer Prozessbausteine, welche zu einem kundenspezifischen Dienstleistungserstellungsprozess komponiert werden können.

Im Forschungsbereich **Mobile Business** werden die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten mobiler Endgeräte und deren wirtschaftliches Potenzial untersucht. Seit Herbst 2006 wird in dem vom BMWi geförderten Verbundprojekt **MODIFRAME – Entwicklung eines Frameworks für mobile Dienste** geforscht: Derzeit ist es aufgrund technischer und marktbedingter Besonderheiten schwer, mobile Dienste für den eigenen Bedarf oder für Kunden zu entwickeln und zu betreiben. Zur Lösung dieses Problems werden in MODIFRAME die betroffenen Prozesse analysiert, ein prototypisches System zur vereinfachten Bereitstellung mobiler Dienste implementiert und Erfolg versprechende Dienstleistungs- und Geschäftsmodelle entwickelt.

Im Forschungsbereich **IKT-Aus- und Weiterbildung** führt das Institut AIFB in Zusammenarbeit mit CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) das durch die Europäische Kommission geförderte Projekt **HARMONISE** zur Harmonisierung und Anerkennung von Personen-Zertifizierungen für IT-Professionals in Europa durch.

Das vom BMBF geförderte Verbundprojekt **Arbeit@VU** wurde mit einem öffentlichen Workshop abgeschlossen. Das Projekt beschäftigte sich mit der Gestaltung der Arbeit in virtuellen Unternehmen.

In dem vom BMBF geförderten Verbundprojektprojekt **OUTSHORE** wird die Entwicklung von Software in geographisch verteilten Umgebungen untersucht. Das Ziel des Projektes ist es, die kritischen Erfolgsfaktoren eines Offshore-Outsourcing-Softwareentwicklungsprojektes zu bestimmen und ein Entscheidungsmodell zu erstellen.

Zur Unterstützung des Benutzers bei der Geschäftsprozessmodellierung werden Mechanismen entwickelt, die eine automatische Ergänzung von Geschäftsprozessfragmenten ermöglichen. Die automatische Geschäftsprozessvervollständigung basiert auf der Wiederverwendung von Geschäftsprozessmodellen (auch wenn sie ein unterschiedliches Vokabular verwenden) unter Berücksichtigung von Geschäftsregeln.

### Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren

Forschungsbereich

**Wissensmanagement**

Leiter:	Prof. Dr. R. Studer
Sekretärinnen:	A. Eberhardt, G. Schillinger
Wiss. Assistent:	Dr. Y. Sure
Projektleiter:	Dr. A. Ankolekar, Dr. P. Cimiano, Dr. P. Haase, Dr. habil. P. Hitzler
Wiss. Mitarbeiter:	S. Agarwal, S. Bloehdorn, S. Blohm, S. Brockmans, J. Hartmann, Q. Ji, M. Kröttsch, S. Lamparter, H. Lewen, Y. Ma, Dr. G. Qi, Dr. S. Rudolph, J. Tane, T. Tran Duc, T. Tserendorj, J. Völker, D. Vrandecic, J. Wang

### Überblick über die Arbeit der Forschungsgruppe

(R. Studer)

Die Forschungsgruppe entwickelt Methoden und Werkzeuge der Informatik zur Unterstützung von Wissensmanagement in Unternehmen, basierend auf der Idee des Semantic Web, Wissen semantisch mittels Ontologien und Metadaten zu repräsentieren. Dabei spielen Fragen der Informations- und Applikationsintegration, der Wissensdeduktion, sowie des intelligenten Zugriffs auf Wissen eine zentrale Rolle. Die Forschungsgruppe erforscht außerdem die praktische Anwendung dieser Methoden in Bereichen wie Daten- und

Informationsmanagement, Web Services oder Internetökonomie. Die Gruppe ist eine der international führenden Forschungsgruppen im Bereich Semantic Web und Semantische Technologien.

Umfangreiche Drittmittel akquirierte die Gruppe in den letzten Jahren im Rahmen des fünften und sechsten Rahmenprogramms der EU im Themengebiet Wissenstechnologien. Im vergangenen Jahr 2006 wurde erfolgreich das Projekt **SEKT (Semantically Enabled Knowledge Technologies)** abgeschlossen, in dem grundlegende Technologien für die nächste Generation von Wissensmanagementlösungen erarbeitet wurden. Die daran anschließenden Projekte **NeOn (Lifecycle Support for Networked Ontologies)** und **X-Media (Large Scale Knowledge Use and Exchange Across Media)**, die 2006 angelaufen sind, führen diese Anstrengungen fort und setzen sie auf Anwendungsszenarien um. Im EU Network of Excellence Knowledge Web geschieht ein enger Austausch mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft.

Auch an nationalen Projekten war die Gruppe beteiligt. Im DFG-Projekt **ReaSem (Practical Reasoning Support for Semantic Technologies)** werden Grundlagen zur automatischen Deduktion für semantische Technologien entwickelt. Beim vom bmb+f geförderten Projekt **SmartWeb** lag der Fokus auf der praktischen Umsetzung semantischer Technologien für mobilen Informationszugang. Im Schwerpunkt Internetökonomie ist die Gruppe beteiligt am bmb+f-geförderten Projekt **SESAM (Selbstorganisation und Spontaneität in liberalisierten und harmonisierten Märkten)**, sowie am DFG-Graduiertenkolleg **IME (Informationswirtschaft und Market Engineering)**.

Die Forschungsgruppe kooperiert eng mit dem Forschungsbereich Information Process Engineering IPE am Forschungszentrum Informatik (FZI), sowie mit dem ausgegründeten Unternehmen *ontoprise GmbH*. Weiterhin bestehen zahlreiche Verbindungen zu europäischen Forschungseinrichtungen und Firmen.

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. D. Seese
Sekretärin:	I. Götz
Wiss. Mitarbeiter:	R. Küstermann, J. Melcher
Doktoranden:	T. Dietrich, P. Klose (Platinion, München), M. Kress (entory AG, Ettlingen), A. Mitschele (Gillardon AG financial software, Bretten), T. Stümpert, C. Ullrich (BMW, München)
Stipendiaten:	A. Safari, J. Dermietzel (DFG)

**Komplexitäts-  
management**

### Überblick über die Arbeit der Forschungsgruppe

(D. Seese)

In der Forschungsgruppe wurden in diesem Jahr folgende thematische Schwerpunkte bearbeitet: Intelligente Systeme im Finance, Komplexitätsbetrachtungen von Prozessen, E-Learning in der Programmierausbildung und Strukturuntersuchungen großer elektronischer Marktplätze. Zentraler methodischer Rahmen aller Themen ist die Untersuchung der Abhängigkeit von Modell- und Problemkomplexität von strukturellen Parametern und die Entwicklung intelligenter Systeme zu deren Lösung.

Der Schwerpunkt Intelligente Systeme im Finance konzentrierte sich in diesem Jahr auf die Themen

- Einsatz von multikriteriellen genetischen Algorithmen und Support Vector Machines für Probleme der Risikoaggregation,
- Untersuchung agentenbasierter Finanzmärkte bezüglich der Auswirkung verschiedener Händlerstrategien,
- Entwicklung eines Modells zur Messung konzernweiter Währungsrisiken und –chancen (in Kooperation mit BMW) und Untersuchung von Einsatzmöglichkeiten von SVMs im Bereich der Wechselkursprognose,
- Entwicklung von Volatilitätsmaßen und (e) Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Methoden des maschinellen Lernens zur Ableitung optimaler Handelsstrategien im Strommarkt (in Kooperation mit E.ON).

Im Schwerpunkt Komplexitätsbetrachtungen von Prozessen wurde ein neuer Modellierungsansatz für Geschäftsprozesse mittels ausführbarer Produktmodelle vorgeschlagen. Dabei werden Informationsabhängigkeiten eines Prozesses modelliert und anschließend mit Hilfe eines entwickelten Algorithmus durch ein Multi-Agenten-System ausgeführt. Außerdem wurde die Rekonstruktion der Struktur von System Dynamics-Modellen mit Hilfe genetischer Methoden untersucht.

Im Schwerpunkt E-Learning wurde das bestehende System so erweitert, dass es nun möglich ist, Programmlösungen semi-automatisch zu korrigieren. Durch Quelltexttrans-



formationen können unterschiedliche Lösungen auf ein „gleiches Grundgerüst“ zusammenfallen und müssen dann nur noch einmal korrigiert werden. Das Gesamtprojekt kam ins Finale des europäischen E-Learning-Wettbewerbs „Medida-Prix“.

Bei der Strukturuntersuchung großer elektronischer Marktplätze konnte gezeigt werden, dass die vorgeschlagenen P2P-Architekturen für Marktplätze ungeeignet sind, da nicht für alle Marktteilnehmer ein fairer Marktzugang garantiert werden kann. Stattdessen wurde ein Vorschlag für eine Architektur entwickelt, in der die benötigten Funktionen standardisiert und durch Protokolle miteinander verbunden sind. Dies ermöglicht Konkurrenz unterschiedlicher Anbieter, die zusammen trotzdem nur einen gemeinsamen Marktplatz bilden.

Weitere Informationen unter <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/CoM> und im Jahresbericht des Instituts AIFB.

## Graduiertenkolleg Informationswirtschaft und Market Engineering

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Graduiertenkolleg „Informationswirtschaft und Market Engineering“ führt mit seinem Doktorandenprogramm den interdisziplinären Studiengang Informationswirtschaft fort und wird gemeinsam von den Fakultäten für Wirtschaftswissenschaften und Informatik getragen. Aus der Fakultät für Informatik sind die Professoren Klemens Böhm, Thomas Dreier, Hannes Hartenstein, Jürgen Kühling, Peter Lockemann, Peter Sester und Martina Zitterbart beteiligt. Prof. Christof Weinhardt (Lehrstuhl für Informationsbetriebswirtschaftslehre) fungiert als Sprecher; stellvertretende Sprecher sind Prof. Thomas Dreier und Prof. Rudi Studer.

Die Doktoranden des Kollegs lernen, die Gestaltungsoptionen elektronischer Märkte in ihrer Gesamtheit zu erfassen, zu bewerten, ihre Integration in traditionelle Geschäftsprozesse zu organisieren sowie für übergreifende Fragestellungen geeignete Lösungen zu entwickeln. Sie qualifizieren sich somit nicht nur als reine „Markt-Designer“; vielmehr können sie alle Schnittstellen zwischen Marktteilnehmern und elektronischen Märkten besetzen. Zugleich erwerben sie fächerübergreifende und brückenbildende Kommunikationsfähigkeiten.

Um den Kontakt zu anderen Doktoranden national und international zu stärken, organisierte das Graduiertenkolleg im Vorfeld der internationalen Konferenz „Group Decision and Negotiation 2006“ ein Doctoral Consortium, auf dem 24 Doktoranden mit international anerkannten Professoren aus aller Welt über ihre Forschungsarbeiten diskutierten.

Hervorzuheben ist die bereits sehr hohe Zahl von 42 Publikationen sowie die Tatsache, dass bereits alle Kollegiaten Veröffentlichungen vorweisen können. Darüber hinaus haben nach bislang nicht einmal zwei Jahren bereits zwei Doktoranden ihre Promotion erfolgreich abgeschlossen. Die Laufzeit des Kollegs wurde inzwischen um 1,5 Jahre bis zum 30.09.2008 verlängert und damit auf das neue Profil DFG-geförderter Graduiertenkollegs umgestellt.

### Kontakt

Prof. Dr. C. Weinhardt  
(Sprecher)  
608-8370  
christof.weinhardt@iw.uni-  
karlsruhe.de

Prof. Dr. T. Dreier  
Tel.: 608-6376  
dreier@ira.uka.de

Prof. Dr. R. Studer  
Tel. 608-3923  
studer@aifb.uni-karlsruhe.de

**Einrichtungen der Fakultät**

**Zentrale Einrichtungen**

### 3.3 Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte

#### Dekanat

Dekanin:	Prof. Dr. Martina Zitterbart (bis 30.09.2006) Prof. Dr. Roland Vollmar (ab 01.10.2006)
Prodekanin: Studiendekan	Prof. Dr. Dorothea Wagner
Informatik:	Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck (bis 30.09.2006) Prof. Dr. Peter Sanders (ab 01.10.2006)
Studiendekan Informationswirtschaft:	Prof. Dr. Thomas Dreier
Sekretärin:	Ines Himpel Tel. 608-3976
Wiss. Mitarbeiterin:	Silke Natzeck (Teilzeit) Tel. 608-8660
Wiss. Assistent:	Dr. Christian Mayerl Tel. 608-6390

#### Dekanat

#### Öffentlichkeitsarbeit

#### Arbeitsgruppe Lehrunter- stützung in der Fakultät für Informatik (ALFI)

#### Fakultätsgeschäftsführung

Geschäftsführer:	Dr. Wilhelm Denz
Sekretärin:	Margot Fritsch Tel. 608-3761
Wiss. Mitarbeiter:	Thomas Griesbaum Tel. 608-4001
Verwaltungsdienst:	Jürgen Oberle Tel. 608-4002
Leiter: Sekretärinnen:	Dr. Hartmut Barthelmeß Brigitte Armbruster (Teilzeit) Ursula Brauch (Teilzeit) Tel. 608-4204

#### Fakultäts- geschäftsführung

#### Studien- und Prüfungsangelegen- heiten

## **Fakultätsgeschäftsführung**

Die Arbeit der Geschäftsführung erfolgt in direkter Abstimmung mit dem Fakultätsvorstand und in enger Zusammenarbeit mit dem Dekanat. Durch die Geschäftsführung der Fakultät werden wesentliche Verwaltungs-, Organisations- und Beratungsaufgaben zentral für die gesamte Fakultät durchgeführt. Darüber hinaus sichert die Geschäftsführung die Betreuung der Fakultätsgremien, bearbeitet die allgemeinen Fakultätsangelegenheiten und wirkt bei der Öffentlichkeitsarbeit der Fakultät mit.

Die Hauptaufgabengebiete der Geschäftsführung sind:

- Personal- und Wirtschaftsangelegenheiten
- Studien- und Prüfungsangelegenheiten
- Rechnergestützte Verwaltungsprozesse
- Gebäude- und Raumverwaltung

### **Personal- und Wirtschaftsangelegenheiten**

- Zentrale Personalverwaltung der Fakultät: Planung und Vollzug des Personalhaushalts, Stellenbewirtschaftung (Plan- und Sonderprogrammstellen); Erfassung und Koordinierung der Drittmittelstellen; Planung, Einsatz und Verwaltung des Tutorenprogramms der Fakultät und der Wissenschaftlichen Hilfskräfte der zentralen Einrichtungen; Personalverzeichnis der Fakultät
- Berufsangelegenheiten: Vorbereitung der Berufsangebote der Fakultät (Personal, Sachmittel, Räume), Vollzug der Berufungszusagen
- Zentrale Haushaltsführung der Fakultät: Finanzplanung (Landesmittel, Sonderprogramme, Drittmittel), Aufstellung des Fakultätshaushalts und Verteilung der Mittel an die Institute und Forschungsbereiche, Mittelbewirtschaftung für alle zentralen Kostenstellen der Fakultät (einschließlich Buchhaltung), Abrechnung und Berichterstattung für die Sonderprogramme der Fakultät
- Zentrale Beschaffungen: Planung und Koordinierung der Investitionen und der sonstigen zentralen Beschaffungsmaßnahmen (Großgeräte und Anlagen, Arbeitsplatzrechner, Möbel und Einrichtungsgegenstände), Anlagenbuchhaltung

### **Studien- und Prüfungsangelegenheiten**

Für dieses Aufgabengebiet ist das gleichnamige Sekretariat für Studien- und Prüfungsangelegenheiten zuständig. Hier erfolgt die zentrale Organisation von Studium und Lehre in Zusammenarbeit mit den Studiendekanen und den Prüfungsausschussvorsitzenden. Wesentliche Aufgabenbereiche dieses Sekretariates sind:

- Fachstudienberatung für Studierende der Diplomstudiengänge Informatik und Informationswirtschaft, Bachelor Informationswirtschaft sowie für Studierende im Zeit- bzw. Austauschstudium oder im Aufbaustudium Informatik. Auch für Studierende zum höheren Lehramt an Gymnasien und Studierende anderer Fakultäten, die Informatik als Nebenfach gewählt haben, steht die Fachberatung zur Verfügung.

- Führung der laufenden Geschäfte des Diplom-Vorprüfungsausschusses, des Diplom-Hauptprüfungsausschusses, des Prüfungsausschusses Informationswirtschaft und der Kommission für das Aufbaustudium
- Betreuung der Lehrbeauftragten
- Planung, Organisation und Koordination von Lehrveranstaltungen, Klausurterminen und Raumbelagungen
- Vorlesungsplanung und redaktionelle Mitwirkung am Vorlesungsverzeichnis der Universität für jedes Semester
- Steuerungs-, Genehmigungs- und Kontrollfunktionen im Prozess der Studienorganisation, wie Semestereinstufungen für Neuzulassungen, Bestätigung von Bafög – Leistungsnachweisen, Genehmigungen von Prüfungsplänen, Anfertigung von studienbegleitenden Schriften, Koordination und Prozessunterstützung bei der Verwaltung von Studien- und Diplomarbeiten, Prüfungszulassungen für Studierende des Aufbau- und Austauschstudiums, Studierendenbetreuung in Wehrdienst- und Zivildienstangelegenheiten, Erarbeitung von Vorschlägen für Preise und Auszeichnungen
- Erarbeitung von Studieninformationsmaterialien (Print- und elektronische Versionen)
- Dienstbetreuung und Pflege der webbasierten und interaktiven Studienberatung (Studi-Bot)

### **Rechnergestützte Verwaltungsprozesse**

Dieses Aufgabengebiet der Geschäftsführung umfasst die rechnergestützte Vorgangsbearbeitung und Integration der Verwaltungsprozesse. Die Aufgaben im Einzelnen sind:

- Betreuung folgender zentraler rechnergestützter Verwaltungsprozesse: Dokumenten- und Adressverwaltung; Vorlesungsplanung; Bestellwesen; Personalverwaltung; Verwaltung der Lehre und des Prüfungswesens; Erstellungsprozess für den Jahresbericht, das Personalverzeichnis sowie für weitere Berichte und Veröffentlichungen
- Systemverwaltung, Beratung und Schulung zum Fakultätsinformationssystem “i3v”. Es ermöglicht die dezentrale und redundanzfreie Bearbeitung der verschiedenen Geschäftsprozesse der Fakultät und der Fakultätsbibliothek.
- Inhaltliche Administration und Weiterführung des WWW-Servers der Fakultät. Der wesentliche Kern der Informationen im WWW-Server wird automatisch durch bedarfsgesteuerte Datenexporte zeitnah aus dem Fakultätsinformationssystem “i3v” aktualisiert.
- Betreuung der “i3v”-gestützten Informatiksysteme in der Fakultätsbibliothek (Erwerbung, Katalogisierung und Ausleihe sowie Recherche im “i3v”)
- Rechnergestützte Einteilung der Studierenden des Vordiploms und des Bachelor-Studiengangs in Tutorien der Fächer Analysis, Lineare Algebra, Höhere Mathematik, Informatik und Technische Informatik („WebInScribe“). Bei diesem Verfahren werden die Tutorienwünsche der Studierenden webgestützt erfasst und die Einteilung weitgehend automatisch durchgeführt. Dies führt zu einer deutlichen Arbeitsentlastung der für die Lehrveranstaltungen zuständigen Dozenten, Mitarbeiter und Sekretariate. In 2006 wur-

den mit „WebInScribe“ im Sommer- und Wintersemester zusammengenommen ca. 2300 Studierende in 211 Tutorien für zwölf Vorlesungen eingeteilt.

- Betreuung der Büroarbeitsplätze und der Server der Geschäftsführung (Datei-, WWW- und Backup-Server sowie eine WWW-Suchmaschine).

### **Gebäude- und Raumverwaltung**

- Raumplanung und Raumverwaltung der Fakultät: Raumatlas, Schlüssel- und Codekartenverwaltung, Ausstattung von Räumen und Hörsälen, Organisation von Umzügen
- Entlastungsstelle für Studierende bei Exmatrikulationen und für ausscheidende Mitarbeiter
- Verwaltungsmäßige Betreuung von Baumaßnahmen
- Bereitstellung eines fakultätsweiten Kopierservices
- Organisation und Mitwirkung bei zentralen Veranstaltungen der Fakultät

### **Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI)**

Leiterin:	Prof. Dr. M. Zitterbart (Dekanin)
Fachliche Betreuung:	Prof. Dr. U. D. Hanebeck (Studiendekan)
Arbeitsgruppenleitung:	Dr. C. Mayerl

### **Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI)**

(C. Mayerl)

Ziel der Arbeitsgruppe Lehrunterstützung der Fakultät für Informatik (ALFI) ist die organisatorische und technische Unterstützung des Lehrbetriebs im Hinblick auf ein qualitativ hochwertiges Lehrangebot. ALFI versteht sich dabei als ein Forum für Mitglieder der Fakultät. In Informationsveranstaltungen, Schulungen und Arbeitstreffen werden Wissen über organisatorische Prozesse und Erfahrungen im Einsatz von lehr- und lernunterstützenden Systemen kommuniziert.

Der Informationsaustausch wird zudem durch ausführliche Informationen im Web (<http://alfi.ira.uka.de>) unterstützt, wo neben wichtigen Dokumenten zur Anleitung von Prozessen und dem Systemeinsatz auch Kontaktinformationen zu aktiven Mitgliedern der Arbeitsgruppe gefunden werden können. Aus den in ALFI gesammelten Erfahrungen werden Anforderungen abgeleitet, die schrittweise und systematisch in eine organisatorische und technische Plattform zur Unterstützung und zur Qualitätssicherung der Lehre überführt werden.

## **Unterstützung von Lehrveranstaltungen im Grundstudium**

Das in den letzten Jahren gewonnene und konsolidierte Wissen hinsichtlich der Organisation und der Durchführung von Lehrveranstaltungen im Grundstudium (Informatik I bis IV und Technische Informatik I und II) wurde in Zusammenarbeit mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Institutionen weiter ausgearbeitet und den neu hinzugekommenen Mitarbeitern zur Verfügung gestellt. Neben den organisatorischen Abläufen zur Planung, Vorbereitung und Durchführung der Lehrveranstaltungen steht auch der zielgerichtete Einsatz unterstützender Systeme im Vordergrund. Dies betrifft für die Bereitstellung multimedialer Lehr- und Lernmaterialien z. B. Systeme zur Präsentation, zur Übertragung und zur Aufzeichnung von Veranstaltungen sowie Systeme, über die Studierende flexibel auf bereitgestellte Lernmaterialien über das Internet zugreifen können.

Das in diesem Zusammenhang aufgebaute Wissen wird den neu hinzugekommenen Mitarbeitern auf unterschiedlichen Wegen zur Verfügung gestellt:

- In regelmäßigen Arbeitstreffen werden die neuen Mitarbeiter mit den bereits erfahrenen Mitarbeitern zusammengeführt. Am Beispiel der im letzten Semester durchgeführten oder im aktuellen Semester noch laufenden Lehrveranstaltungen werden jüngste Erfahrungen und Änderungen in Organisation und Technik ausgetauscht.
- Im Kontext einzelner Lehrveranstaltungen werden individuell aufkommende Fragen von ALFI beantwortet. Hinweise, die auch für weitere Lehrveranstaltungen von Interesse sein könnten, werden unmittelbar an die verantwortlichen Dozenten weitergegeben.
- Für die asynchrone Wissensvermittlung wird ein anleitendes Handbuch zur Unterstützung der Lehre an der Fakultät für Informatik gepflegt und um nützliche, aktuelle Hinweise angereichert. Das Handbuch steht allen Mitarbeitern der Fakultät unter <http://alfi.ira.uka.de> zur Verfügung.

Die Unterstützung durch ALFI basiert ganz wesentlich auf der aktiven Mitarbeit derjenigen Dozenten, die dankenswerterweise bereit sind, ihre gewonnenen Erfahrungen und ihr Wissen über ALFI zu kommunizieren, und so neu hinzugekommenen Mitarbeitern Hilfestellungen für eine erfolgreiche Lehrveranstaltung gegeben werden können.

## **Bewertung von Web-Content-Management-Systemen**

Im Hinblick auf eine Überarbeitung des Web-Auftritts der Fakultät für Informatik und dessen system-technische Umsetzung wurden verschiedene Web-Content-Management-Systeme untersucht und bewertet. In die engere Wahl kamen, nach einer ersten Vorauswahl, die Systeme RedDot ([www.reddot.de](http://www.reddot.de)), typo3 ([www.typo3.com](http://www.typo3.com)), Plone ([plone.org](http://plone.org)) und ein an der Fakultät für Informatik entwickeltes System.

Als Bewertungskriterien wurden Anforderungen an die Funktionalität sowie an die intuitive Nutzung der verfügbaren Funktionen gestellt. Darüber hinaus war die organisatorische sowie technische Integration eines derartigen Systems in die bestehende Landschaft der Fakultät sowie der Universität ein wesentliches Kriterium. In diesem Zusammenhang wurden Erkenntnisse aus dem aktuellen Arbeitsstand des universitätsweiten Projekts für ein Karlsruher Integriertes InformationsManagement (kurz KIM) berücksichtigt.



Die Abbildung zeigt eine Landkarte, in der das Web-Content-Management-System in einen Zusammenhang mit anderen Systemen gestellt wird. Neben der Generierung von Inhalten für den Web-Auftritt sind insbesondere Schnittstellen zu Systemen relevant, über die das Web-Content-Management-System mit aktuellen Informationen gespeist wird. Für den zielgerichteten Einsatz und den qualitätsgesicherten Betrieb des Systems sind organisatorische Einrichtungen genannt, die das System entweder zur nachhaltigen Pflege von Informationen nutzen oder das System hinsichtlich einer störungsfreien Nutzung betreiben. Entsprechend der Sichtweisen auf das System wurden Nutzungs- und Betriebsanforderungen abgeleitet. Das Ergebnis der Bewertung wurde dem Fakultätsvorstand als Entscheidungsgrundlage vorgestellt. Dabei wurde eine Empfehlung für die Nutzung des Systems RedDot ausgesprochen.

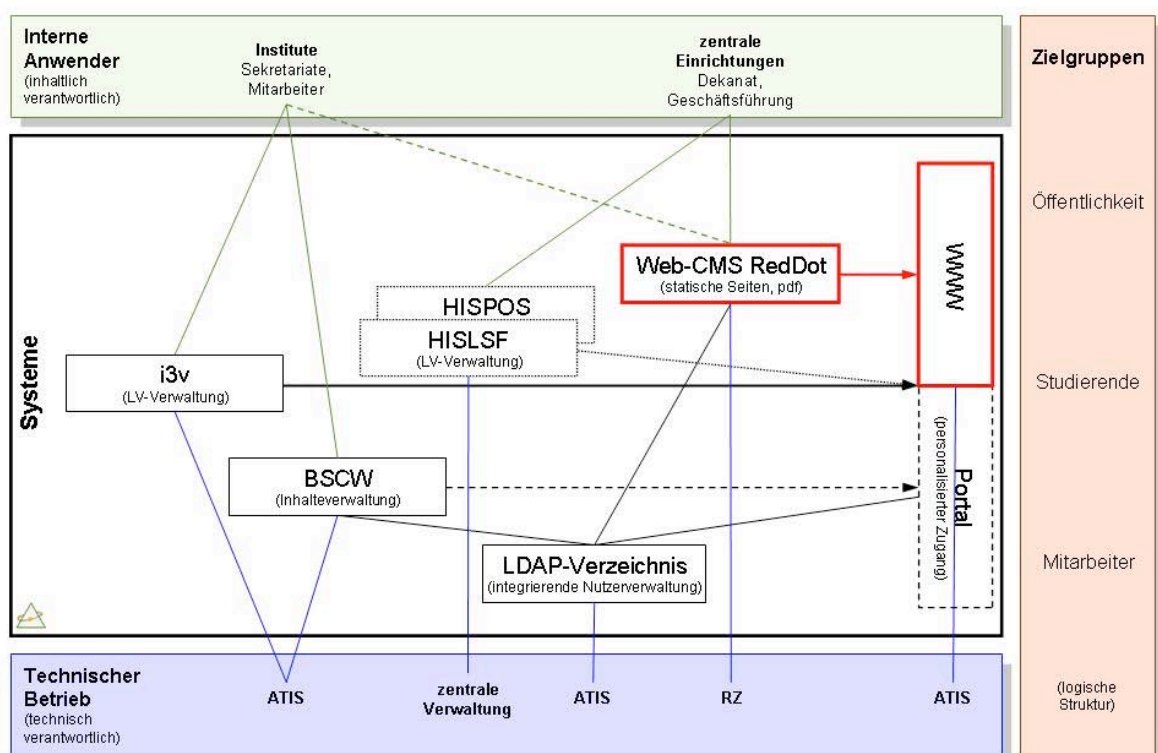


Abbildung – Systemlandkarte der Fakultät für Informatik

Im Zusammenhang mit der Auswahl des Web-Content-Management-Systems wurde beispielhaft ein Grobentwurf für den Web-Auftritt der Fakultät für Informatik erarbeitet. Ausgehend von den anvisierten Zielgruppen wurde eine erste inhaltliche Grobstruktur für den Web-Auftritt der Fakultät entworfen. Neben der Darstellung des Fakultätsprofils in Forschung und Lehre wurde vor allem auch die nachhaltige Pflege der bereitzustellenden Informationen berücksichtigt. Für die Pflege der Inhalte sowie für den Betrieb der einzu-bindenden Informationssysteme wurden Verantwortungsbereiche innerhalb der Fakultät und der Universität definiert.

## **Mitwirkung im universitätsweiten Projekt KIM**

Bereits im Jahr 2005 wurde durch das universitätsweite Projekt für ein Karlsruher Integriertes InformationsManagement (kurz KIM) in der Fakultät für Informatik die Arbeitsgruppe mit dem Namen „InformationsManagement Informatik“ (kurz AG-IMI) initiiert. Die Arbeitsgruppe verfolgt das Ziel, in Analogie zum KIM-Projekt die fakultätsweiten Prozesse und Systeme in der Lehre mit den universitätsweiten Lösungen zu integrieren. Den Vorsitz der Arbeitsgruppe hat der Faculty Information Officer (FIO), Herr Prof. Dr. rer. nat. Uwe Brinkschulte, der im Rahmen des KIM-Projekts vom Dekanat benannt wurde. Der Arbeitsgruppe gehören jeweils Vertreter aus den zentralen Einrichtungen der Fakultät an (Dekanat/Arbeitsgruppe Lehrunterstützung, Geschäftsführung, Abteilung Technische Infrastruktur - ATIS).

Im Jahr 2006 wurden verstärkt aus der Sicht der Fakultäten Anforderungen an die zu integrierenden Systeme erarbeitet. Im Mittelpunkt standen dabei Systeme an der unmittelbaren Schnittstelle zu den Studierenden (Studierendenportal) sowie Systeme zur nachhaltigen Pflege von Informationen für die Studierenden (Prüfungsverwaltung mit POS, Lehrveranstaltungsverwaltung mit LSF). Für einen autorisierten Zugriff auf diese Systeme und damit auf datenschutzrelevante Informationen wurden Sicherheits- und Identitätsmanagementlösungen erarbeitet. Dabei konnten Erfahrungen und Lösungen der Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS) der Fakultät für Informatik gewinnbringend eingebracht werden.

Auf Basis der bis zum Ende des Jahres 2006 entwickelten Systemlösungen wurde die Planung für eine Pilotierung unter Mitwirkung der Fakultäten durch das KIM-Projekt angestoßen. Im Zuge dessen wurden noch einmal aus der Sicht der Fakultät für Informatik notwendige Anforderungen für einen zielgerichteten und störungsfreien Produktivbetrieb der Systeme konkretisiert. In Anbetracht der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen wurden Anforderungen herausgearbeitet, die sich aus der Definition und Umsetzung modularer Studiengänge ergeben. Hierzu zählen eine hinreichende Unterstützung beispielsweise bei der Pflege eines Modulkatalogs sowie bei der Anmeldung zu Prüfungen und der Verwaltung von Prüfungsergebnissen.

Im Zusammenhang mit dem Aufbau des Piloten sind neben den gewünschten Funktionalitäten (Pflege von Modulkatalogen, Prüfungsanmeldung und -verwaltung, etc.) insbesondere auch die Aufwendungen (in der Fakultät aufzubauende Kompetenzen, Schulungen etc.) und Verantwortlichkeiten (Betriebskonzept, Betreuung der Anwender bei Problemen, etc.) für den erfolgreichen Pilot- und späteren Produktivbetrieb zu klären.

## Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)

Die Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS) ist der Dienstleister der Fakultät für Informatik zur technischen Unterstützung aller Einrichtungen und in der Lehre. Das Aufgabenspektrum lässt sich in drei Bereiche unterteilen:

- Datennetz
- IT-Dienste
- Multimedia

Generelle Zielstellung der ATIS ist es, eine weitgehende Absicherung und Optimierung des technischen Betriebs in allen oben genannten Bereichen zu erreichen.

Die Arbeitsgruppe *Datennetz* deckt den Betrieb des DV-Netzes sowie aller unmittelbar damit verbundener Dienste, beispielsweise den Betrieb der Firewall-Infrastruktur, für die Fakultät für Informatik ab.

Die Arbeitsgruppe *IT-Dienste* ist für den Betrieb aller zentralen IT-Dienste u. a. des zentralen E-Mail-Dienstes der Fakultät, sowie des öffentlichen Studentenpools und des Praktikumpools mit insgesamt ca. 90 Arbeitsplätzen und der Betreuung der Rechnersysteme in der Fakultätsbibliothek verantwortlich. Hinzu kommt die Bereitstellung von Sun- und Microsoft-Software für Aktivitäten im Rahmen von Forschung und Lehre.

Die Betreuung der beiden Multimediahörsäle der Fakultät und des Multimedia-Labors, sowie die technische Unterstützung der Referenten, Betreuung von Präsentationen, Teleseminaren und ähnlichen Projekten erfolgt durch die Arbeitsgruppe *Multimedia*. Die technische Betreuung des Zugangssystems im Gebäude-Bereich der Informatik ist eine weitere Aufgabe.

Alle genannten Bereiche werden jeweils von wissenschaftlichen, technischen und studentischen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen betreut.

### Kontakt

Leiter:  
K. Scheibenberger  
Tel. 608-3980

IT-Dienste:  
O. Hopp  
Tel. 608-3973

Datennetz:  
L. Roth  
Tel. 608-4058

Multimedia:  
G. Guigas  
Tel. 608-6280

**Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)**

Leiter: K. Scheibenberger  
 Sekretärin: D. Killinger (Teilzeit)

Wiss. Mitarbeiter: L. Roth  
 Systemtechniker: R. Meyer

**Datennetz**

Wiss. Mitarbeiter: O. Hopp  
 Systemtechniker/-in: B. Hübner  
 H. Irmer  
 A. Laub  
 L. Nunner

**IT-Dienste**

Systemtechniker: G. Guigas

**Multimedia**

Alle in der Folge dargestellten Arbeiten wurden durch studentische Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen unterstützt, die durch ihre aktive und motivierte Mitarbeit einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung der verschiedenen Projekte und für den Betrieb des Studentenpools leisten. Im Gegenzug wird ihnen ein sehr breites Spektrum an verantwortungsvollen Tätigkeiten geboten, um ihr Wissen praktisch anzuwenden und zu erweitern.

**Arbeitsgruppe Datennetz**

Diese Gruppe betreut das über mehrere Standorte ausgedehnte Datennetz der Fakultät. Das Aufgabenspektrum reicht vom Schalten von Anschlüssen, über die Evaluierung, den Entwurf und die Umsetzung von Konzepten im Datennetzbereich (z. B. Routing, 802.1x), bis zum Betrieb von Sicherheitssystemen (Firewalls).

Die in 2005 bereits begonnen Ablösung der Geräte für den Zugang zum funkgestützten Netz wurde in 2006 abgeschlossen. Im Bereich des von der ATIS betreuten Funk-LANs, das in das DUKATH-Netz des Rechenzentrums integriert ist, besteht nun die Möglichkeit, sich unmittelbar ins lokale Netz der eigenen Einrichtung einzubinden. Als Funknetze sind alle vom Rechenzentrum im DUKATH-Netz konfigurierten Netze (z. B. dukath-fg, dukath-fgx) verfügbar. Für die Einbindung in das lokale Netzwerk einer Fakultätseinrichtung ist zusätzlich das Netz Informatik (WPA-verschlüsselt) verfügbar. Hier wird, für die Authentisierung der Rechner/Nutzer und der daran gekoppelten Vergabe einer IP-Adresse, ein nach 802.1x spezifiziertes zertifikatsbasiertes Verfahren verwendet. Ein drahtlos ins Netz eingebundener Rechner kann damit, im Bereich des gesamten Funknetzes, eine IP-Adresse aus dem Bereich der entsprechenden Fakultätseinrichtung erhalten und ist somit wie jeder beliebige kabelgebundene Arbeitsplatz in die Einrichtung integriert (siehe Abbildung 1).

## Strukturübersicht des funkgestützten Datennetzes

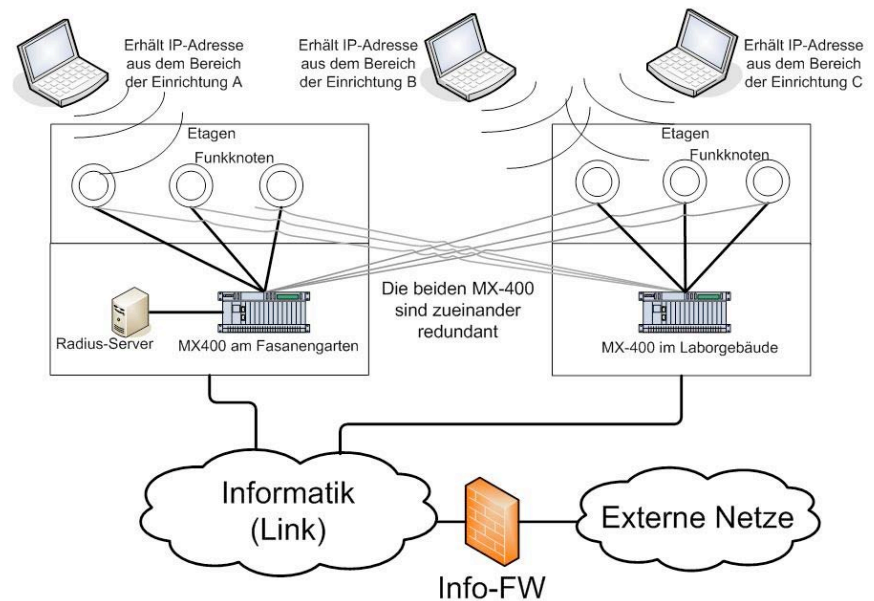


Abbildung 1:  
Strukturübersicht des  
funkgestützten  
Datennetzes

Somit können interne Ressourcen (z. B. Fileserver) genutzt werden, ohne spezielle Firewallregeln für externe Rechner zu erstellen. Diese Möglichkeit wurde auch für den VPN-Zugang, den die ATIS bereitstellt, realisiert. Dies bedeutet eine Integration eines Rechners in den Netzbereich einer Einrichtung auch von externen Netzen außerhalb der Universität (z. B. T-Com, Arcor, usw.). Zur Nutzung dieser Möglichkeiten ist ein Nutzer-Zertifikat der PKI (Public Key Infrastructure) des Rechenzentrums erforderlich, diese ist Teil der DFN-PKI. Die Zertifikate sind u. a. auch für die Mailsignierung/-verschlüsselung nutzbar. Weitere Informationen zu diesem Dienst sind unter <http://www.atis.uka.de/758.php> verfügbar.

Die Firewallstruktur der Fakultät für Informatik wurde weiter ausgebaut. Die Mehrzahl der Einrichtungen liegen inzwischen hinter einer durch die ATIS betreuten Firewall (siehe <http://www.atis.uka.de/967.php>). Um die Anzahl der Firewall-Systeme zu optimieren sind jeweils bis zu 6 Firewall-Instanzen auf einem leistungsstarken Serversystem realisiert.

Eine partielle Bereitstellung von 1 Gigabit-Anschlüssen im Etagenbereich und als Voraussetzung dafür 10 Gigabit/s im Backbone wurde noch nicht begonnen, dies ist allerdings für 2007 geplant (siehe dazu auch den Abschnitt Arbeitsgruppe Zentrale IT-Dienste, Abbildung 2).

### Arbeitsgruppe Zentrale IT-Dienste

Die Gruppe Zentrale IT-Dienste stellt Mehrwertdienste wie DHCP/DNS, E-Mail, WWW, BSCW, FTP und Backup sowie Sun- und Microsoft-Software-Produkte bereit und betreibt die zentralen Rechnerpools der Fakultät. Auch die Rechnersysteme der Fakultätsbibliothek werden von dieser Arbeitsgruppe betreut.

Zur Konsolidierung von Plattenspeicherkapazität und Serversystemen wurde in 2006 ein iSCSI-RAID der Fa. Equallogic und ein Serversystem der Fa. Sun (X4600) beschafft. Diese Geräte wurden Ende 2006 in Betrieb genommen und werden nach entsprechenden Tests in 2007 in den produktiven Betrieb überführt. Zunächst sollen zentrale Server der ATIS virtualisiert und mit Plattenspeicherkapazität aus dem iSCSI-RAID versorgt werden. Die Virtualisierung der Systeme und der Plattenkapazität schafft eine höhere Flexibilität in der Nutzung von Ressourcen. Darüber hinausgehend ist mittelfristig geplant, diese Strukturen so zu erweitern, dass Einrichtungen der Fakultät ihre Serversysteme (z. B. Fileserver, Domänencontroller, Server für Tests) zukünftig, als virtuelle Systeme, von der ATIS beziehen können, wodurch die Unterstützung der Einrichtungen durch die ATIS erweitert wird (siehe Abbildung 2). Damit einhergehend muss der Backbone des Fakultätsdatennetzes sukzessive auf 10 Gigabit/s Ethernet-Technologie (10 GE) aufgerüstet werden, um zukünftig eine ausreichende Performanz zu gewährleisten.

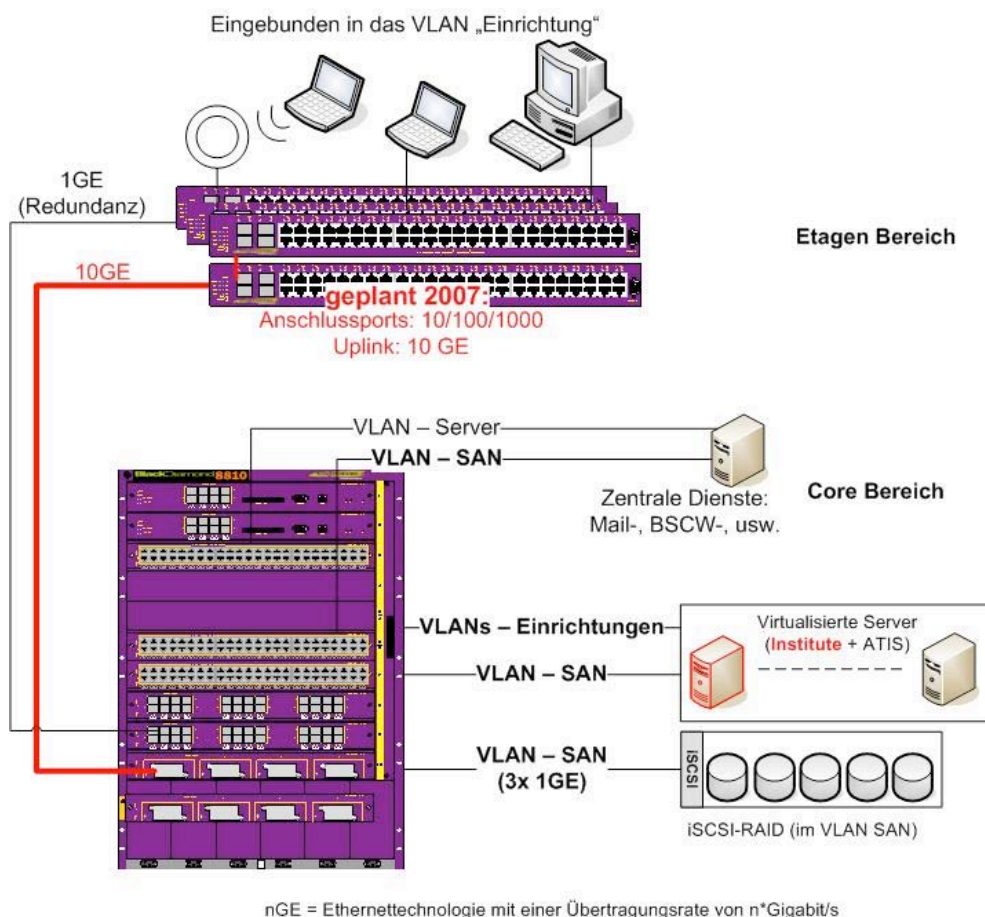


Abbildung 2: Virtualisierung von Systemen und Plattenspeicher

Im Rahmen des universitätsweiten KIM-Projekts (Karlsruhe integriertes Informations-Management), das unter der Leitung des Rechenzentrums steht, wurde die Zusammenarbeit im Teilprojekt Identitätsmanagement weiter geführt. Als ein im Markt sehr verbreitetes Produkt wurde von der ATIS die Identity Suite von Sun für den Einsatztest im Teilprojekt

KIM-IDM vorgeschlagen, dieses Produkt wird auch in der ATIS für den Einsatz in der Fakultät evaluiert. Parallel dazu ist ein Studienarbeiter der ATIS in das KIM-IDM-Team eingebunden.

Im Bereich des öffentlichen Studentenpools wurde die Ausstattung der ca. 70 Arbeitsplätze weiter verbessert. Die Röhrenmonitore wurden flächendeckend gegen TFT-Monitore ausgetauscht und ältere PC-Systeme wurden ersetzt. Eine detaillierte Ausstattungsübersicht steht unter <http://www.atis.uka.de/535.php> zur Verfügung. Tests wurden durchgeführt, um die Heterogenität der Verzeichnisstrukturen (LDAP, AD) zur Bereitstellung der Nutzer-Accounts, z. B. durch den Einsatz von Samba, zu reduzieren. Bislang gibt es hier aber noch keine völlig zufriedenstellende Lösung.

### **Arbeitsgruppe Multimedia**

Der Gruppe Multimedia unterliegt die technische Betreuung von Multimediaveranstaltungen und -projekten. Hierzu gehören:

- Technische Betreuung der Multimediahörsäle: Veranstaltungen in den beiden Multimediahörsälen der Fakultät für Informatik werden technisch betreut. Die Betreuung reicht von einer einmaligen Einweisung bis zur technischen Abwicklung der Veranstaltungen. Beispiele: Teleseminare, Videokonferenzen
- Unterstützung von Multimediaprojekten: Zur Unterstützung von Präsentationen und Projekten im Bereich Multimedia leistet die ATIS mit ihrem technischen Know-how Arbeitsgruppen Hilfestellung bei Problemlösungen.
- Evaluation neuer Techniken im Multimedia-Umfeld: Die oft als sehr techniklastig und damit für den Nutzer bzgl. der Handhabung schwer zu verstehende Multimedia-Umgebung erfordert die Untersuchung neuer Möglichkeiten um Szenarien (z. B. Teleseminare) für den Nutzer einfacher zu gestalten. Hierzu ist es notwendig, neue Techniken zu evaluieren.

Im Multimediahörsaal -101 wurde der in 2005 geplante Einsatz von Raummikrofonen, entsprechend der bereits seit 2004 im Multimediahörsaal -102 bestehenden Lösung, umgesetzt. Nur durch solche kontinuierlichen Weiterentwicklungen kann eine aktuelle und hochwertige Multimedia-Umgebung in beiden Hörsälen sichergestellt werden.

## Fachbibliothek Informatik

Die Fachbibliothek für Informatik steht seit 1972 allen Forschungsgebieten der Fakultät als zentrale Präsenzbibliothek zur Verfügung. In den über 30 Jahren hat sich ihr Bestand kontinuierlich vergrößert, bis im Jahre 2003 sämtlicher zur Verfügung stehender Regalplatz aufgebraucht war. Daher werden seit 2004 kontinuierlich veraltete Teile des Bestandes ausgesondert und zum Teil an die Universitätsbibliothek Karlsruhe abgegeben. Ende 2006 standen den Nutzern in der Informatik-Bibliothek 53.915 Bände sowie 236 abonnierte Zeitschriften zur Verfügung.

Die langen Öffnungszeiten, montags bis freitags von 9:00 bis 22:00 Uhr und samstags von 9:00 bis 12:30 Uhr, der umfassende Bestand an Spezialliteratur zum Fach Informatik und die angenehmen Lernbedingungen für die Studierenden trugen auch im Jahre 2005 sehr zur Beliebtheit und zu einer starken Auslastung der Bibliothek bei.

Seit Ende der Achtziger Jahre ersetzt ein speziell für die Informatik-Bibliothek entwickeltes EDV-System für den Erwerb, die Inventarisierung und die Ausleihe der Bände die Handarbeit der ersten Jahre. Dieses Programm wurde 1999 durch das Programm i3v-Library der Fa. Ginit abgelöst, da Buchbestand und Ausleihzahlen die Kapazität des Systems überschritten. Mit dem neuen Bibliotheksverwaltungsprogramm kann das Bibliothekspersonal die Verwaltung und die Ausleihe der Bücher effektiv durchführen. Das Recherchemodul steht den Bibliotheksbenutzern für die Literatursuche zur Verfügung.

Seit 2003 wird zur Verwaltung der Zeitschriften das von der Fa. Ginit zusammen mit der Universitätsbibliothek Karlsruhe entwickelte i3v-Zeitschriftenmodul benutzt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Arbeit mit dem Zeitschriftenkardex vereinfacht und beschleunigt der Rechnerinsatz die Bearbeitung der Zeitschriften.

Acht öffentliche Rechner in der Bibliothek werden gerne und stark von den Benutzern für Literatur-, i3v- und Internetrecherchen genutzt. Informationen über die Bibliothek und ihren Bestand an Büchern und Zeitschriften sowie weitere Hinweise auf Literatur für das Gebiet der Informatik (Fachinformation Informatik) findet man auf der Internetseite <http://www.ira.uka.de>.

### Kontakt

Leitende Bibliothekarin:  
M. Probst  
Tel. 608-3979  
[probst@ira.uka.de](mailto:probst@ira.uka.de)



# **Die Lehre im Jahr 2006**

**4.1 Das Studium der Informatik in Karlsruhe**

Grundlegende Aufgabe der Informatik als moderne Systemwissenschaft ist die Konstruktion beherrschbarer, komplexer, informationsverarbeitender Systeme. Die Informatik entwickelt allgemeine Theorien, Modelle und Strukturen, die der Informationsverarbeitung zugrunde liegen und berücksichtigt bei der Problemlösung deren Anwendbarkeit in der Praxis. Die Informatik befasst sich insbesondere mit:

- den Strukturen, den Eigenschaften und den Beschreibungsmöglichkeiten von Information und Informationsverarbeitung,
- dem Aufbau, der Arbeitsweise und den Konstruktionsprinzipien von Rechnersystemen und deren Komponenten,
- der Entwicklung sowohl experimenteller wie auch produktorientierter Rechnelemente und -systeme sowie Systemsoftware moderner Konzeption,
- den Möglichkeiten der Strukturierung, der Formalisierung und der Mathematisierung von Anwendungsgebieten in Form spezieller Modelle und Simulationen und
- der ingenieurmäßigen Entwicklung von Informatik-Systemen für verschiedenste Anwendungsbereiche unter besonderer Berücksichtigung der hohen Anpassungsfähigkeit und der Mensch-Computer-Interaktion solcher Systeme.

Diese inhaltlichen Vorgaben, die nicht zuletzt die Entwicklung des Informatikwissensgebietes widerspiegeln, gilt es in der Lehre effizient umzusetzen, damit unsere Absolventen erfolgreich auf dem immer anspruchsvoller werdenden Arbeitsmarkt bestehen können. Die Absolventen des Informatikstudiums erwartet nach wie vor ein breit gefächertes Angebot an beruflichen Tätigkeiten. Mit dem fortschreitenden Einzug des Computers in beinahe alle Bereiche des wirtschaftlichen, öffentlichen und privaten Lebens wird das Berufsfeld weiter wachsen.

Es ist ein vorrangiges Ziel der Informatikausbildung, den Studierenden Methoden zur rechnergestützten Problemlösung zu vermitteln. Deshalb ist die Informatikausbildung gleichsam auf die Aneignung von Kenntnissen und Fertigkeiten über den Aufbau von Rechnersystemen, über die Planung und Erstellung der Programme für den Betrieb informationsverarbeitender Systeme und die Kommunikation zwischen Rechnern und Menschen und über die praktische Anwendung der Rechnersysteme ausgerichtet.

Die Erfahrung zeigt, dass zur Bewältigung eines Informatikstudiums und zur erfolgreichen beruflichen Bewährung als Informatiker die Fähigkeit zum abstrakten, analytischen Denken, insbesondere die Neigung zu mathematisch-logischen Fragestellungen, eine unbedingte Voraussetzung darstellt. Zur Aufnahme eines Informatikstudiums sollte sich dementsprechend nur derjenige entschließen, der neben einem ausgeprägten Interesse an den Problemstellungen der Informatik keine Schwierigkeiten mit der Mathematik und mit den naturwissenschaftlichen Fächern in der Schule hatte.

Das Studium beginnt in der Regel mit dem Wintersemester. Eine dem Studium vorausgehende praktische Ausbildung (Vorpraktikum) ist nicht vorgeschrieben.

## Diplomstudiengang Informatik

### Grundstudium

Das Informatikstudium befasst sich zunächst mit den Strukturen, den Eigenschaften und den Beschreibungsmöglichkeiten von Informationen sowie mit deren Verarbeitung. Zur Problemlösung bedient man sich häufig formaler und mathematischer Methoden. Die notwendigen mathematisch-logischen Grundlagen werden im Grundstudium zusammen mit einer Einführung in das gesamte Gebiet der Informatik vermittelt. Das Grundstudium umfasst die Fachgebiete Mathematik (Analysis oder Höhere Mathematik für Informatiker, Lineare Algebra, Numerik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik), Informatik (Informatik I–IV, Technische Informatik) sowie ein Ergänzungsfach aus den Bereichen Natur- und Ingenieurwissenschaften, Mathematik oder Betriebswirtschaftslehre.

Die Struktur des Grundstudiums zeigt die folgende Grafik im Überblick:

1. Fachsemester	2. Fachsemester	3. Fachsemester	4. Fachsemester
Informatik I	Informatik II	Informatik III	Informatik IV
Höhere Mathematik I/II oder Analysis I/ II		Technische Informatik I/II	
Lineare Algebra I/II		Ergänzungsfach	
3 Übungsscheine aus Informatik I - IV Übungsschein Mathematik, Proseminar oder Basispraktikum, Numerik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik			

Der Vorlesungszyklus Informatik I–IV führt in die Grundlagen der Informatik ein. Die Vorlesungen thematisieren vor allem den Weg von der Problemstellung zur Lösung, wobei die zentralen Voraussetzungen der Spezifikation des Problems und der Verlässlichkeit zu erfüllen sind. Gegenstand der Vorlesungen sind Problemlösungsmethoden, Logikkalküle zur exakten formalen Beschreibung eines Problems, die Modellierung mit abstrakten Datentypen, die Darstellung von Signalen und deren Transformation auf Maschinenmodelle, Automatenmodelle, die Theorie der Sprachen und Grammatiken, Berechenbarkeit, Komplexität sowie Methoden der Verifikation. Bei den Studierenden gilt es, das Verständnis dafür zu wecken, dass es bei einer Systemsynthese von Beginn an essentiell ist, auf Sicherheit, Zuverlässigkeit, Wiederverwendbarkeit und Effizienz zu achten. Gemäß dem Systemcharakter der Informatik werden des Weiteren Grundlagen für das Verständnis der Wahlpflicht- und Vertiefungsfächer im Hauptstudium vermittelt.

In den Vorlesungen Technische Informatik I und II befasst man sich mit dem Aufbau und Entwurf von Schaltnetzen, Schaltwerken, Funktionsbaugruppen von Rechensystemen und deren Eigenschaften sowie der technischen Realisierung von Rechensystemen, Peripherie und Hardwarekomponenten.

### Hauptstudium

Dieser Studienabschnitt setzt sich aus acht Wahlpflichtfächern, zwei Vertiefungsfächern und einem Ergänzungsfach zusammen. Darüber hinaus sind Praktika und Seminare zu belegen sowie eine Studienarbeit und eine Diplomarbeit anzufertigen.

Das Hauptstudium könnte also – verteilt auf fünf Fachsemester – wie folgt aussehen:

5. Fachsemester	6. Fachsemester	7. Fachsemester	8. Fachsemester	9. Fachsemester
Wahlpflichtfächer		Vertiefungsfächer und Ergänzungsfach		Diplomarbeit
Seminare, Praktika und Studienarbeit				

### Wahlpflichtfach

Als Wahlpflichtfächer der Informatik stehen zur Verfügung:

Je nach Neigung und persönlicher Berufsplanung sind von den acht Wahlpflichtfächern mindestens fünf und von den nachfolgenden Vertiefungsfächern zwei auszuwählen.

Wintersemester	Sommersemester
Formale Systeme	Kommunikation und Datenhaltung
Algorithmentechnik	Rechnerstrukturen
Softwaretechnik	Echtzeitsysteme
Systemarchitektur	Kognitive Systeme

### Vertiefungsfach

Als Vertiefungsfächer werden angeboten:

- Theoretische Grundlagen
- Algorithmentechnik
- Kryptographie und Sicherheit
- Betriebssysteme
- Parallelverarbeitung
- Softwaretechnik und Übersetzerbau
- Prozessautomatisierung

- Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitekturen
- Informationssysteme
- Robotik und Automation
- Computergrafik
- Anthropomatik
- Kognitive Systeme.

Die Karlsruher Informatik legt in allen Phasen des Studiums sehr großes Gewicht auf eine solide theoretische Ausbildung sowie auf die Entwicklung der praktischen Fähigkeiten der Absolventen. Entsprechend gibt es ein breites Angebot an Praktika, in denen die Studierenden Fertigkeiten im Umgang mit den technischen Geräten und den Programmsystemen sowie bei der Lösung von Anwendungsproblemen erwerben können.

### **Ergänzungsfach (Anwendungen der Informatik)**

Neben der Tätigkeit auf seinem eigenen Gebiet fällt dem Informatiker auch die Aufgabe zu, zwischen der Informatik und dem immer größer werdenden Bereich der Anwendungen zu vermitteln. Die Spezialisierung auf ein Anwendungsgebiet zählt dementsprechend zu einem der unerlässlichen Teile des Studiums. Durch das Ergänzungsfach sollen Informatikstudierende die Fähigkeit erwerben, mindestens in einem solchen Anwendungsgebiet ein Problembewusstsein zu entwickeln sowie Lösungskompetenzen zu erwerben und die fachgebietsspezifische Terminologie kennen zu lernen. Die Karlsruher Informatik bietet in Zusammenarbeit mit den anderen Fakultäten der Universität sowie dem Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe ein Spektrum von über 25 Ergänzungsfächern standardmäßig zur Auswahl an. Diese Ergänzungsfächer stammen vorrangig aus den Gebieten Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Produktionsautomatisierung, Maschinenbau, Verkehrswesen und Wirtschaftswissenschaften.

Zur weiteren Vertiefung des Informatikwissens besteht die Möglichkeit, das Informatikstudium zeitweilig im Ausland fortzusetzen, was sich in mehrfacher Hinsicht vorteilhaft auswirken kann. Unabhängig vom Fachgebiet werden weitere, für den späteren Beruf wichtige Fähigkeiten ausgeprägt.

Erfolg versprechend ist ein Auslandsaufenthalt allerdings erst nach dem Grundstudium. Ohne Vordiplom sind die Aussichten für eine Aufnahme in eine ausländische Hochschule recht gering. Die Fakultät für Informatik unterstützt und berät Studierende in ihrem Anliegen, zeitweilig im Ausland zu studieren, indem bestimmte im Ausland erbrachte Studien- und Prüfungsleistungen anerkannt werden.

## Diplomstudiengang Informationswirtschaft

Der Studiengang Informationswirtschaft wurde zum Wintersemester 1997/98 neu eingerichtet. Die Universität Karlsruhe war damit die erste Universität in der Bundesrepublik Deutschland, die diesen Studiengang anbot.

Aufgrund der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor/Master-Studiengänge ist seit dem Wintersemester 2005/2006 eine Zulassung zum Diplomstudiengang für das erste Fachsemester nicht mehr möglich. Alternativ wird die Universität Karlsruhe zusätzlich zum Bachelorstudiengang Informationswirtschaft ihren Studierenden spätestens zum Wintersemester 2006/2007 die Möglichkeit bieten, sich nach erworbenem Bakkalaureat für den Masterstudiengang Informationswirtschaft zu bewerben.

Der Studiengang wurde von den beiden Karlsruher Fakultäten für Informatik und für Wirtschaftswissenschaften entwickelt und beinhaltet Fächer aus den Disziplinen der Informatik (40 %), der Wirtschaftswissenschaften (40 %) und der Rechtswissenschaften (20 %). Durch die Verbindung der Kompetenzen aus drei Fachgebieten sollen zukünftige Informationswirte dazu ausgebildet werden, Informationsflüsse und -produkte zu erkennen, zu gestalten, zu bewerten und wirtschaftlich zu nutzen.

Das Studium mit insgesamt 160 Semesterwochenstunden (SWS) gliedert sich in ein viersemestriges Grundstudium, in dem die notwendigen Grundlagen vermittelt werden und in ein fünfsemestriges Hauptstudium mit zahlreichen Vertiefungsmöglichkeiten. Darüber hinaus zeichnet sich das Studium durch einen modularen Aufbau aus. Die Prüfungen werden in der Regel studienbegleitend abgelegt. Die Studienplatzvergabe erfolgt nach einem örtlichen Auswahlverfahren. Der Studienbeginn ist nur zum Wintersemester möglich.

Zum Wirtschaftszweig Informationswirtschaft zählen beispielsweise Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, die Mikroelektronik und die Unterhaltungselektronik. Informationswirte gestalten die Informationswelt zugleich unter wirtschaftlichen und technischen Aspekten. Virtuelle Unternehmen, Rechnernetze und Multimedia sind nur drei der vielen aktuellen Themen, die im Studiengang Informationswirtschaft behandelt werden (Wirtschaftsforscher sagen für diesen Bereich hohe Wachstumsraten voraus, wobei der prognostizierte Wechsel von der Industriegesellschaft zu einer Informationsgesellschaft hierbei eine wesentliche Rolle spielen dürfte). Schon heute besteht von Seiten der Wirtschaft eine rege Nachfrage nach Spezialisten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Bedarf an Absolventinnen und Absolventen des neuen Studiengangs besteht sowohl in Unternehmen als auch in öffentlichen Verwaltungen.

### Grundstudium

Die Studierenden sollen sich zunächst mit den Grundlagen der Disziplinen Informatik, Wirtschaftswissenschaften und Rechtswissenschaften vertraut machen. Das Grundstudium umfasst Veranstaltungen im Umfang von 80 Semesterwochenstunden. Diese sind:

- Betriebswirtschaftslehre (Rechnungswesen, Einführung in die Informationswirtschaft, BWL I, II)
- Volkswirtschaftslehre (VWL I)

- Informatik (Informatik I–III, Angewandte Informatik I, II, Technische Informatik II)
- Mathematik (Höhere Mathematik für Informationswirte I und II)
- Einführung in das Operations Research (OR I und II)
- Statistik (Statistik I und II)
- Recht (Grundkurs BGB, BGB für Fortgeschrittene, Privatrecht, Öffentliches Recht)

**Hauptstudium**

Das Hauptstudium unterteilt sich in die Pflichtfächer Informatik und Wirtschaftswissenschaften, in die Wahlpflichtfächer Informatik und Wirtschaftswissenschaften und in das Fach Recht. Zwei Seminare sind zudem zu belegen, wobei eines aus dem Gebiet der Informatik und das andere aus dem Gebiet der Wirtschaftswissenschaften kommen muss. Es ist eine Studienarbeit anzufertigen oder ein Industriepraktikum zu absolvieren. Das Hauptstudium wird mit einer Diplomarbeit abgeschlossen.

5. FS	6. FS	7. FS	8. FS	9. FS
Pflichtfach Informatik mit 12 SWS		Wahlpflichtfach Informatik mit 18 SWS		Diplomarbeit
Pflichtfach Wirtschaftswissenschaften mit 18 SWS		Wahlpflichtfach Wirtschaftswissenschaften mit 12 SWS		
Fach Recht mit 16 SWS				
2 Seminare		Studienarbeit oder Industriepraktikum		

**Bachelorstudiengang Informationswirtschaft**

Der zum Wintersemester 2001/02 eingeführte Bachelorstudiengang Informationswirtschaft wurde im Zuge der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor/Master-Studiengänge zum Wintersemester 2005/06 grundlegend reformiert.

Diese Studienplätze werden direkt von der Universität Karlsruhe über ein Eignungsfeststellungsverfahren vergeben. Beginn des Studiums ist jeweils nur zum Wintersemester möglich, während die Zulassung zu einem höheren Fachsemester auch zum Sommersemester erfolgen kann.

Während der Diplomstudiengang, mit einer Regelstudienzeit von 9 Semestern, im Laufe des Hauptstudiums die wissenschaftliche Vertiefung zu den Teilaspekten der Informationswirtschaft verfolgt, bietet der Bachelorstudiengang bereits nach 6 Semestern (Regelstudienzeit) einen berufsqualifizierenden Abschluss.

Im Vordergrund des Bachelorstudiums steht die praxisorientierte Ausbildung. Dazu werden die grundlegenden wissenschaftlichen Fachkenntnisse und der Überblick über die Zusammenhänge des Faches Informationswirtschaft vermittelt.

Für den reformierten Bachelorstudiengang tritt eine neue Prüfungsordnung in Kraft, die eine Gliederung des Studienangebots in Module vorsieht. Der Umfang dieser Module wird gemäß den Vorgaben des Europäischen Credit Transfer Systems (ECTS) durch Leistungspunkte (credits) gemessen. Darüber hinaus werden für eine bessere internationale Vergleichbarkeit neben den deutschen Noten zusätzlich ECTS-Noten (grades) vergeben. Der *Bachelorstudiengang* gliedert sich in zwei Abschnitte:

<b>1. Studienabschnitt:</b> (1. und 2. Studienjahr)	Bachelor Grundstudium (vgl. Grundstudium Diplom-Studiengang)
<b>2. Studienabschnitt:</b> (3. Studienjahr)	Bachelorprüfung, bestehend aus vier Fachprüfungen und der Bachelorarbeit

Die Module im ersten Studienabschnitt setzen sich gemäß der folgenden Tabelle zusammen. Ihr Umfang wird in Semesterwochenstunden (SWS) angegeben, wobei zwischen Vorlesung und Übung (V/Ü) unterschieden wird. In der Spalte LP sind die zugeordneten Leistungspunkte vermerkt.

Fach	Modul	SWS	LP
Betriebswirtschaftslehre	Betriebswirtschaftslehre	8/3	15
Volkswirtschaftslehre	Volkswirtschaftslehre	3/1	5
Informatik	Informatik 1	4/2	8
	Informatik 2	4/2	8
	Informatik 3	4/2	8
	Angewandte Informatik	4/2	8
	Technische Informatik	3/1	6
Mathematik	Mathematik	8/4	15
Operations Research	Operations Research	4/2	9
Statistik	Statistik	6/2	10
Recht	Recht	12/2	19
	Betriebspraktikum		8
		60/23	119

Im zweiten Studienabschnitt sind folgende Leistungen zu erbringen:

- ein Modul aus dem Fach Informatik (21 Leistungspunkte)
- ein oder zwei Module aus dem Fach BWL/VWL/OR (20 Leistungspunkte oder zweimal 10 Leistungspunkte)



- ein Modul Recht (10 Leistungspunkte)
- ein mindestens sechswöchiges Betriebspraktikum (8 Leistungspunkte) als Voraussetzung für die Anmeldung zur letzten Modulprüfung (bereits für das 4. Semester empfohlen)
- Teilnahme an mindestens einem Seminar je Fach gewählten Modulen (Informatik, BWL/OR/VWL, Recht). Ein Seminar muss mindestens 1 LP oder maximal 4 LP umfassen.
- Bachelorarbeit (12 Leistungspunkte)

#### Studierende - Informationswirtschaft

Informatik nach Fachsemestern	Studienjahr									
	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	
<b>1**</b>	71	67	100	59	83	65	90	232	128	
<b>2</b>	2			1	2	1	0	1	2	
<b>3</b>	32	51	60	85	52	59	48	66	132	
<b>4</b>		4	1	1	0	2	1	0	3	
<b>5</b>		21	44	48	75	53	49	38	60	
<b>6</b>			2	8	7	19	22	10	4	
<b>7</b>			18	34	45	53	41	46	36	
<b>8</b>				2	3	11	18	21	9	
<b>9</b>				11	29	33	45	49	38	
<b>10</b>					1	4	10	19	20	
<b>11</b>					11	23	21	37	34	
<b>12</b>						1	4	9	9	
<b>13 u.m.</b>						9	16	22	35	
<b>Summe Diplom- /Bachelorstudiengänge</b>	<b>105</b>	<b>143</b>	<b>225</b>	<b>249</b>	<b>308</b>	<b>333</b>	<b>365</b>	<b>550</b>	<b>510</b>	
<b>zzgl.*</b>		1		27	32	26	39	7	9	
<b>Summe Informationswirtschaft**</b>	<b>105</b>	<b>144</b>	<b>225</b>	<b>276</b>	<b>340</b>	<b>359</b>	<b>404</b>	<b>557</b>	<b>519</b>	

\* Doktoranden, Aufbaustudenten, Lehramtsstudenten mit Erweiterungsprüfungen in Informatik sowie Studenten mit anderen angestrebten Abschlüssen.

\*\* Seit dem Wintersemester 05/06 ist eine Immatrikulation nur noch für den Studiengang Informationswirtschaft Bachelor möglich.

Stand: 06.02.2007

### Aufbaustudium Informatik

Das viersemestrige Aufbaustudium Informatik setzt Kenntnisse und Fähigkeiten auf dem Gebiet der Informatik voraus wie sie in einem Diplomstudiengang Informatik erworben werden. Es dient dazu, diese vorhandenen Informatikkenntnisse zu erweitern und zu vertiefen. Es soll in der Praxis tätigen Informatikern und Absolventen verwandter Disziplinen, die eine qualitativ adäquate Informatikvorbildung haben, die Gelegenheit zum vertieften Eindringen in die Informatik bieten. Wenn die Voraussetzung einer ausreichenden Vorbildung gegeben ist (ein mindestens guter Abschluss des Erststudiums), kann es auch an ein zum Diplom führendes Studium an einer wissenschaftlichen Hochschule unmittelbar angeschlossen werden. Ein persönlichen Studienplan wird zu Beginn des Studiums zwischen dem Bewerber, dem Betreuer und der Kommission für das Aufbaustudium vereinbart und umfasst Informatik-Vorlesungen zu drei Schwerpunktgebieten über mindestens 25 Semesterwochenstunden. Die Anfertigung einer Abschlussarbeit sowie die Mitwirkung an der wissenschaftlichen Arbeit eines Instituts sind weitere wesentliche Bestandteile des Aufbaustudiums. Für das erfolgreich absolvierte Aufbaustudium stellt die Universität Karlsruhe ein Zeugnis aus.

## 4.2 Das Lehrangebot im Jahr 2006

### Lehrbeauftragte

- Bartsch*, Prof. Dr. Michael, Rechtsanwalt, Kanzlei Bartsch und Partner, Karlsruhe  
(Vertragsgestaltung im EDV-Bereich)
- Becker*, Dr.-Ing. Claus, Geschäftsführender Gesellschafter TMG GmbH, Karlsruhe  
(Projektmanagement in der Produktentwicklung)
- Bless*, Dr.-Ing. Roland, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Next Generation Internet, Multimediakommunikation)
- Buchmann*, Dr. Erik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen  
und Datenorganisation  
(Information- und Wissensmanagement)
- Burghart*, Dr.-Ing. Catherina, Wissenschaftliche Assistentin am Institut für  
Prozessrechentechik, Automation und Robotik  
(Mensch-Roboter-Kooperation)
- Dürr*, Dr. rer. nat. Martin, Senior Engagement Manager A.T. Kearny, München  
(Praxis der Unternehmensberatung)
- Feldbusch*, Dr. rer. nat. Fritjof, Akademischer Oberrat am Institut für Technische Informatik  
(Intelligente Datenanalyse)
- Fuhrmann*, Dr. Thomas, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Betriebs- und  
Dialogsysteme  
(Protokollanalyse selbstorganisierender Peer-to-Peer Systeme)
- Gaedke*, Dr.-Ing. Martin, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Telematik  
(Web Engineering)
- Geissler*, Dr. Bernhard, Rechtsanwalt für Patentrecht, Kanzlei Bardele, Pagenberg und  
Dost, München  
(Patentrecht)
- Grassl*, Dr. rer. nat. Markus, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Algorithmen  
und Kognitive Systeme  
(Quantenalgorithmen, Algorithmen für Gruppen und Codes)
- Hamann*, Dr. Claude-Joachim, TU Dresden  
(Real Time Scheduling Theory)
- Hein*, Dr.-Ing. Björn, Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Prozessrechentechik  
Automation und Robotik  
(Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern)
- Heizmann*, Dr.-Ing. Michael, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für  
Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Karlsruhe  
(Einführung in die Informationsfusion)
- Hoff*, Dr. Alexander, Rechtsanwalt Kanzlei Bartsch & Partner Karlsruhe  
(Arbeitsrechtliche Vorlesung, Arbeitsrechtliche Übung)

- Kirchberg*, Dr. Christian, Rechtsanwalt, Kanzlei Deubner & Kirchberg Rechtsanwälte,  
Karlsruhe  
(Öffentliches Medienrecht)
- Lazic*, Dr. Dejan, Micronas GmbH Freiburg  
(Embedded Security)
- Mayerl*, Dr.-Ing. Christian, Wissenschaftlicher Assistent im Dekanat der Fakultät für  
Informatik  
(Service Engineering und Service Management)
- Mink*, Dipl.-Inform. Stefan, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Netzicherheit: Architekturen und Protokolle)
- Mülle*, Dipl.-Inform. Jutta, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für  
Programmstrukturen und Datenorganisation  
(Workflowmanagement-Systeme: Grundlagen, Aufbau und Einsatz)
- Müller*, Dr. Matthias, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen  
und Datenorganisation  
(Software Qualitätssicherung)
- Müller-Quade*, Dr. Jörn, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Algorithmen und  
Kognitive Systeme  
(Quantenkryptographie und kryptographische Protokolle)
- Rackowsky*, Dr. rer. nat. Jörg, Akademischer Oberrat am Institut für Prozessrechenntechnik,  
Automation und Robotik  
(Robotik in der Medizin)
- Seyfried*, Dr.-Ing. Jörg, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechenntechnik,  
Automation und Robotik
- Schnober*, Wolfgang, Betriebswirt bei Deutsche Amphibolinwerke Ober Ramstadt  
(Projektmanagement aus der Praxis)
- Schütte*, Dr. Christoph-Hubert, Akademischer Direktor, Leiter Universitätsbibliothek  
(Die digitale Bibliothek)
- Stiefelhagen*, Dr.-Ing. Rainer, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Theoretische  
Informatik  
(Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine-Schnittstellen)
- Wipfler*, Berthold, Steuerberater Fa. Wipfler & Partner Walldorf  
(Steuerrechtliche Vorlesung)

## Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik

### Sommersemester 2006

#### Lehrveranstaltungen im Grundstudium

Lehrveranstaltung	Dozenten	SWS
<b>Informatik</b>		
Informatik II	Calmet, J.	4
Übungen zu Informatik II	Calmet, J.; Eberhardt, R.; Endsuleit, R.	2
Informatik IV	Beyerer, J.; Dillmann, R.; Unterhinninghofen, R.	4
Übungen zu Informatik IV	Dillmann, R.; Beyerer, J.; Unterhinninghofen, R.	2
Technische Informatik II	Henkel, J.	3
Übungen zu Technische Informatik II	Asfour, T.; Henkel, J.	1
<b>Recht</b>		
BGB für Fortgeschrittene	Dreier, T.	2
Privatrechtliche Übung	Sester, P.	2
Öffentliches Recht I	Kühling, J.	2
<b>Proseminare</b>		
Intelligente Sensor-Aktor-Systeme	Beutler, F.; Brunn, D.; Feiermann, O.; Hanebeck, U. D.; Roberts, K.; Rößler, P; Sawo, F.; Schrempf, O.; Timmer, F; Weißel, F.; Huber, M.	2
Robotik und Automation	Wörn, H.; Thiel, M.; Bender, N.; Braun, D.	2
Einführung in die Künstliche Intelligenz	Calmet, J.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowski, J.; Straulino, A.; Aschke, M.; Peters, H.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Ngan, C. C.	2
Mensch-Maschine-Interaktion	Wörn, H.; Burghart, C.; Schmid, A.; Weiß, K.; Göger, D.; Gorges, N.	2
<b>Lehrveranstaltungen im Hauptstudium</b>		
<b>Wahlpflichtvorlesungen</b>		
<b>Studiengang Informatik:</b>		
Rechnerstrukturen mit Übung	Karl, W.; Buchty, R.	4
Kognitive Systeme mit Übung	Dillmann, R.; Waibel, A.	4
Kommunikation und Datenhaltung	Böhm, K.; Zitterbart, M.	4

Übungen zu Kommunikation und Datenhaltung	Böhm, K.; Mülle, J.; Zitterbart, M.;	
	Walter, U.	2
Echtzeitsysteme mit Übung	Brinkschulte, U..	4
<b>Vorlesungen Recht</b>		
Patentrecht	Geissler, B.	2
Telekommunikationsrecht	Kühling, J.	2
Markenrecht	Matz, Y.; Sester, P	2
Vertragsgestaltung	Sester, P	2
Urheberrecht	Dreier, T.	2
Arbeitsrechtliche Vorlesung mit Übung	Hoff, A.	2
Vertiefung im Privatrecht	Sester, P	2
Europäisches und Internationales Recht	Kühling, J.	2
Steuerrechtliche Vorlesung	Wipfler, B.	2
Repetitorium zu den Prüfungen im Öffentlichen Recht	Kühling, J.	1
<b>Vertiefungsfachvorlesungen</b>		
Architekturen und Protokolle	Zitterbart, M.; Schöller, M.; Mink, S.;	
	Hof, H.-J.; Völker, L.; Sorge, C.	2
Die digitale Bibliothek	Schütte, C.-H.	2
Power Management	Bellosa, F.	2
Bildfolgenauswertung	Nagel, H.-H.	2
Kognitive Sichtsysteme	Nagel, H.-H.	2
Mikrokern-Konstruktion	Bellosa, F.; LeVasseur, J.	2
Empirische Softwaretechnik	Tichy, W.; Müller, M.	2
Unscharfe Mengen	Hanebeck, U. D.; Rößler, P	2
Lokalisierung mobiler Agenten	Hanebeck, U. D.; Brunn, D.	2
Internet-Systeme und Web-Applikationen interaktiv	Abeck, S.	2
Ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau	Goos, G.; Geiß, R. R.; Hack, S.	2
Systementwurf und Implementierung	Bellosa, F.; Stöß, J.	2
Mensch-Maschine-Dialog II	Schmitt, A.; Finkenzeller, D.	2
Graphisch-geometrische Algorithmen	Schmitt, A.	2
Biologisch Motivierte Robotersysteme	Dillmann, R.; Mitarbeiter	2
Teleservice und Diagnose verteilter Produktionssysteme	Längle, T.	2
Algorithmen in Zellularautomaten	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Algorithmen zur Visualisierung von Graphen	Wagner, D.; Mitarbeiter	
Mikrorechnertechnik II	Brinkschulte, U.	2
Software Qualitätssicherung	Tichy, W.; Müller, M.	2

Ausgewählte Kapitel für den Entwurf und Betrieb komplexer Systeme	Schweizer, G.	4
Multimodale Benutzerschnittstellen	Waibel, A., Stiefelhagen, R.	2
Intelligente Datenanalyse	Feldbusch, F.	2
Grundlagen der Computersicherheit	Röhrich, S.; Vollmar, R.	2
Vertragsgestaltung im EDV-Bereich	Bartsch, M.	2
Algorithm Engineering	Sanders, P.	2
Robotik 3 (Sensoren in der Robotik)	Dillmann, R.; Steinhaus, P.	2
Moderne Entwicklungsumgebungen am Beispiel von .NET	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Jannesari Ladani, A.	2
Signale, Codes und Chiffren I	Lazic, D.; Bohli, J.-M.; Vollmar, R.	3
Quantenkryptographie	Müller-Quade, J.	2
Echtzeitsysteme und Standardisierung	Steusloff, H.	2
Mobilkommunikation	Zitterbart, M.; Stanze, O.	2
Verteilte Betriebssysteme	Liefländer, G.; Fuhrmann, T.; Bellosa, F.	3
Real-Time Scheduling Theory	Hamann, C.-J.	2
Transaktionsverwaltung	Böhm, K.; Lockemann, P.	3
Mensch-Maschine-Systeme in der Automatisierungstechnik	Steusloff, H.	2
Netze und Punktwolken	Prautzsch, H.	2
Ringvorlesung Informatik	Dozenten der Informatik	2
Übungen zu „Algorithmen zur Visualisierung von Graphen“	Wagner, D.; Mitarbeiter	1
Neuronale Netze und Anwendungen	Waibel, A.	2
Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.	3
Übungen zu Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.; Vollmar, R.	1
Next Generation Internet	Bless, R.	2
Zur Geschichte der Informatik	Vollmar, R.	2
Robotik in der Medizin	Raczkowski, J.	2
Mikroprozessoren	Karl, W.	2
Steuerungstechnik von Werkzeugmaschinen	Wörn, H.	2
Robotik 2 (Programmieren von Robotern)	Dillmann, R.; Zöllner, R.-D., Knoops, S. A.	2
Service-Engineering und Service-Management	Mayerl, C.	2
Algorithmen für planare Graphen	Wagner, D.; Holzer, M.; Mecke, S.	2
Quantenalgorithmen	Grassl, M.	2
Telekommunikationsrecht	Kühling, J.	2
Selbstorganisation in der Robotik	Seyfried, J.	2
Unterteilungsalgorithmen	Prautzsch, H.	2
Formaler Entwurf und Verifikation von Programmen	Schmitt, P. H.	3

Praxis der Unternehmensberatung	Dürr, M.	2
Übungen zu "Algorithmen für planare Graphen"	Wagner, D.; Holzer, M.; Mecke, S.	
Projektmanagement von Informatiksystemen	Barthelmeß, H.; Schweizer, G.; Brinkschulte, U.	2
Entrepreneurship II	Werner, G.	2
Übung zu Entrepreneurship II	Werner, G.; Zürker, S.; Häußner, L.	1
Komponentenbasierte Softwareentwicklung	Reussner, R.	2
Software-Engineering for Embedded Systems	Bonny, T.; Al Faruque, M. A.; Henkel, J.	1
Tutorien Verteilte Betriebssysteme	Liefländer, G.	2
Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Torrent-Moreno, M.	2
Ringvorlesung: Informatik und Gesellschaft	Hanebeck, U. D.	2
Automatisches Beweisen	Käufel, T.; Sanders, P.	2
Low Power Design	Henkel, J.	2
Mustererkennung	Beyerer, J.	2
Übung zu "Komponentenbasierte Softwareentwicklung"	Krogmann, K.; Reussner, R.	2
<b>Seminare</b>		
Proofs from THE BOOK - Perlen der diskreten Mathematik	Wolff, A.; Sanders, P.; Benkert, M.; Nöllenburg, M.; van Stee, R.	2
Diplomandenseminar	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Leistungsoptimierung für Rechensysteme	Karl, W.; Tao, J.	2
Software-Aspekte für dynamisch rekonfigurierbare Architekturen	Karl, W.; Buchty, R.	2
Intelligente Industrieroboter	Hein, B.; Chen, S. J.; Mages, D.; Tauro, R. A. ; Wörn, H.	2
Medizinische Simulationssysteme	Dillmann, R.; Unterhinninghofen, R.	2
Modellbasierte Verfahren für intelligente Systeme	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Brunn, D.; Feiermann, O.; Roberts, K.; Rößler, P.; Sawo, F.; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.; Huber, M.	2
Kognitive Automobile: Wahrnehmung, Sensordatenverarbeitung und Ausführung	Dillmann, R.; Vacek, S.	2
Seminar zum Gesellschafts- und Kapitalmarktrecht	Sester, P.	2
Internetökonomie	Zitterbart, M.; Conrad, M.; Böhm, K.; Dietrich, A.	2

Self-organization and self-management in ad hoc, sensor, and peer-to-peer networks	Dinger, J.; Hartenstein, H.; Killat, M.; Torrent-Moreno, M.	2
Modellgetriebene Software-Entwicklung: Architekturen, Muster und Eclipse-basierte MDA	Reussner, R.	2
Lesegruppe Komponentenbasierte Software-Entwicklung	Reussner, R.	1
Sicherheit und Datenschutz in Informationssystemen	Mülle, J.; Böhm, K.; Stern, M.	2
Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme	Vollmar, R.; Worsch, T.; Rahn, M.	2
Seminarreihe "Dialogische Führung"	Werner, G. W.; Kracht, T.; Dietz, K.-M.; Vandercruysse, R.; Dellbrügger, P.	2
Code Compression for Embedded Processors	Henkel, J.; Bonny, T.	2
Eingebettete Systeme in Sensornetzwerken	Henkel, J.; Mitarbeiter	2
Physikalische Modellierung	Prautzsch, H.; Straub, R.	2
Sensornetze	Zitterbart, M.; Hurler, B.; Blaß, E.-O.	2
Biologische Prinzipien in der Informatik	Brinkschulte, U.; Nickschas, M.; Pacher, M.; Picioroaga, F.; von Renteln, A.; Schuster, S.	2
Sicherheit von Multiagentensystemen	Calmet, J.; Endsuleit, R.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hartenstein, H.	2
Mitarbeiterseminar	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
TecO: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Beigl, M.; Zimmer, T.	2
Verwaltung von Trust- und Reputationsdaten in Datenbanken	Böhm, K.; von der Weth, C.	2
Networks on chip	Henkel, J.	2
Antropomatik	Boesnach, I.; Moldenhauer, J.; Vollmar, R.	2
Mathematische Methoden in der Quanteninformatik	Decker, T.; Zeier, R.; Vollmar, R.	2
Rechtsfragen des e-commerce	Dreier, T.	2
Institutsseminar	Wörn, H.	2
Software-Verification	Schmitt, PH.	2
Moderne Softwareentwicklung	Goos, G.	2
Diplomantenseminar	Waibel, A.	2
Wirtschaftswahrnehmung - Begriffsbildung anhand eines Unternehmensbeispiels	Werner, G. W.; Dellbrügger, P.; Schmidt, E.	2
Rekonfigurierbare eingebettete Systeme	Henkel, J.; Mitarbeiter	2



Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Werner, G. W. ;Andres, F. ; Presse, A. ; Häußner, L. P.	2
Gepulste Neuronale Netze in Hard- und Software	Feldbusch, F.; Kaiser, F.; Henkel, J.	2
Diplomanden-und Mitarbeiterseminar	Calmet, J.	2
ISAS-Kolloquium	Beutler, F.; Brunn, D.; Feiermann, O.; Hanebeck, U. D.; Roberts, K.; Rößler, P; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.; Sawo, F.; Huber, M.	2
Planspiel: General Management II	Zürker, S.; Werner, G. W.; Meboldt, M.	2
Aktuelle Rechtsfragen des Europarechts	Kühling, J.	2
Mitarbeiter- und Diplomandensemiar	Brinkschulte, U.	2
Doktorandenseminar	Goos, G.	2
Mitarbeiter und Diplomandenseminar	Sanders, P; Käufl, T.; van Stee, R.;; Dementiev, R.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.	2
Multimodale Räume	Waibel, A.; Stiefelhagen, R.	2
Diplomanden-und Mitarbeiterseminar	Goos, G.	2
IPR-Kolloquium	Wörn, H.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.	2
Mitarbeiter- und Diplomandensemiar	Liefländer G.	2
Mitarbeiter- und Diplomandensemiar	Juling, W.	2
Mitarbeiter- und Diplomandensemiar	Hanebeck, U.D.; Karl, W.	3
Mitarbeiter- und Diplomandensemiar	Zitterbart, M.; Schölller, M.	2
Instituts-Seminar	Böhm, K.; Tichy, W. F. ;Lockemann, P; Moschny, T.; Sautter, G.; Reussner, R.	2
Diplomanden- und Studienarbeiter-Seminar	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P; Käufl, T.; van Stee, R.	2
Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.	2
Kolloquium Informatik	Zitterbart, M.; Dozenten der Informatik	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar	Vollmar, R.; Geiselman, W.	2
Forschungsseminar	Wagner, D.; Baur, M.; Benkert, M.; Gaertler, M.; Holzer, M.; Mecke, S.;; Schank, T.; Schulz, F.; Wolff, A.; Görke, R.;; Meinert, S.; Nöllenburg, M.; Delling, D.;; Katz, B.	2
<b>Arbeitsgemeinschaften</b>		
Anwendungsentwicklung	Abeck, S.; Link, S.; Krutz, K.; Emig, C.;; Mehl, O.	2
Gepulste Neuronale Netze	Feldbusch, F.	2

CAGD-Projekte	Prautzsch, H.; Straub, R.	2
Werkstatt Unternehmenssoftware Karlsruhe (WUSKAR)	Abeck, S.; Emig, C.	2
Identitätsmanagement	Abeck, S.; Emig, C.; Momm, C.	2
Prozessmanagement	Abeck, S.; Momm, C.; Link, S.; Mehl, O.	2
Sicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.	2
P2P/Overlay-Netze	Zitterbart, M.; Baumgart, I.	2
Dynamische Simulation in der Computergraphik	Schmitt, A.; Baas, M.; Bender, J.; Klimmek, B.; Pizarro, F.	2
<b>Vorlesungen für andere Fachrichtungen</b>		
Informatik (für Elektrotechniker)	Vollmar, R.; Worsch, T.	3
Übungen zu Informatik (für Elektrotechniker)	Vollmar, R.; Rahn, M.	2
Informatik für Chemiker	Brinkschulte, U.; Pacher, M.	2
Übungen Informatik für Chemiker	Brinkschulte, U.; Pacher, M.	2
Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.; Seyfried, J.	2
Übungen zu Informatik für Naturwissen- schaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.; Seyfried, J.	1
<b>Praktika</b>		
Roboterpraktikum	Dillmann, R.; Vacek, S.	4
Telematik	Zitterbart, M.; Mitarbeiter	2
Forschungsprojekt "Intelligente Sensor- Aktor-Systeme"	Beutler, F.; Brunn, D.; Feiermann, O.; Hanebeck, U. D.; Roberts, K.; Rößler, P; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.; Sawo, F.; Huber, M.	2
Mikrorechner-Hardware	Brinkschulte, U.	4
Experimentelles Industrieroboter-Praktikum II	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Kryptoanalyse	Geiselman, W.; Vollmar, R.	4
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA)	Abeck, S.; Mitarbeiter	2
Geometrisches Modellieren	Prautzsch, H.; Straub, R.	4
Entwurf eingebetteter Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Kaiser, F.	4
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowski, J.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Ngan, C. C.	4
Experimentelles Industrieroboter-Praktikum I	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Cluster Praktikum	Tichy, W. F.; Moschny, T.; Malpohl, G.; Szeder, G.	4

eXtreme Programming Praktikum	Tichy, W. F.; Müller, M.; Malpohl, G.; Höfer, A.	4
Ubiquitäre Informationssysteme	Juling, W.; Mitarbeiter	2
Sekundärspeicher Algorithmen	Sanders, P; Dementiev, R.; Schultes, D.; Singler, J.	4
Power Management-Praktikum	Bellosa, F.; Merkel, A.	2
Data Warehousing und Mining	Böhm, K.; Schosser, S.	4
Menschliche Bewegungen	Boesnach, I.; Moldenhauer, J.; Vollmar, R.	4
Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Torrent-Moreno, M.; Schmidt-Eisenlohr, F.	2
Software Technik für Komponenten- und Service-orientierte Architekturen	Juling, W.; Gaedke, M.; Nußbaumer, M.; Meinecke, J.	2
Prozessor Entwurfs-Praktikum	Karl, W.; Buchtly, R.	4
ACM ICPC	Tichy, W.; Wagner, D.; Sanders, P; Paar, A.; Baur, M.; Schultes, D.	4
Natürlichsprachliche Dialogsysteme	Waibel, A.; Gieselmann, P; Holzapfel, H.	2
Humanoide Roboter	Dillmann, R.; Asfour, T.	2
Systementwurf und Implementierung – Praktikum	Bellosa, F.; Liefländer, G. ; LeVasseur, J. ; Stöß, J.	2
Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren	Henkel, J.; Mitarbeiter	4
Projektpraktikum Sensornetze	Zitterbart, M.; Hurler, B.	2
:NET Praktikum	Tichy, W. F.; Schanne, M.; Gelhausen, T.; Jannesari Ladani, A.	4
Ausgewählte Algorithmen der Medizinischen Informatik	Dillmann, R.; Seifert, S.; Speidel, S.	2
Blockpraktikum Codeerzeugung	Beck, M.; Geiß, R. R.; Hack, S.; Goos, G.	2

## Wintersemester 2006/2007

### Lehrveranstaltungen im Grundstudium

Lehrveranstaltung	Dozenten	SWS
<b>Informatik</b>		
<b>Studiengang Informatik</b>		
Systemarchitektur mit Übung	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
Informatik I	Bellosa, F.	4
Übung zu Informatik I	Bellosa, F.; Merkel, A.	2

Informatik III	Sanders, P.	4
Übung zu Informatik III	Käufel, T.; Sanders, P.; Dementiev, R.; Singler, J.	2
Technische Informatik I	Hanebeck, U. D.	3
Übungen zu Technische Informatik I	Hanebeck, U. D.; Asfour, T.	1
<b>Recht</b>		
Handels- und Gesellschaftsrecht (Inwi)	Sester, P.; Wöllner, M.	2
BGB für Anfänger (Inwi)	Dreier, T.	4
Privatrechtliche Übung (Inwi)	Wöllner, M.; Sester, P.	2
Öffentliches Wirtschaftsrecht (Inwi)	Kühling, J.	2
<b>Proseminare</b>		
Robotik und Automation	Wörn, H.; Thiel, M.; Bender, N.; Braun, D.	2
Anthropomatik	Boesnach, I.; Vollmar, R.; Köhler, H.	2
Einführung in die Künstliche Intelligenz	Calmet, J.	2
Technologien des Internets	Zitterbart, M.; Sorge, C.; Blaß, E.-O.; N.N.	2
Mensch-Maschine-Interaktion	Burghart, C.; Wörn, H.; Weiß, K.	2
Unkonventionelle Berechnungsmodelle	Schulz, M.; Vollmar, R.	2
Software-Entwicklung mit Eclipse	Reussner, R.; Becker, S.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	2
Sicherheit in Multiagentensystemen	Calmet, J.; Endsuleit, R.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Kahrs, L.; Peters, H.; Schönfelder, C.	2
Intelligente Sensor-Aktor-Systeme	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Brunn, D.; Roberts, K.; Rößler, P.; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.; Sawo, F.; Huber, M.	2
Simulation und VR in der Medizin	Dillmann, R.; Unterhinninghofen, R.	2
<b>Veranstaltungen im Hauptstudium</b>		
<b>Wahlpflichtvorlesungen</b>		
<b>Studiengang Informatik</b>		
Systemarchitektur mit Übung	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
Softwaretechnik mit Übung	Tichy, W.; Mitarbeiter	4
Algorithmentechnik mit Übung	Wagner, D.; Görke, R.; Dellling, D.	4
Formale Systeme mit Übung	Schmitt, P. H. .	4
<b>Studiengang Informationswirtschaft</b>		
Softwaretechnik mit Übung	Tichy, W.	4
Public Key Kryptographie für Informations- wirte mit Übung	Geiselman, W.	3

Telematik für Informationswirte	Juling, W.	2
Übungen zu Telematik für Informationswirte	Juling, W.; Nußbaumer, M.	1
<b>Vorlesungen Recht</b>		
Datenschutzrecht	Kühling, J.	2
Arbeitsrechtliche Übung	Hoff, A.	2
Öffentliches Medienrecht	Kirchberg, C.	2
Umweltrecht	Kühling, J.	2
Steuerrechtliche Übung	Wipfler, B.	2
Medienrecht	Kühling, J.	2
Markenrecht	Matz, Y.; Sester, P.	2
<b>Vertiefungsfachvorlesungen</b>		
Entrepreneurship I - Unternimm dich selbst	Werner, G. W.	2
Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken	Hanebeck, U. D.; Weißel, F.	3
Parallele Algorithmen	Sanders, P.	2
Übersetzerbau	Goos, G.	3
Übungen zu Übersetzerbau	Goos, G.; Geiß, R. R.	1
Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES II)	Henkel, J.	3
Software-Architektur	Reussner, R.; Becker, S.; Kuperberg, M.	2
Rechnergestützte kontinuierliche Produktionssysteme	Steusloff, H.	2
Anthropotechnik/Ergonomie als Basiswissen	Syrbe, M.	2
Hochleistungskommunikation	Zitterbart, M.	2
Workflowmanagement-Systeme	Mülle, J.	2
Multikern-Rechner und Rechnerbündel	Tichy, W. F.; Moschny, T.; Jannesari Ladani, A.	2
Stochastische Informationsverarbeitung	Hanebeck, U. D.; Schrempf, O.	3
Datenbankeinsatz	Böhm, K.	3
Public Key Kryptographie	Bohli, J.-M.; Röhrich, S.; Vollmar, R.	3
Rekonfigurierbare Architekturen	Karl, W.; Buchty, R.	2
Data Warehousing und Mining	Böhm, K.	3
Algorithmen für Gruppen und Codes	Grassl, M.	2
Computeralgebra I	Calmet, J.	4
Modelle der Parallelverarbeitung	Vollmar, R.; Worsch, T.	4
Rationale Splines	Prautzsch, H.	2
Web Engineering	Gaedke, M.	2
Approximations- und Onlinealgorithmen	van Stee, R.; Sanders, P.	2
Projektmanagement aus der Praxis	Schnober, W.	2
Telematik	Zitterbart, M.	2

Übungen zu Telematik	Zitterbart, M.; Gamer, T.	1
Systems-Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Barthelmeß, H.	2
Multimediakommunikation	Bless, R.	2
Ringvorlesung: Informatik und Gesellschaft	Hanebeck, U. D.	2
Sicherheit in Systemen	Bellosa, F.; Liefländer, G.	2
Protokollanalyse selbstorganisierender Peer-to-Peer Systeme	Fuhrmann, T.	2
Einführung in die Graphische Datenverarbeitung	Schmitt, A.; Preuß, S.	2
Software-Engineering for Embedded Systems	Henkel, J.; Bonny, T.; Al Faruque, M. A.	1
Informationsintegration und Web-Portale	Schmidt, A.; Mülle, J.; Sautter, G.; Paoli, H.; Böhm, K.	2
Übung zu Entrepreneurship I	Werner, G. W.; Zürker, S.; Häußner, L. P.	1
Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES I)	Feldbusch, F.	2
Ubiquitäre Informationstechnologien	Juling, W.; Decker, C.	2
Mikrorechnertechnik I - Architektur und Programmierung	Brinkschulte, U.	2
Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement	Hartenstein, H.; Dinger, J.	2
Maschinelles Lernen	Dillmann, R.; Zöllner, J. M.; Ziegenmeyer, M.; Pardowitz, M.	2
Steuerungstechnik für Roboter (ehemals: Rechnergestützte Fertigungssysteme I)	Wörn, H.	2
Robotik 1 (Einführung in die Robotik)	Dillmann, R.; Vacek, S.; Birkenhofer, C.	2
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Vorlesung)	Abeck, S.; Emig, C.; Krutz, K.; Link, S.; Momm, C.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Burghart, C.	2
Projektmanagement in der Produktentwicklung	Becker, C.	2
Kryptographische Protokolle, eine Einführung	Müller-Quade, J.	2
Objekterkennung in Bildern und Bildfolgen	Nagel, H.-H.	2
Mikroprozessoren für eingebettete Systeme	Karl, W.	2
Embedded Security	Lazic, D.	1
Programmverifikation	Deussen, P.; Käußl, T.	2
Tutorium Sicherheit in Systemen	Bellosa, F.; Liefländer, G.; Kellner, S.	2
Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung	Beyerer, J.	4
Randomisierte Algorithmen	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Einführung in die Informationsfusion	Heizmann, M.	2
Medizinische Simulationssysteme	Dillmann, R.; Fritz, D.; Sudra, G.	2

Geometrische Grundlagen für die Computergrafik	Prautzsch, H.	2
Beiträge zur Geschichte der Informatik	Görke, W.	2
Parallele Architekturen und Programmierung Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern	Karl, W.; Tao, J. Hein, B.	2 2
Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine- Schnittstellen	Stiefelhagen, R.	2
Einführung in Multimedia	Deussen, P.	2
<b>Seminare</b>		
Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.; Bubel, R.; Schlager, S.; Werner, F.	2
Pervasive Computing	Brinkschulte, U.; Schuster, S.; von Renteln, A.	2
Recht der Informationsgesellschaft (Telekom- munikations-, Medien- und Datenschutzrecht)	Kühling, J.	2
Humanoide Roboter	Dillmann, R.; Pardowitz, M.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Kahrs, L.; Ngan, C. C.; Peters, H.; Schönfelder, C.	2
ITM: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Institutsseminar	Wörn, H.; Kahrs, L.	2
TecO: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Decker, C.	2
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Seminar)	Abeck, S.; Emig, C.; Krutz, K.; Link, S.; Momm, C.	2
Ubiquitous Computing	Juling, W.; Decker, C.; Krohn, A.; Riedel, T. A.; Robinson, P.; Zimmer, T.	2
Seminar für Mitarbeiter und Diplomanden	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Torrent-Moreno, M.; Killat, M.	2
Intelligente Industrieroboter	Hein, B.; Chen, S. J.; Tauro, R. A.; Wörn, H.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P; Käufl, T.; van Stee, R.	2
MW: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Gaedke, M.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Sanders, P; van Stee, R.; Dementiev, R.; Schultes, D.; Käufl, T.; Singler, J.	4
Seminarreihe "Dialogische Führung"	Werner, G. W.; Kracht, T.; Dietz, K.-M.; Vandercruysse, R.; Dellbrügger, P.	2
Rekonfigurierbare Eingebettete Systeme	Henkel, J.; Bauer, L.	2

Code Compression for Embedded Processors	Henkel, J.; Bonny, T.	2
Networks on Chips (NOCs) for Multi Processor Systems (MPSoC) Design	Henkel, J.; Al Faruque, M. A.	2
Eingebettete Systeme in Sensornetzwerken	Henkel, J.; Hillenbrand, D.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar ITI Wagner Forschungsseminar	Goos, G.; Hack, S.; Geiß, R. R.; Beck, M. Wagner, D.; Baur, M.; Benkert, M.; Gaertler, M.; Holzer, M.; Mecke, S.; Schank, T.; Wolff, A.; Görke, R.; Meinert, S.; Delling, D.; Katz, B.; Nöllenburg, M.	2 2
Instituts-Seminar	Böhm, K.; Tichy, W. F.; Reussner, R.; Lockemann, P.; Moschny, T.	2
Seminar Hacking und Hackerabwehr	Völker, L.; Zitterbart, M.; Krause, S.; Walter, U.; Hof, H.-J.	2
Planspiel: Start Up	Zürker, S.; Werner, G. W.; Meboldt, M.	2
NetFundamentals	Hartenstein, H.; Killat, M.; Schmidt- Eisenlohr, F.; Torrent-Moreno, M.	2
Algorithmik: Zerlegen und Clustern von Graphen	Wagner, D.; Gaertler, M.	2
Mobile Agenten - Sicher oder nicht sicher?	Calmet, J.; Endsuleit, R.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Emig, C.; Krutz, K.; Link, S.; Momm, C.; Mayerl, C.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.; Burghart, C.	2
Advanced Systems: Energieaspekte in Sensornetzwerken	Bellosa, F.; Kellner, S.	2
Modellbasierte Verfahren für intelligente Systeme	Beutler, F.; Brunn, D.; Huber, M.; Hanebeck, U. D.; Roberts, K.; Rößler, P.; Sawo, F.; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.	2
Lesegruppe Komponentenbasierte Software-Entwicklung	Reussner, R.	1
Software-Komponentenmodelle	Reussner, R.; Becker, S.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	2
Informationsverwaltung in Sensornetzen.	Stern, M.; Böhm, K.	2
Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Werner, G. W.; Andres, F.; Presse, A.; Häußner, L. P.	2
IPR-Kolloquium (nach Vorankündigung)	Wörn, H.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar (IAKS Beth)	Vollmar, R.	2
Chip Multiprozessoren: Entwurf und Anwendung	Karl, W.; Buchty, R.	2



Mitarbeiter- und Diplomandenseminar (IPR Brinkschulte)	Brinkschulte, U.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Bellosa, F.; Liefländer, G.; LeVasseur, J.; Stöß, J.	2
Wirtschaftswahrnehmung - Begriffsbildung anhand eines Unternehmensbeispiels	Werner, G. W.; Dellbrügger, P; Schmidt, E.	2
Doktorandenseminar (IPD Goos)	Goos, G.	1
Netze und Punktwolken	Prautzsch, H.; Straub, R.; Chen, Q.	2
Hören - "The Art of Auditory Stream Analysis"	Henkel, J.; Feldbusch, F.; Troge, T. A.; Brümmer, L.; Modler, P; Kaiser, F.	2
Mitarbeiter-Seminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
Diplomandenseminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Baas, M.; Bender, J.; Finkenzeller, D.; Klimmek, B.; Preuß, S.; Straub, R.	2
Diplomandenseminar (IAKS Vollmar)	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Strukturanalyse von Sequenzen und Graphen	Eichinger, F.; Sautter, G.; Böhm, K.	2
Doktorandenseminar (IAKS Vollmar)	Vollmar, R.	2
Seminarreihe "Unternimm dich selbst - unternimm mit anderen"	Werner, G. W.; Zürker, S.; Häußner, L. P.	2
Mitarbeiter- u. Diplomandenseminar (ITEC)	Hanebeck, U. D.; Karl, W.; Henkel, J.	3
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar (IAKS Calmet)	Calmet, J.	2
Kolloquium Informatik	Dozenten der Informatik; Zitterbart, M.	2
<b>Arbeitsgemeinschaften</b>		
ISAS-Kolloquium	Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Roberts, K.; Rößler, P; Schrempf, O.; Timmer, F.; Brunn, D.; Sawo, F.; Weißel, F.; Huber, M.	2
MM-Lehraufnahmen	Barthelmeß, H.; Deussen, P.	4
CAGD-Projekte	Prautzsch, H.; Straub, R.	2
Gepulste Neuronale Netze	Feldbusch, F.; Henkel, J.	2
Dynamische Simulation in der Computergraphik	Schmitt, A.; Baas, M.; Bender, J.; Klimmek, B.; Pizarro, F.	2
Selbstorganisation in Echtzeitsystemen	Brinkschulte, U.; Nickschas, M.; Pacher, M.; Picioroaga, F.; Schuster, S.; von Renteln, A.	2
Prozessmanagement	Abeck, S.; Momm, C.	2
Arbeitsgemeinschaft Sicherheit	Völker, L.; Zitterbart, M.	2
Identitätsmanagement	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.	2

Identitätsmanagement in serviceorientierten Architekturen	Abeck, S.; Emig, C.	2
Integriertes Management	Abeck, S.; Mayerl, C.	2
Arbeitsgemeinschaft P2P/Overlay-Netze	Baumgart, I.; Zitterbart, M.	2
Ringvorlesung: Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke	Hanebeck, U. D.; Böhm, K.; Brinkschulte, U.; Becker, J.; Hartenstein, H.; Henkel, J.; Müller-Glaser, K. D.; Sanders, P; Wörn, H.; Wagner, D.; Zitterbart, M.	2
Anwendungsentwicklung	Abeck, S.; Link, S.; Krutz, K.	2
<b>Vorlesungen für andere Fachrichtungen</b>		
Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure II	Wörn, H.; Längle, T.	2
Übungen zu Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure II	Wörn, H.; Längle, T.; Burgner, J.	2
<b>Basispraktika</b>		
Basispraktikum "Programmierwettbewerb Peer-To-Peer-Systeme"	Schossner, S.; Hartmann, B.-O.; Böhm, K.	2
Basispraktikum Systemarchitektur	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
Basispraktikum Technische Informatik	Brinkschulte, U.	4
Basispraktikum "Mobile Systeme"	Zitterbart, M.; Meier, D.	2
<b>Praktika</b>		
Mikrorechner-Hardwarepraktikum	Brinkschulte, U.	4
Experimentelles Roboter-Praktikum I	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Praktikum: Entwurf Eingebetteter Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Kaiser, F.	4
Nachrichtengekoppelte Parallelrechner	Vollmar, R.; Worsch, T.; Rahn, M.	4
Projektpraktikum Mobile Roboter	Dillmann, R.; Uhl, K.	4
Datenbank-Praktikum	Böhm, K.; von der Weth, C.	2
Praktikum Mobilkommunikation	Zitterbart, M.; Baumgart, I.; Kuntz, A.; Heep, B.	2
.Net - Projektpraktikum 2.0	Tichy, W. F.; Judt, A.; Schanne, M.	2
Praktikum: Forschungsprojekt "Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Rößler, P; Roberts, K.; Schrempf, O.; Timmer, F.; Weißel, F.; Sawo, F.; Huber, M.	4
Experimentelles Roboter-Praktikum II	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4

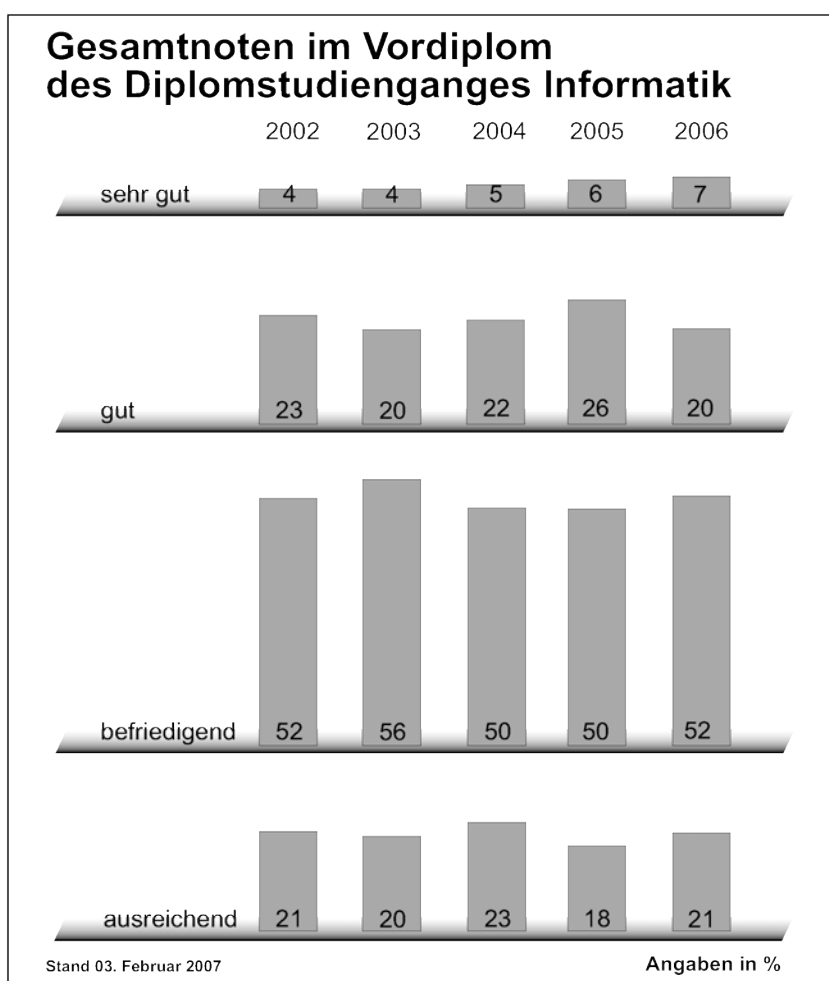
Web Engineering	Juling, W.; Gaedke, M.; Nußbaumer, M.; Meinecke, J.	2
Algorithm Engineering	Wagner, D.; Mecke, S.; Holzer, M.	4
Multikern-Praktikum	Tichy, W. F.; Jannesari Ladani, A.	2
Parallele Programmierung	Karl, W.; Tao, J.	4
Praktikum: Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren	Bauer, L.; Bonny, T.; Al Faruque, M. A.; Henkel, J.	4
Architekturen und Protokolle der Netzicherheit	Völker, L.; Zitterbart, M.; Gamer, T.; Krause, S.; Conrad, M.	2
Automatische Spracherkennung	Waibel, A.; Stüker, S.	2
Übersetzerbaupraktikum	Goos, G.; Beck, M.; Hack, S.	2
Praktikum zur Vorlesung Systems- Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Barthelmeß, H.; Preis, H.; Brinkschulte, U.	2
Kryptographie und Datensicherheit	Geiselman, W.; Vollmar, R.	4
Projektpraktikum: Drahtlose Peer-to-Peer- basierte Gruppenkommunikation	Baumung, P.; Zitterbart, M.	2
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Praktikum)	Abeck, S.; Emig, C.; Krutz, K.; Link, S.; Momm, C.	2
Prozessorwurf	Buchty, R.; Karl, W.	4
Lego Mind Storms (Ich, Robot.)	Dillmann, R.; Schröder, J.; Bierbaum, A.	4
Werkstatt Unternehmenssoftware Karlsruhe (WUSKAR)	Abeck, S.; Emig, C.	2
Formale Entwicklung objektorientierter Software	Schmitt, P. H.; Bubel, R.; Schlager, S.	2
Menschliche Bewegungen	Boesnach, I.; Vollmar, R.; Gehrig, D.	2
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Ngan, C. C.	4

### 4.3 Studienbegleitende Statistik

#### Studienergebnisse im Vordiplom

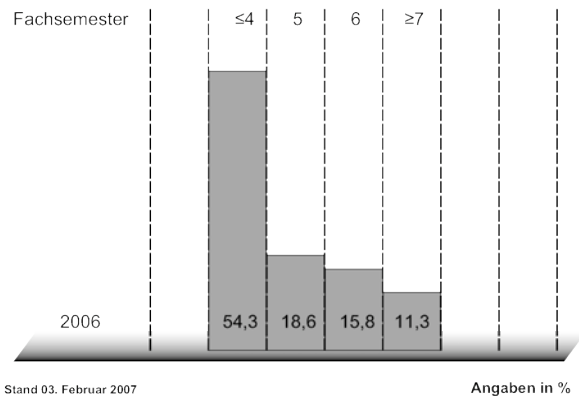
Im Jahr 2006 legten 222 Studierende die Diplom-Vorprüfung in Informatik ab und erreichten eine durchschnittliche Studiendauer im Vordiplom von 4,8 Fachsemestern (Median 4,1). Gegenüber dem Vorjahr benötigen die Studierenden also etwas mehr Zeit für das Vordiplom. Die besten Abschlüsse in der Diplom-Vorprüfung 2006 erzielten:

cand. inform. Gregor Stephan Bethlen mit der Gesamtnote 1,0  
 cand. inform. Robert Geisberger mit der Gesamtnote 1,0



*Mit 2,93 als Gesamtnotendurchschnitt der Diplom-Vorprüfung hat sich Notendurchschnitt gegenüber dem Vorjahr leicht verschlechtert.*

### Studiendauer bis zum Vordiplom des Diplomstudienganges Informatik



*Die überwiegende Anzahl der Studierenden schließt ihr Vordiplom in 4 bis 5 Semestern ab.*

### Studienergebnisse im Hauptdiplom

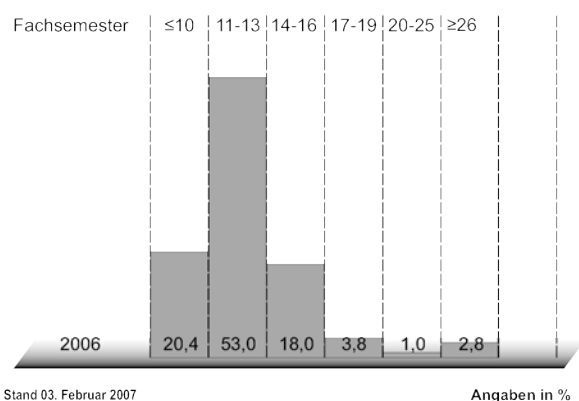
Im Jahr 2006 wurden durch Studierende der Fakultät 286 Studienarbeiten und 274 Diplomarbeiten angefertigt. Davon wurden 30 Studienarbeiten und 55 Diplomarbeiten durch andere Fakultäten betreut. 216 Diplominformatikerinnen und Diplominformatiker erhielten ihr Diplomzeugnis. Mit ausgezeichneten Leistungen schlossen ab:

Dipl.-Inform. Christian Frese  
 Dipl.-Inform. Philipp Klaus Haller  
 Dipl.-Inform. Jörn Herwig  
 Dipl.-Inform. Marco Huber  
 Dipl.-Inform. Bastian Katz  
 Dipl.-Inform. Jan Lellmann  
 Dipl.-Inform. Raphael Neider  
 Dipl.-Inform. Florian Rainer Widmann  
 Dipl.-Inform. Alexander Christian Wojek

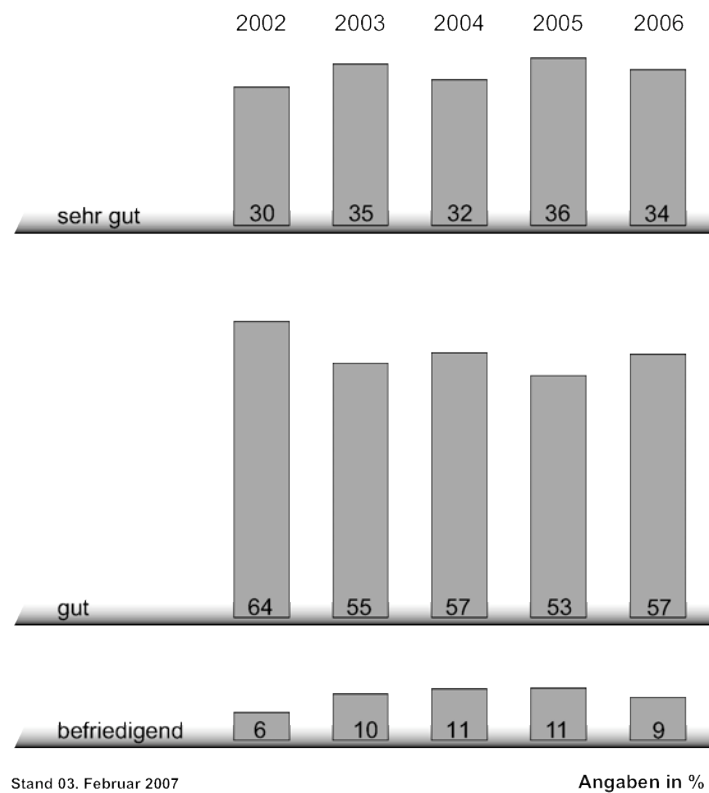
mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0  
 mit der Gesamtnote 1,0

*Mit durchschnittlich 12,5 Fachsemestern (Median 11,8) ist die mittlere Studiendauer leicht höher als im letzten Jahr. Auffällig bleibt der Anteil der Diplomabschlüsse mit hoher Semesterzahl. Dies ist zum großen Teil dadurch bedingt, dass Studierende ihr Studium aus gesundheitlichen Gründen oder bedingt durch eigene Firmengründungen unterbrechen und es später doch noch zum Abschluss führen.*

### Studiendauer bis zum Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informatik



### Gesamtnoten im Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informatik



Die gute Durchschnittsnote von 1,81 bei der Diplomprüfung bedarf einer ergänzenden Erläuterung: Grundsätzlich wirkt die hohe Leistungshürde im Grundstudium als Filter, so dass fast nur die leistungsstärksten Studierenden das Hauptstudium erreichen. Weiterhin gestatten die Wahlmöglichkeiten im Hauptstudium eine Konzentration auf die persönlichen Stärken und Informatikkompetenzen, die ohnehin eine beachtliche Wissenstiefe erreichen und somit auch zu besseren Resultaten führen als gewöhnlich im Pflichtfachbereich.

## Studierende an der Fakultät für Informatik

Informatik nach Fachsemestern	Studienjahr													
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
1	262	204	148	195	222	286	516	668	568	357	469	427	342	363
2	8	6	0	2	3	3	2	2	5	6	3	6	7	3
3	265	215	167	124	156	185	232	444	574	474	319	391	345	297
4	11	6	6	4	2	6	4	8	7	7	14	13	10	18
5	282	219	184	149	99	137	163	213	381	510	392	287	335	304
6	22	13	14	10	11	6	15	10	16	24	36	24	37	39
7	276	227	179	150	132	91	124	145	186	298	405	374	256	302
8	26	29	17	13	9	15	5	14	8	15	14	39	45	31
9	235	236	204	160	132	105	83	110	128	157	265	362	324	233
10	12	25	17	14	12	6	18	3	12	8	16	24	37	42
11	228	218	214	187	144	120	90	68	95	116	148	233	329	280
12	16	11	20	16	12	11	9	10	3	8	6	12	21	29
13 u.m.	511	493	462	484	449	350	300	268	208	223	234	278	361	476
<b>Summe Diplomstudiengänge</b>	<b>2154</b>	<b>1902</b>	<b>1632</b>	<b>1508</b>	<b>1383</b>	<b>1321</b>	<b>1561</b>	<b>1963</b>	<b>2191</b>	<b>2203</b>	<b>2321</b>	<b>2470</b>	<b>2449</b>	<b>2417</b>
zzgl.*	87	90	94	77	70	68	67	69	54	74	61	81	57	52
<b>Summe Hauptfach Informatik</b>	2241	1992	1726	1585	1453	1389	1628	2032	2245	2277	2382	2551	2506	2469
<b>Summe Informationswirtschaft**</b>					<b>63</b>	<b>105</b>	<b>144</b>	<b>225</b>	<b>276</b>	<b>340</b>	<b>359</b>	<b>404</b>	<b>557</b>	<b>519</b>

\* Doktoranden, Aufbaustudenten, Lehramtsstudenten mit Erweiterungsprüfungen in Informatik sowie Studenten mit anderen angestrebten Abschlüssen.

\*\* gemeinsamer Studiengang mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Stand: 06.02.2007

**Ein Blick in die Arbeit  
der Fakultät im Jahr 2006**



### **5.1 Mitwirkung in gesellschaftlichen Institutionen**

Zahlreiche Mitglieder der Fakultät haben sich im Berichtsjahr aktiv am Brückenschlag zwischen Informatik und Gesellschaft beteiligt. Verantwortungsbewusst arbeiten Mitglieder der Fakultät an Leitungsgremien der Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft mit. Hiermit ist zugleich sichergestellt, dass sich Forschung und Lehre permanent und dynamisch an den Anforderungen der Entwicklung in der Informatik orientieren können.

#### **Mitgliedschaften in Leitungsgremien nationaler und internationaler wissenschaftlicher bzw. wissenschaftspolitischer Organisationen und Ehrenämter in wissenschaftlichen Institutionen**

*Prof. Dr. Sebastian Abeck*

- Mitglied des „European Network of Universities and Companies in Information and Communication Technologies“ (EUNICE)
- Mitglied des GI-Fachausschuss 7.1 „Informatik in Studiengängen an Hochschulen“
- Mitglied des erweiterten Leitungsgremiums der GI-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme“

*Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann:*

- Sprecher des GI FA 4.3/1.4 Robotersysteme
- Sprecher des German Chapter of IEEE/RAS

*Christian Emig*

- Technical Program Committee, International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW)

*Prof. em. Dr. Winfried Görke*

- Beisitzer im Vorstand der Konrad-Zuse-Gesellschaft

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Mitglied des wissenschaftlichen Direktoriums IBFI Schloss Dagstuhl

*Prof. Dr. Wilfried Juling*

- Mitglied der Kommission für Rechenanlagen der deutschen Forschungsgemeinschaft
- Mitglied des Beirats der hww Betriebsgesellschaft mbH (hww = Hochleistungsrechner in Wissenschaft und Wirtschaft), Stuttgart
- Mitglied des Lenkungsausschusses für das Höchstleistungsrechenzentrum (HLRS), Stuttgart
- Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Forschungsnetzes (DFN), Berlin
- Mitglied des Betriebsausschusses des Deutschen Forschungsnetzes (DFN), Berlin
- Mitglied des Verwaltungsrats des Deutschen Forschungsnetzes (DFN), Berlin

- Vorstand des Höchstleistungsrechner-Kompetenzzentrum Baden-Württemberg (hkz-bw)
- Mitglied des Preisträger-Auswahlausschusses der Alexander von Humboldt-Stiftung

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Sprecher der GI/ITG Fachgruppe APS+PC
- Mitglied im Leitungsgremium des GI/ITG Fachausschusses ARCS
- Mitglied im Leitungsgremium des GI Fachbereichs Technische Informatik
- Mitglied im Leitungsgremium der GI/ITG Fachgruppe Parallel-Algorithmen, -Rechnerstrukturen und Systemsoftware (PARS)

*Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Gerhard Krüger*

- Vorstandsmitglied der Gunther-Schroff-Stiftung für wissenschaftliche Zwecke, Waldbronn
- Ordentliches Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
- Mitglied und Senator der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle (Saale)
- Obmann Sektion Informationswissenschaften der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle (Saale)
- Mitglied der acatech - Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V. München, Berlin
- Mitglied des Arbeitskreises "Kommunikation und Wissensmanagement" acatech

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Sprecher der GI-Fachgruppe Software-Architektur
- Sprecher des GI-Arbeitskreises "Handbuch der Software-Architektur"

*Prof. Dr. Peter Sanders*

- Leiter der GI-Fachgruppe 0.1.3 "Parallele und verteilte Algorithmen"
- Executive Committee Member IEEE Computer Society Technical Committee on Parallel Processing (TCPP)
- Association Leibniz Israel

*Prof. Peter H. Schmitt*

- GI-Vertreter im Wissenschaftlichen Direktorium des Internationalen Begegnungs- und Forschungszentrums für Informatik, Schloss Dagstuhl

*Prof. Dr. Hartwig U. Steusloff*

- Vorsitzender des Fachbereiches 9 „Leittechnik“ in der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) im DIN und VDE
- Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) im DIN und VDE

- Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Kommission der International Electrotechnical Commission (IEC)
- Vorsitzender des Beirats des Kompetenzfeldes Informationstechnik (KfIT) des VDI/VDE
- Vorsitzender des Sonderausschusses des DIN „Entwicklungsbegleitende Normung (EBN)“
- Vorsitzender des Beraterkreises Technologie (BKT) der DKE im DIN und VDE
- Mitglied des Präsidiums im DIN (Deutsches Institut für Normung), Berlin
- Vorsitzender des Präsidialausschusses FOCUS-ICT im DIN (Deutsches Institut für Normung), Berlin
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats des VDI
- Mitglied im Forschungsnetzwerk Normung des DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin
- Mitglied des INTERKAMA+Komitees der Deutschen Messe AG, Hannover
- Mitglied der Karlsruher Informatik Kooperation (KIK) der IHK, Karlsruhe
- Mitglied des Ausschusses "Technologieorientierte Unternehmen" der IHK Karlsruhe
- Mitglied im Cercle de l'ILL, Strassburg

*Prof. Dr. Roland Vollmar*

- Vorsitzender der Konrad-Zuse-Gesellschaft
- Mitglied des Kuratoriums der Konrad-Zuse-Medaille für Informatik
- Mitglied der "Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft"
- Ehrenmitgliedschaft des Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstituts für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS)
- Korrespondierendes Mitglied der IFIP-Working Group 3.2 "University Education"

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats des IBFI Schloss Dagstuhl
- Vorsitzende des Nominationsausschusses für den GI-Dissertationspreis
- Mitglied des Standing Committee for the Physical and Engineering Sciences (PESC) der European Science Foundation (ESF)
- Sprecherin des DFG-Fachkollegiums Informatik

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Vorsitzender der Gesellschaft Computer- und Robotergestützte Chirurgie CURAC
- Beirat des Zentrums für Sensorsysteme an der Universität Siegen (ZeSS)

*Prof. Dr. Martina Zitterbart:*

- Mitglied in der GI-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme“ (KuVS)

## Mitgliedschaften in Aufsichtsgremien von Wissenschaft und Wirtschaft

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Leiter des Technischen Forums der Firma Inspectomation GmbH, Mannheim
- Kurator des Forschungszentrums Informatik (FZI)
- Stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrats des Deutschen Forschungszentrums für künstliche Intelligenz GmbH DFKI in Saarbrücken und Kaiserslautern
- Stellvertretender Sprecher des Fraunhofer-Verbundes für Verteidigung und Sicherheitsforschung
- Kurator der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft

*Prof. em. Dr. Peter Deussen*

- Aufsichtsratsmitglied der neu gegründeten "Mercur Internationale Fachhochschule Karlsruhe"

*Prof. Dr. Wilfried Juling*

- Mitglied des Beirats der hww Betriebsgesellschaft mbH (hww = Hochleistungsrechner in Wissenschaft und Wirtschaft), Stuttgart
- Mitglied des Lenkungsausschusses für das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS)

*Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Gerhard Krüger*

- Mitglied des Kuratoriums der SAP AG Corporate Research and Innovation

*Prof. Dr. Peter Sanders*

- Mitglied des Beirats des MINVERVA Leibniz Center for Research in Computer Science der Hebrew University of Jerusalem

*Prof. Peter H. Schmitt*

- Mitglied im Aufsichtsrat der IBFI Schloss Dagstuhl GmbH

*Prof. Dr. Hartwig U. Steusloff*

- Kurator des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

*Prof. Dr. Roland Vollmar*

- Mitglied des Aufsichtsrats des Internationalen Begegnungs- und Forschungszentrums für Informatik (IBFI) Schloss Dagstuhl

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats des IBFI Schloss Dagstuhl

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Mitglied des EURON Strategic Advisory Board
- Leitungsfunktionen in außeruniversitären Forschungseinrichtungen

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Leiter des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB)

*Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann*

- Mitglied des Vorstands im Forschungszentrum Informatik

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- Chairman der IEEE Computer Society der deutschen Sektion für 2006

*Prof. Dr. Max Syrbe*

- Vorsitzender des Kuratoriums der Steinbeis-Siftung für Wirtschaftsförderung, Stuttgart
- Stellv. Vorsitzender des Beirates FEV Motorentechnik GmbH, Aachen (bis 30.06.2006)

*Prof. Dr. Martina Zitterbart*

- Stellvertretende Sprecherin GiBU (GI-Beirat der UniversitätsprofessorInnen)

## **5.2 Wissenschaftliche Präsentationen**

Auch in diesem Berichtsjahr hat sich die Fakultät durch das Publizieren wissenschaftlicher Arbeiten im In- und Ausland hervorragend dargestellt. Insgesamt wurden 52 Bücher beziehungsweise Buchbeiträge veröffentlicht.

Mitglieder der Fakultät wurden zu 42 Vorträgen eingeladen, wobei 17 davon im Ausland stattfanden. Eingeladen wurden die Fakultätsmitglieder *Dr. Tamim Asfour, Prof. Dr. Michael Beigl, Ingo Boesnach, Prof. Dr. Jacques Calmet, Christian Decker, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Dr. Willi Geiselman, Prof. Dr. Gerhard Goos, Prof. em. Dr. Winfried Görke, Dr. Markus Grassl, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Peter H. Schmitt, Dr. Rob van Stee, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Heinz Wörn sowie Prof. Dr. Martina Zitterbart.*

## **Mitgliedschaften in Herausgebergremien von Zeitschriften oder Buchreihen**

*Prof. Dr. Sebastian Abeck*

- Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK)

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Editorial Board "Information Fusion Journal", Elsevier Verlag

*Prof. Dr. Jacques Calmet*

- Herausgeber des Journal of Applicable Algebra (AAECC), Springer Verlag

*Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann*

- Herausgeber der Fachzeitschrift Robotics and Autonomous Systems, Publishers: Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands
- Editorial Advisory Board Europe für die Buchreihe Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR) ISSN 1610-7438

*Dr. Martin Gaedke*

- Managing Editor des "Journal of Web Engineering (JWE)", Rinton Press, USA
- Associate Editor des "International Journal of Web Information Systems (IJWIS)", Troubador Publishing, UK

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- Editorial Board Member of the "Journal for Embedded Computing" by Cambridge International Science Publishing.
- Editorial Board Member of the "Journal of the "Journal of Low Power Electronics" by American Scientific Publishers

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Subject Area Editor Journal of Systems Architecture (JSA), Elsevier Publishers

*Prof. em. Dr. Hans-Hellmut Nagel*

- Member of Editorial Board: Computer Vision and Image Understanding, Academic Press, Inc.
- Member of Editorial Board: International Journal of Computer Vision
- Advisory Editorial Board: Image and Vision Computer, Elsevier, London

*Prof. Dr. Hartmut Prautzsch*

- Editor-in-Chief des "Computer Aided Geometric Design-Journals", Elsevier Science Publishers B.V.

*Prof. Dr. Peter Sanders*

- Associate Editor ACM Journal of Experimental Algorithmics

*Prof. Peter H. Schmitt*

- Mitherausgeber des Journal of Universal Computer Science

*Prof. Dr. Roland Vollmar*

- Mitglied des Steering Committee of Euro-Par

- Mitherausgeber der Zeitschrift "Journal of Universal Computer Science" (JUCS), Springer-Verlag
- Mitherausgeber der Zeitschrift "Mathematical Machines and Systems", Springer-Verlag

*Prof. Dr. Dorothea Wagner:*

- Editor in Chief des "Journal on Discrete Algorithms"
- Mitglied des Editorial Board des "Journal of Graph Algorithms and Applications"
- Mitglied des Editorial Board von "Computational Geometry Theory and Applications"
- Mitglied des Herausbergremiums der Reihe "Leitfäden der Informatik" des Teubner Verlags
- Mitherausgeberin von "Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2005", GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI)

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift "Journal of Intelligent & Robotic Systems"
- Mitglied des Editorial Boards "Robotics and Computer Integrated Manufacturing"
- Mitglied im Programmkomitees: DARS, DGR, ISAS, CSIT, Robotik 2006, ISR 2006, NRVN 2006

*Prof. Dr. Martina Zitterbart*

- Mitglied des Fachbeirates der Zeitschrift „Praxis der Informations- und Kommunikationstechnik“ (PIK), K.G. Saur Verlag
- Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift „Information Technology“

### **Weitere herausragende Aktivitäten wissenschaftlicher Präsentationen**

*Prof. Dr. Frank Bellosa*

Mitglied im Programmkomitee der

- ASPLOS 2006: International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems, 21.-25.10.2006, in San Jose, CA, USA
- HPPAC 2006: Workshop on High-Performance, Power-Aware Computing, 25.04.2006, Rhodos, Griechenland
- ICPADS 2006: International Conference on Parallel and Distributed Systems, 12.-15.07.2006, Minneapolis, Minnesota, USA
- ISLPED 2006: International Symposium on Low Power Electronics and Design, 4.-6. Oktober 2006, Tegernsee, Germany
- IWSSPS 2006: International Workshop on Software Support for Portable Storage, 26.10.2006, Seoul, Korea
- PACT 2006: International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques, 16.-20.09.2006, Seattle, Washington
- RTCSA 2006: International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, 16.-18.08.2006, Sydney, Australien

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Mitglied im Programmkomitee "Entwurf komplexer Automatisierungssysteme" (EKA 2206), Braunschweig, 29.-31.05.2006
- Mitglied im Programmausschuss "Future Security", Karlsruhe, 04.-05.07.2006
- Special Session Chair bei der IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems MFI 2006, Heidelberg, 03.-06.09.2006
- Member of International Program Committee, The 8th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2006), Robotics and Sensor Actuator Networks, Karlsruhe, 28.-29.09.2006

*Dr. Martin Gaedke*

- Mitglied im Steering Committee der Konferenzreihe International Conference on Web Engineering (ICWE)
- Mitglied im Editorial Board des "International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)"
- Mitglied im Programmkomitee der ICWE06: Sixth International Conference on Web Engineering
- Mitglied im Programmkomitee der WWW2006: 15th International World Wide Web Conference, Web Engineering Track
- Mitglied im Programmkomitee der WWW2006: 15th International World Wide Web Conference, Poster Committee
- Mitglied im Programmkomitee der ICWS'06: 2006 IEEE International Conference on Web Services
- Mitglied im Programmkomitee der LAWeb 2006: Fourth Latin American Web Congress
- Mitglied im Programmkomitee der ICWI2006: IADIS International Conference WWW/Internet 2006
- Mitglied im Programmkomitee der WTAS2006: Web Technologies, Applications and Services
- Mitglied im Programmkomitee der WEBIST-2006: 2nd International Conference on Web Information Systems and Technologies
- Mitglied im Programmkomitee der WISM 2006: Workshop on Web Information Systems Modeling, CAiSE 2006
- Mitglied im Programmkomitee der MWDWE2006: Workshop on Model-Driven Web Engineering (MDWE 2006)
- Mitglied im Programmkomitee der NWeSP'06: Second International Conference on Next Generation Web Services Practices
- Gutachter für Journals: ACM TWEB, IJWET

*Prof. em. Dr. Winfried Görke*

- Vorlesungen "Technische Informatik I - Schaltwerke" an der TU Sofia, Bulgarien 22.-26.05.2006



*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Panel-Teilnehmer zum Thema "Vehicular Ad Hoc Networks", IEEE Int. Symposium on Wireless Communications Systems, September 2006, Valencia, Spanien.
- Technical Program Co-Chair 3rd ACM Int. Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks (VANET 2006), Oktober 2006, Los Angeles, USA.

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- Program Committee Member der IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE), 2006
- Program Committee Member des IEEE/ACM International Symposiums on Low Power Electronics and Design (ISLPED), 2006
- Program Committee Member des IEEE/ACM International Workshops on Rapid System Prototyping (RSP), 2006
- IEEE/ACM Codes+ISSS Conference
- Program Chair des IEEE/ACM International Symposiums on Low Power Electronics and Design (ISLPED), 2006
- Program Chair der Design Automation Conference (DAC), 2006
- Program Committee Member der DATE Design, Automation and Test in Europe, 2006
- Program Committee Member der Euromicro Conference on Real-Time Systems Conference (ECRTS), 2006
- Program Committee Member der EstiMedia, 2006
- Program Committee Member des International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED), 2006
- Program Committee Member des IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI, 2006
- Program Committee Member "Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen", 2006
- Program Committee Member des Software and Compilers for Embedded Systems (SCOPES), 2006

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Workshop Chair: 19th International Conference on Architecture of Computing Systems - ARCS 2006, Frankfurt am Main, Germany 13.-16. März 2006
- Workshop Chair, GI/ITG Workshop "Grand Challenges in der Technischen Informatik" der GI/ITG Fachgruppe APS+PC, 29.7.-2.8.2006, Kloster Seeon.
- Program Committee Member Workshop Organic Computing Status and Outlook, GI-Jahrestagung, Oktober 2006, Dresden
- Program Committee Member HPCC-06 The International Conference on High-Performance Computing and Communication, September 2006, Munich
- Program Committee Member Euro-Par 2006 European Conference on Parallel Computing, Vice Chair Parallel Architectures and ILP, 29.8.-1.9.2006, Dresden

- Program Committee Member 19th GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems (ARCS 2006), Frankfurt am Main, 14.-15. März 2006
- Program Committee Member PASA 2006 8th Workshop "Parallel Systems and Algorithms", Frankfurt am Main, 16. März 2006

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Organisator von WCOP 2006 (Eleventh International Workshop on Component-Oriented Programming), 03.07.2006 – at ECOOP 2006, Nantes, France
- Organisator von Formal Foundations of Embedded Software and Component-Based Software Architectures (FESCA 2006), 26.03.2006, Satellite workshop of ETAPS 2006, Vienna, Austria
- Steering Committee Chair of Quality of Software Architecture 2006
- Programmkomiteemitgliedschaft in AQSerM: Advances in Quality of Service Management, EDOC 2006 workshop, 17.10.2006, Hongkong, PRC
- Programmkomiteemitgliedschaft in 3rd International Workshop on Formal Aspects of Component Models (FACS'06) 20.09.-22.09.2006, Prague, Czech Republic
- Programmkomiteemitgliedschaft in EWSA 2006 (European Workshop on Software Architectures), 04.09.-05.09.2006, Nantes, France
- Programmkomiteemitgliedschaft in The 9th International SIGSOFT Symposium on Component-Based Software Engineering (CBSE 2006), 29.06.-01.07.2006, Västerås, Sweden
- Programmkomiteemitgliedschaft in 8th IFIP International Conference on Formal Methods for Open Object-Based Distributed Systems (FMOODS 2006), 14.06.-16.06.2006, Bologna, Italy
- Programmkomiteemitgliedschaft in 13th Annual IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems (ECBS 2006), 27.03.-30.03.2006, Potsdam, Germany
- Programmkomiteemitgliedschaft in Software Engineering 2006, 28.03.-31.03.2006, Leipzig, Germany

*Prof. Dr. Peter Sanders*

- Universität im Rathaus am 13. 06. 2006: Vortrag zum Thema "Schnelle und genaue Routenplanung"

*Prof. Dr. Dorothea Wagner:*

- Mitglied des Programmkomitees des 32nd International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG 2006)
- Mitglied des Programmkomitees der 33rd International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM 2007)
- Organisation des Kolloquiums zur Nomination für den GI-Dissertationspreis 2005
- Organisation der 7th POLNET Summer School on the Analysis of Political and

Managerial Networks, Universität Konstanz, 30.07.-04.08.2006

- Organisation des 14th International Symposium on Graph Drawing (GD 2006), Universität Karlsruhe, 18.09.-20.09.2006
- Co-PC chair der GD 2006

*PD Dr. Alexander Wolff:*

- Mitglied im Programmkomitee des 14th International Symposium on Graph Drawing (GD 2006)
- Mitglied im Programmkomitee des 17th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2006)

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- „Dank Informatik aus Karlsruhe“, 13. - 21. Oktober 2006, Rathaus, Karlsruhe: Ausstellung "Roboterhand mit Feingefühl"- die IPR-Schunk-Hand (IPR, Universität Karlsruhe und Firma Schunk in Lauffen)
- „Nacht der Informatik“, 14. Juli 2006, Friedrichsplatz, Karlsruhe
- Projekt "Kognition im Sport ": Posterpräsentation und Demo; Posterpräsentationen der medizinischen Projekte
- Alumni-Treffen 2006, 4.-5. November 2006, Audimax am Forum, Universität Karlsruhe: Projekt "Atraumatische funktionserhaltende Hochpräzisionschirurgie des humanen Felsenbeins"

### **5.3 Forschungsförderung**

Das Jahr 2006 gehört in der Geschichte der Fakultät zu den besonders erfolgreichen Jahren in der Einwerbung von Drittmitteln. Insgesamt wurden im Berichtsjahr 11,3 Millionen Drittmitteln eingeworben.

Darunter befanden sich 3,8 Mio. Euro Fördermittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), von denen allein 1,2 Mio. Euro auf die Sonderforschungsbereiche entfielen. Sehr erfolgreich waren die Mitglieder der Fakultät wieder bei der Einwerbung von Forschungsmitteln der Europäischen Union, hier waren es 3,3 Mio. Euro im Berichtsjahr. Die Fördermittel des Bundes erreichten eine Summe von 1,7 Mio. Euro. In der Zusammenarbeit mit der Industrie konnte 2006 wieder eine Steigerung erreicht werden: die eingeworbenen Industriemittel summieren sich auf 1,4 Mio. Euro. Vom Land Baden-Württemberg wurden Forschungsfördermittel in Höhe von 1,1 Mio. Euro beigesteuert.

Auf jede Forschungsgruppe (Professur) kommen im Jahr 2006 eingeworbene Fördermittel von durchschnittlich 420.000 Euro. Mit diesem Wert liegt die Karlsruher Fakultät im absoluten Spitzenfeld unter den deutschen Hochschulen, wie auch die Zahlen des DFG-Forschungsrankings bestätigen. Auf jeden landesfinanzierten Wissenschaftler der Fakultät entfallen rein rechnerisch eingeworbene Drittmittel für die Beschäftigung von zwei weiteren wissenschaftlichen Mitarbeitern.

### **Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)**

Im Berichtsjahr war die Fakultät an einem Sonderforschungsbereich der DFG sowie an zwei DFG-Graduiertenkollegs beteiligt. Dadurch konnten insgesamt 15 Wissenschaftlerstellen sowie eine Stelle für eine Verwaltungsangestellte finanziert werden.

Seit 1. Juli 2001 ist der Sonderforschungsbereich 588 *Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter* bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) etabliert. Mehr als 40 Wissenschaftler und dreizehn Forschungsinstitute sind an diesem der Fakultät für Informatik zugeordneten Sonderforschungsbereich beteiligt. Diese gehören den Fakultäten für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Maschinenbau und Sportwissenschaften sowie dem Forschungszentrum Karlsruhe, dem Forschungszentrum Informatik und der Fraunhofergesellschaft an. Initiator dieses Forschungsbereiches ist *Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*. Der Sonderforschungsbereich ist auf zwölf Jahre ausgelegt. Folgende Fakultätsmitglieder sind am SFB 588 beteiligt: *Dr. Tamim Asfour, Dr. Catherina Burghart, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann (Sprecher), Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Alfred Schmitt, Dr. Rainer Stiefelhagen, Prof. Dr. Alex Waibel, Prof. Dr. Heinz Wörn*.

Darüber hinaus ist Prof. Dr. Rüdiger Dillmann seit Beginn des Berichtsjahres an dem SFB TR28 "Kognitives Automobil" beteiligt, im Rahmen dessen weitere zwei Wissenschaftlerstellen gefördert werden.

### **Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)**

Im Mai 2005 startete das von der DFG eingerichtete Graduiertenkolleg 1126 „Intelligente Chirurgie – Entwicklung neuer computerbasierter Methoden für den Arbeitsplatz der Zukunft in der Weichteilchirurgie“. An diesem Kooperationsprojekt sind die Universität Heidelberg, die Universität Karlsruhe (TH) sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg beteiligt. Stellvertretender Sprecher und Sprecher der Universität Karlsruhe (TH) ist Prof. Dr.-Ing. Heinz Wörn. An der Universität Karlsruhe sind drei Institute der Informatik und eines der Elektrotechnik im GK1126 mit jeweils einem Projekt vertreten.

Ein weiteres Graduiertenkolleg, das GK 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke", wurde im April 2005 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligt und startete zu Beginn des Berichtsjahres mit 10 Graduierten. Sprecher des Graduiertenkollegs, an dem Wissenschaftler aus sechs Instituten der Fakultät für Informatik sowie der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik beteiligt sind, ist *Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck* (Institut für Technische Informatik).

### **International geförderte Programme**

Folgende Fakultätsmitglieder (*Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. Dr. Jacques Calmet, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Hans-Hellmut Nagel, Prof. Dr. Peter H. Schmitt, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Alex Waibel, Prof. Dr. Heinz Wörn*) beteiligten sich an EU-Projekten und EU-Programmen:

- ARRIVAL “Algorithms for Robust and on-line Railway optimization”
- CHIL (Computers in the Human Interaction Loop)
- COBIS
- CREEN (Critical Events in Evolving Networks)
- DELIS (Dynamically Evolving, Large Scale Information Systems)
- ESPRIT FET-OPEN Micron (Informationstechnologien)
- EU-Network of Excellence: EURON
- EU-Integrated Project: PACO+
- EU-Integrated Project: COGNIRON
- EU-Network of Excellence: CLAWAR
- EU-Projekt GIFT
- EU-Projekt InterLink
- GROWTH VIDOP(Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum)
- HIJA(High Integrity Java Applications)
- IP I-SWARM
- IST (Technologien der Informationsgesellschaft)
- Network of Excellence “High Performance Embedded Architectures and Compilation”  
HiPEAC
- RELATE
- SeCoQC (Development for a Global Network for Secure Communication base on  
Quantum Cryptography)
- SIMDAT
- STREP AccuRobAs
- TC-Star (Technology and Corpora for Speech to Speech Translation)

Im Jahr 2006 konnten 37 wissenschaftliche Mitarbeiter im Rahmen von Projekten, die zu den EU-Programmen gehören, gefördert werden. Folgende Hochschullehrer der Fakultät sind Koordinatoren von EU-Projekten:

- *Prof. Dr. Jacques Calmet*: GIFT (Global Integrability of Field Theories). Prof. Calmet ist Mitglied des “AgentLink Network of Excellence on Multi-agents”.
- *Prof. Dr. Alex Waibel*: IP-Projekt CHIL - Computers in the Human Interaction Loop (Integrated Project der Europäischen Kommission im 6. Forschungsrahmenprogramm); Ist-Projekt FAME - Facilitating Agent for Multicultural Exchange
- *Prof. Dr. Heinz Wörn* hat im Berichtsjahr sowohl im Projekt IP I-SWARM als auch im Projekt STREP AccuRobAs als Koordinator gewirkt . Darüber hinaus ist *Prof. Dr. Heinz Wörn* an weiteren internationalen Förderprogrammen wie NATO-Programmen, Austauschprogrammen des Deutschen Akademischen Austauschdienstes und am Programm IAR beteiligt.

## National geförderte Programme

Die Fakultät beteiligt sich in großem Maße auch an den durch die DFG, den Bund und das Land Baden-Württemberg geförderten Forschungsprogrammen. Durch DFG-geförderte Projekte konnten an der Fakultät im Berichtsjahr insgesamt 31 wissenschaftliche Mitarbeiterstellen finanziert werden.

### a) Forschungsförderung der DFG

An folgenden DFG-Schwerpunktprogrammen und Projekten der DFG waren im Jahr 2006 die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Dr. Thomas Fuhrmann, Prof. Dr. Uwe D, Hanebeck, Prof. Dr. Jörg Henkel, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Peter Sanders, Prof. Dr. Peter Schmitt, Prof. Dr. Dorothea Wagner, PD Dr. Alexander Wolff, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Martina Zitterbart* beteiligt:

- Aktionsplan Informatik (Emmy-Noether-Programm)
- Algorithmik großer und komplexer Netzwerke (Schwerpunktprogramm 1126)
- Analyse und Visualisierung sozialer Netzwerke (DFG-Projekt WA 654/13-2)
- CRYptographic Solutions To Achieve Long-term Security (CrySTALS)
- Formal Object-oriented Software Development: The Whole Picture (DFG-Projekt SCHM987/7-1)
- Geometrische Netzwerke und ihre Visualisierung (DFG-Projekt WO 758/4-2)
- Integrierter Deduktiver Software-Entwurf (DFG-Projekt SCHM987/6-4)
- Koordinatorfond SPP 1126: Koordination und Infrastruktur, Präsentation der Ergebnisse des SPP auf internationalen Workshops und Tagungen, Unterstützung einer Datenbank mit großen und komplexen Graphen (DFG-Projekt WA 654/14-1)
- MAMAS - Mobility-Aware Multicast for Ad-hoc Learning Groups in Self-organizing Networks
- Forschungsgruppe Palladio: "Verfahren und Werkzeuge zur systematischen Konstruktion komponentenbasierter Software-Architekturen" (Prof. Dr. Ralf Reussner)
- Schwerpunktprogramm 1140 "Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für vernetzte mobile Systeme"
- Schwerpunktprogramm 1183 "Organic Computing"
- Schwerpunktprogramm 1307 "Algorithm Engineering" (Einrichtung 2006 beschlossen; Koordinator: Prof. Dr. Peter Sanders)

### b) Bundesforschungsförderung

Fünf Mitglieder der Fakultät (*Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Martina Zitterbart*) waren im Berichtsjahr Projektnehmer von Projekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). 17 Mitarbeiterstellen wurden dadurch geschaffen bzw. weiterhin finanziert. An BMBF-Verbundprojekten waren 2006 beteiligt:

- *Prof. Dr. Hannes Hartenstein*: “Network-on-Wheels” (NOW)
- *Prof. Dr. Heinz Wörn*: Innerhalb der Schwerpunktprogramme des BMBF “Forschung für die Produktion von morgen” und “Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert” nahm er an den Verbundprojekten “Genesys” und “Lynkeus” teil.
- *Prof. Dr. Martina Zitterbart* war an den BMBF-Projekten ScaleNet und WIGWAM beteiligt, durch die insgesamt fünf Mitarbeiter gefördert werden konnten.
- *Prof. Dr. Gerhard Goos* war an den Projekten “MINT”, “QBench” (Projektträger: DLR) und “Waves” des BMBF als Koordinator beteiligt.

### **c) Landesforschungsförderung**

Durch das Land Baden-Württemberg wurden 2006 gefördert:

- das im Rahmen des Forschungsverbunds „Unternehmenssoftware“ initiierte Forschungsprojekt „CollaBaWü“
- das International Center for Advanced Communication Technologies “interACT” (Kooperation zwischen Universität Karlsruhe und Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA)
- das Projekt “Kontinuierliche Modelle der Quanteninformationsverarbeitung”
- das Projekt “Merkmalsextraktion im Zustandsraum großer Quantensysteme” (MexiQ)
- das Projekt ZeuS (Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen) im Rahmen des Förderprogramms Informationstechnik Baden-Württemberg (BW-FIT)
- das Projekt “SIMON”
- das Projekt “Spontane Virtuelle Netze” (SpoVNet)

Zehn Hochschullehrer der Fakultät (*Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. Dr. Klemens Böhm, Prof. Dr. Uwe Brinkschulte, Prof. Dr. Gerhard Goos, Dr. Markus Grassl, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Dr. Dominik Janzing, Prof. Dr. Peter Schmitt, Prof. Dr. Heinz Wörn und Prof. Dr. Martina Zitterbart*) waren in diesem Jahr in die Landesförderung einbezogen, aus deren Mitteln acht wissenschaftliche Mitarbeiterstellen finanziert werden konnten.

### **Gutachter für Fördereinrichtungen**

Folgende Mitglieder der Fakultät (*Prof. Dr. Jacques Calmet, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Dr. Martin Gaedke, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Peter Sanders, Prof. Dr. Peter Schmitt, Prof. Dr. Hartwig Steusloff, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Dr. Rob van Stee, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Martina Zitterbart*) waren im Jahr 2006 als Gutachter nationaler und internationaler Fördereinrichtungen tätig. Zu diesen Fördereinrichtungen gehörten:

- Alexander-von-Humboldt-Stiftung
- ARC (Australian Research Council)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Forschungs-offensive „Software Engineering 2006“

- Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- ESPSRC (Großbritannien, Engineering and Physical Sciences Research Grants)
- EU-Kommission (Research training networks NEST)
- Euroscience Open Forum 2006
- INTAS (EU, Russia research project)
- Israel Science Foundation
- Marsden Fund, Royal Society of New Zealand
- ProAmerican Association for the Advancement of Science
- Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
- Volkswagen-Stiftung.

### **Forschungskooperationen mit der Industrie**

Die Fakultät für Informatik blickt auf eine lange und erfolgreiche Zusammenarbeit mit Industriefirmen im Bereich der Forschung zurück. Auch 2006 lagen dieser Forschungsförderung viele Projekte zugrunde, in deren Rahmen 20 Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter geschaffen wurden.

Beteiligt waren die Forschungsbereiche von *Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. Dr. Jaques Calmet, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Gerhard Goos, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Prof. Dr. Peter Sanders, Dr. Walter Tichy, Prof. Dr. Heinz Wörn und Prof. Dr. Martina Zitterbart.*

- ABB Forschungszentrum, Ladenburg
- Aesculap, Tuttlingen
- Alcatel SEL AG
- AMK, Kirchheim-Teck
- ATM Vision, Pfullendorf
- Beecon GmbH, Karlsruhe
- Bundesanstalt für Wasserbau
- CAS, Karlsruhe
- Centres Suisse d'Électronique et de Microtechnique, Schweiz
- Daimler-Chrysler AG, Stuttgart
- Deutsche Telekom AG, Darmstadt
- GAS-Automation GmbH, St. Georgen, Schwarzwald
- Grentebach, Karlsruhe
- HarmannBecker, Karlsbad
- ifm-electronic, Meckenbeuren
- ISRA/RMV-Vision, Karlsruhe
- KDDI Corp. (Japan)
- Kuka Roboter GmbH, Augsburg
- Kuka Schweissanlagen GmbH, Augsburg



- Microsoft Deutschland GmbH, München
- Microsoft Research, Cambridge, UK
- MRK, Augsburg
- NEC Deutschland GmbH im Rahmen des BMBF-Projekts Network-on-Wheels
- NTT-DoCoMo EuroLabs
- Orto-Maquet GmbH & Co. KG, Rastatt
- PMD Technologies GmbH, Siegen
- PRÜFTECHNIK Alignment Systems GmbH, Ismaning
- PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe
- Reis Robotics, Obernburg
- Richard Wolf GmbH, Knittlingen
- SAP CEC, Karlsruhe
- SAP AG, Walldorf
- Schunk GmbH, Lauffen
- SH Automation, Karlsruhe
- Siemens AG, Karlsruhe
- Siemens AG, Berlin und München
- Siemens AG, ICN, München
- SIXT, Waldkirch
- Stryker-Leibinger, Freiburg
- Tecnomatix, Stuttgart
- VDMA, Frankfurt
- Vision Tools, Waghäusel
- Vitronic, Wiesbaden
- Weiss Robotik, Ludwigsburg
- Wild AG, Heidelberg
- Zeiss, Oberkochen
- 3Soft GmbH, Erlangen

## 5.4 Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien

### “Algorithmus der Woche”

Anlässlich des Wissenschaftsjahrs der Informatik 2006 hat der Fakultätentag die Initiative “Algorithmus der Woche” gestartet, die sich an Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe, aber natürlich auch an alle anderen interessierten Altersgruppen richtet. Im Rahmen des “Algorithmus der Woche” wurden 2006 wöchentlich Algorithmen vorgestellt, anhand derer interessante Charakteristika des Algorithmenentwurfs besonders gut demonstriert werden können. Frau Prof. Dr. Dorothea Wagner ist Mitglied der Auswahlkommission zu dieser Initiative. Die AG Wagner hat sich durch Begutachtung eingereicher Beiträge sowie an dem 23. Algorithmus der Woche über "Maximale Flüsse" beteiligt. Siehe <http://www-il.informatik.rwth-aachen.de/~algorithmus/>

### “SESAM” auf der CeBIT vom 09.-15.03.2006, Hannover

Die bisherigen Ergebnisse des Projekts SESAM wurden vom 9.-15. März 2006 auf der CeBIT am Stand des BMBF (Halle 9, Stand B40) präsentiert. Besucherinnen und Besucher konnten dort auf einer Modellwelt selbst ausprobieren, wie eine dezentrale Stromerzeugung durch Solarenergie, Brennstoffzellen u.ä. in einer Stadt aussehen kann, in der sich Stromerzeuger und -Verbraucher über das Internet koordinieren. Dazu wurden verschiedene Werkzeuge, etwa zur Tarif- und Verbrauchsoptimierung oder zum automatisierten Abschluss von Stromverträgen eingesetzt, die ebenfalls am Stand vorgeführt wurden.

*Was auf den ersten Blick aussieht wie eine Modelleisenbahn ist das im vergangenen Jahr erstmals auf der CeBIT präsentierte Modell des Virtuellen Kraftwerks.*



### “Humanoide Roboter” auf der CeBIT 2006

Darüber hinaus präsentierte der durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Sonderforschungsbereich 588 "Humanoide Roboter - Lernende und kooperierende multimodale Roboter" seine beiden Prototypen ARMAR-II und ARMAR-III. Erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt wurde als völlige Neuentwicklung ARMAR-III. Beide Systeme verfügen über menschenähnliche Oberkörper mit jeweils zwei Siebenachsarmen, Fünffingerhänden, einem Sensorkopf sowie flexiblen Hals- bzw. Torsoelementen. Die Oberkörper

nutzen mobile Plattformen als Fortbewegungssysteme, wobei ARMAR-II als älteres Modell auf einem Differentialantrieb aufsetzt. ARMAR-III besitzt einen Antrieb, der in alle Richtungen fahren und sich gleichzeitig drehen kann. Die Robotersysteme führten am Messestand ihre Fähigkeit, mit dem Menschen zu interagieren, vor. Wie der Roboter mit den Menschen kommunizieren kann, zeigen die Robotersysteme exemplarisch an Demonstrationen aus den Bereichen Spracherkennung, Sprachausgabe, Dialogführung, visuelle und akustische Benutzerverfolgung. Sie können gezeigte Gesten und Objekte erkennen sowie direkt mit dem Menschen in Kontakt treten, zum Beispiel bei der Übergabe von Gegenständen oder dem Führen des Roboters an der Hand.

Die momentan in der Grundlagenforschung untersuchten Roboterkonzepte und -komponenten werden vielleicht einmal älteren Menschen helfen, das Leben länger selbstständig zu meistern, oder in Bereichen eingesetzt werden, die für Menschen zu gefährlich, zu unangenehm oder gesundheitsschädlich sind.

### **AUTOMATICA, 16.-19. 05. 2006, München**

Die AUTOMATICA präsentiert ein internationales Angebot zu den Kernbereichen Montage- und Handhabungstechnik, Robotik, Industrielle Bildverarbeitung und dazugehörige Technologien. Mit einem Gemeinschaftsstand „Innovationsplattform Servicerobotik“ - waren auf der AUTOMATICA 2006 der Sonderforschungsbereich 588 von Prof. Dr. R. Dillmann und die Arbeitsgruppe „IPR-Schunk-Hand“ von Prof. Dr. H. Wörn vertreten.

Der im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 588 als Demonstrator entwickelte humanoide Roboter ARMAR III erregte auf der „SERVICE ROBOTS INNOVATION PLATFORM – Sonderschau“ wieder die Aufmerksamkeit des Publikums. Auch Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber reagierte mit großem Interesse auf den Auftritt des humanoiden Roboters. ARMAR III, der komplett neu gebaut wurde, zeigte sich mit neuem Aussehen und einer neuen Mechanik sowie einer weiterentwickelten Sprach- und Gestenerkennung und demonstrierte eine optimierte Objekterkennung.

Das IPR führte die weltweit erste industrietaugliche Mehrfingerhand für komplexe Manipulationsaufgaben dem interessierten Fachpublikum vor. Die Hand besteht aus drei konzentrisch angeordneten Fingern mit je zwei Gelenken. Als erste ihrer Art verfügt sie über eine integrierte hochauflösende taktile Sensorik auf resistiver Basis, mit der das Kontaktkraftprofil beim Greifen von Gegenständen präzise vermessen wird. Eine ausgeklügelte Software setzt dabei die Steuerungsvorgaben von einer übergeordneten Leitsteuerung und das erfasste Druckprofil auf der Handinnenfläche in Bewegungsbahnen der einzelnen Finger um. Da die Fingerposition kontinuierlich an die Objektgeometrie angepaßt wird, kann die Hand nicht nur feste, sondern auch nachgiebige Objekte sicher greifen.

### **"RFID im Mittelstand" (RIM 2006) am 07. 04. 2006 im FZI**

Der Anwendertag „RFID im Mittelstand“ (RIM) im April des Berichtsjahres richtete sich an Führungskräfte sowie Organisations- und Strategieverantwortliche aus den Bereichen Produktion, Logistik oder Qualitätssicherung in kleineren und mittleren Unternehmen, die

eigene Pilotprojekte planen, erprobte Lösungen in der Breite einsetzen wollen oder sich über den aktuellen Stand der Entwicklung von RFID-basierten Lösungen informieren möchten. Die Radio Frequency Identification (RFID) verspricht nicht nur, bisherige Technologien wie beispielsweise den Barcode zu ergänzen oder abzulösen – das erhoffte Potential geht weit darüber hinaus. RFID ermöglicht eine schnelle und automatische Datenerfassung mittels Radiowellen. Mit Hilfe dieser Technologie ergeben sich gänzlich neue Möglichkeiten der Prozessoptimierung, insbesondere in den Bereichen Logistik, Materialverwaltung, Service und Identifikation.

Die Implementierung RFID-basierter Systeme stellt kleine und mittlere Unternehmen vor eine große Herausforderung. Eine objektive Einschätzung der aktuellen Marktsituation wird insbesondere durch die große Anzahl von Veröffentlichungen, unterschiedlichen Meinungen und Prognosen über das Potential und den praktischen Nutzen des RFID-Einsatzes erschwert.

#### **Midvision 2006 vom 21.-22. Juni 2006, Karlsruhe**

#### **EC IST Event vom 21.-23. November 2006, Helsinki**

Das TecO präsentierte auf beiden Messen die Einbettung von miniaturisierter Sensor- und Kommunikationselektronik in Güter, Werkzeuge und Umgebungen. Am Beispiel eines Anwendungsfalles zum Arbeitsschutz in der chemischen Industrie wurde demonstriert, wie solche smarten Gegenstände kollaborativ Arbeitsabläufe erfassen können, Gefahrensituationen erkennen und entsprechende Warnungen direkt vor Ort ausgeben können.

#### **Das "13th International Camp on Communication & Computers", ICC 2006**

Das Studienzentrum für Sehgeschädigte war in diesem Jahr federführend für das "13th International Camp on Communication & Computers" verantwortlich. Seit dem Jahr 2000 fand diese weltweit einzigartige Veranstaltung erstmals wieder in Deutschland statt.

Vom 5.-19. August 2006 trafen sich ca. 180 blinde und sehbehinderte Jugendliche einschließlich Betreuern, Technikern und Sozialarbeitern aus über 20 Ländern in der Brandenburgischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Königs Wusterhausen bei Berlin. In getrennten Altersgruppen (15-17 Jahre und 18-20 Jahre) nahmen sie jeweils eine Woche an Workshops zu Themen wie "Internet", "E-mailing", "Tactile Technology", "Word Processing", "Linux", "Studying in Europe", "Presentation Technics", "Communication" gepaart mit Kultur- und Freizeitprogrammen teil.

Näheres unter <http://www.icc-camp.info/> und <http://www.szs.uni-karlsruhe.de>

#### **IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 3.-6. September, Heidelberg**

Vom 3. bis zum 6. September 2006 fand unter Leitung von Prof. Hanebeck (Universität Karlsruhe (TH)) mit Unterstützung von Prof. Luo (National Chung Cheng University), Prof. Dillmann (Universität Karlsruhe (TH)), Prof. Ikeuchi (The University of Tokyo) und Prof. Diehl (Universität Heidelberg) die „IEEE International Conference on Multisensor

Fusion and Integration for Intelligent Systems“ in der Print-Media-Academy in Heidelberg statt. Traditionell wechselt der Veranstaltungsort dieser Konferenz seit 1994 zwischen den USA, Deutschland und Japan. Ziel der diesjährigen Veranstaltung war es, aktuelle Ergebnisse und Trends aus dem Bereich der Multisensordatenfusion und -integration zu präsentieren. Im Vordergrund standen Themengebiete wie probabilistische Methoden zur Informationsverarbeitung, Sensornetzwerke, mobile Roboter, SLAM (Simultane Lokalisierung und Kartographierung) sowie Bildverarbeitung, Lokalisierung und Tracking.

Als Programmkoordinator war es die Aufgabe von Prof. Henderson (University of Utah), aus den insgesamt 126 eingereichten wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Bereichen der Multisensordatenfusion und -integration geeignete Beiträge auszuwählen. Von den eingereichten Arbeiten wurden nach einem sorgfältigen Auswahlprozess durch ein internationales Programmkomitee letztlich 96 qualitativ hochwertige Beiträge akzeptiert, was einer Akzeptanzrate von 75% entspricht.

Neben der Präsentation wissenschaftlicher Beiträge wurden an jedem Veranstaltungstag der Konferenz Plenarvorträge gehalten. Dafür konnten mit Belur Dasarathy, dem Chefredakteur des „International Journal of Information Fusion“, Ernst-Dieter Dickmanns von der Universität der Bundeswehr München und Jerry Mendel von der University of Southern California, drei hochkarätige Wissenschaftler gewonnen werden, die einen detaillierten Einblick in ihre derzeitigen Forschungsaktivitäten gaben.

Am Sonntag vor der Konferenz fanden 6 Tutorien in kleinen Gruppen von je etwa 25 Teilnehmern statt. Diese Tutorien wurden von international anerkannten Wissenschaftlern aus dem Bereich der Sensordaten- und Informationsfusion organisiert. Ein weiteres Highlight der Konferenz waren die von Prof. Beyerer (Universität Karlsruhe (TH)) und Prof. Puente León (TU München) organisierten „Special Sessions“, in denen neueste Ergebnisse zu unterschiedlichen Forschungsbereichen vorgestellt wurden.

Als Besonderheit wurde im Rahmen der Konferenz zusätzlich ein Forum für die Industrie in Form einer „Industry Session“ geschaffen. Darin hatten ausgewählte Firmen wie SAP AG, TeleRob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH und Lockheed Martin Corporation die Möglichkeit, sowohl Vorträge zu aktuellen Forschungsarbeiten zu halten als auch ihre Produkte vorzustellen.

Einer Gruppe von 20 ausgewählten Studenten der Fakultät für Informatik wurde ein kostenfreier Besuch der Konferenz ermöglicht. Dies beinhaltete die Teilnahme an den Tutorien und den Vorträgen während der gesamten Konferenzdauer. Hierdurch hatten diese Studenten die einzigartige Möglichkeit, schon während des Studiums in internationale wissenschaftliche Forschungsarbeiten hineinzuschnuppern. Dies kam vor allem der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses zugute.

Die hohe Teilnehmerzahl, das internationale Publikum und der gewachsene Anteil internationaler Autoren haben bewiesen, dass das Interesse an dem Thema Multisensordatenfusion und -integration stetig wächst.

Die "IEEE International Conference on Multi-sensor Fusion and Integration for Intelligent Systems" fand Anfang September unter Leitung von Prof. Dr. U. D. Hanebeck statt.



### **Forschung mit Ecken und Kanten: Internationales Symposium über Graphenzeichnen vom 18.-20. September 2006 erstmals in Karlsruhe**

Mitte September trafen sich 110 Wissenschaftler aus aller Welt im Audimax zum dreitägigen "14th International Symposium on Graph Drawing", kurz GD '06. 42 Referenten stellten ihre Arbeiten zu den neuesten Algorithmen und Methoden zur Visualisierung von Graphen vor. Diese waren von einer Jury aus 100 Einreichungen ausgewählt worden.

Unter einem Graphen wird dabei nicht die Darstellung einer Funktion in einem Schaubild verstanden, wie sie etwa aus dem Mathematikunterricht bekannt ist, sondern eine kombinatorische Struktur von Objekten - Knoten oder Ecken genannt -, zwischen denen als Kanten bezeichnete Verbindungen existieren. Das Zeichnen von Graphen verknüpft die theoretische Informatik mit praktischen Anwendungen, da einerseits rein algorithmische Probleme auftreten, andererseits aber auch komplexe Abbildungen wie Landkarten, soziale Netzwerke oder U-Bahn-Pläne als Graphen modelliert und entsprechend dargestellt werden können. Am Montagabend fand im Anschluss an das Vortragsprogramm eine Präsentation von einschlägigen Softwareprogrammen statt. Bei einem zeitgleich ausgetragenen Wettbewerb konnten sich Studenten der Fridericiana mit Teilnehmern der Konferenz im Graphenzeichnen messen.



*Graphenzeichnen verbindet die theoretische Informatik mit praktischen Anwendungen – und war im September ein beliebtes Wettbewerbsthema auf der GD '06.*

## **“Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT 2006)” an der Universität Karlsruhe**

Im September 2006 richtete das Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik (IPR) den internationalen Workshop CSIT 2006 aus. Dieser jährlich stattfindende Workshop bietet ein Forum für die Präsentation neuer Entwicklungen und Ergebnisse im Bereich der Informatik. Als Schwerpunkte der CSIT 2006 wurden Sensor-Aktor-Netzwerke und Entwicklungen im Bereich der Robotik gewählt.

Zu dem Workshop konnte in Karlsruhe Professor Wörn rund 60 Teilnehmer und Teilnehmerinnen aus Russland, den osteuropäischen Ländern und Deutschland willkommen heißen. Besonders hervorzuheben sind unter den Gästen aus Russland Herr V. Ananov vom Bildungsministerium der Russischen Föderation, der Rektor der Ufa State Aviation Technical University Prof. Guzairov, sowie der Prorektor für Forschung Prof. Badamshin und die Dekanin der Fakultät für Informatik Prof. Yusupova aus Ufa. Die Gäste wurden ebenfalls von Prorektor Prof. Becker und der Dekanin Frau Prof. Zitterbart von der Universität Karlsruhe begrüßt.

Einen Höhepunkt stellten die Vorträge von eingeladenen Referenten aus der Industrie dar. Es konnten Herr Dr. Kurth von der Fa. KUKA, Herr Dr. Simons von der Fa. SCHUNK und Herr Dr. Ortmaier von der DLR für Vorträge gewonnen werden. Zum Stand der Forschung referierten die Professoren Dillmann, Hanebeck und Böhm.

Neben den im Vorfeld geprüften Vorträgen hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Rahmen des Workshops Gelegenheit, Kontakte zu knüpfen und zu pflegen. Der Workshop wurde mit einem Dinner und einer Exkursion nach Heidelberg abgerundet.

## **„Hieroglyphen, Enigma, RSA - Eine Geschichte der Kryptographie“**

Für das Kolloquium "Hieroglyphen, Enigma, RSA - Eine Geschichte der Kryptographie" am 17. Oktober 2006 konnte mit Herrn Klaus Kopacz ein ausgewiesener Experte für historische Chiffriermaschinen als Gastredner gewonnen werden. Zunächst gab Herr Müller-Quade eine historische Einführung, beginnend bei den Hieroglyphen bis zur modernen Kryptographie. Der Schwerpunkt des anschließenden Vortrags von Herrn Kopacz waren



*Ausstellung privater Sammlerstücke: Hier die "Wasserleiche einer Hitlermühle", die nach etwa 50 Jahren im Wasser in den letzten Jahren geborgen wurde.*

historische Verschlüsselungsmaschinen, insbesondere stellte er die vielen Varianten der Enigma vor, die im zweiten Weltkrieg eine wichtige Rolle spielte.

Nach den Vorträgen konnten die Besucher in den Räumen des IAKS eine beeindruckende Ausstellung von historischen Maschinen aus nächster Nähe betrachten. Die zum Teil sehr wertvollen Stücke stammen mehrheitlich aus Privatbesitz und können normalerweise nicht besichtigt werden. Besonders bedanken möchten wir uns bei Herrn Kopacz sowie dem ehemaligen Mitarbeiter der ATIS Herrn Karl, dass sie ihre wertvollen Sammlerstücke zur Verfügung gestellt haben.

### **Gründungstreffen der GI-Fachgruppe „Software-Architektur“ in Karlsruhe**

Am 12. und 13. Oktober 2006 fand an der Karlsruher Fakultät für Informatik das Gründungstreffen der GI-Fachgruppe „Software-Architektur“ statt. Die Fachgruppe Software-Architektur ist ein Teil des Fachbereiches Softwaretechnik der Gesellschaft für Informatik (GI e.V.) und entstand aus dem gleichnamigen Arbeitskreis mit dem Ziel, dauerhaft eine Austauschplattform für alle Themen mit Bezug zu Software-Architektur für alle Interessierten anzubieten. Mehr als 60 Teilnehmer besuchten die Veranstaltung, in deren Rahmen zugleich vier GI-Arbeitskreise (Modellgetriebene Software-Entwicklung, Service-orientierte Architekturen, Handbuch der Software-Architektur und Software-Architekturen und Entwurfsmuster) gegründet wurden. Prof. Dr. Ralf Reussner wurde zum Sprecher des Leitungsgremiums der neuen GI-Fachgruppe gewählt.



## Informatik-Kolloquien

### Wintersemester 2005/2006

- 16.01.2006 Rekonstruktion von Sprachstammbäumen  
Dr. rer. nat. Alexander Wolff, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Theoretische Informatik, Universität Karlsruhe
- 23.01.2005 Selfish Routing and the Price of Anarchy: A Look Forward, an a Look Back  
Prof. Dr. Andreas S. Schulz, MIT – Massachusetts Institute of Technology/ETH Zürich – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
- 23.01.2006 The Application of Virtual Machine Technology to Peta-scale Systems  
Dr. Chris Vick, SUN Microsystems Laboratories, California, USA
- 30.01.2006 Learning in Neurons and Robots  
Prof. Dr. Florentin Wörgötter, Computational Neuroscience, University of Göttingen
- 06.02.2006 Gestaltung von multimodalen Mensch-Maschine-Schnittstellen für Multi-robotersysteme  
Prof. Dr.-Ing. Christopher Schlick, Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen
- 13.02.2006 Semesterkolloquium

### Sommersemester 2006

- 24.04.2006 Reliable and Efficient Geometric Computing  
Prof. Dr. Kurt Mehlhorn, Direktor des Max-Planck-Instituts für Informatik/  
Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft in Saarbrücken
- 08.05.2006 Exakte Kreuzungsminimierung für Graphen  
Prof. Dr. Petra Mutzel, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik
- 15.05.2006 Optimierte Routenplanung in Verkehr und Logistik  
Prof. Dr. Rolf Möhring, TU Berlin, Fachbereich Mathematik
- 29.05.2006 Datenschutz beim Ubiquitous Computing – Aufgabe des Rechts?  
(Antrittsvorlesung)  
Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling, Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR), Institut für Informationsrecht, Universität Karlsruhe (TH)
- 12.06.2006 Problem-Sensitive Response Generation in Human-Computer Dialogs  
Prof. Dr. Mari Ostendorf, Professor of Electrical Engineering, University of Washington, Visiting Professor, University of Karlsruhe
- 19.06.2006 Morphological computation – connecting brain, body, and environment  
Prof. Dr. sc. techn. Rolf Pfeifer, Director, Artificial Intelligence Laboratory, Dept. of Informatics, University of Zurich
- 26.06.2006 A geometry-sensitive analysis of geometric algorithms  
Prof. Dr. Mark de Berg, Department of Mathematics and Computing Science, TU Eindhoven

- 03.07.2006 Scheduling in Dynamic Networks: Theory and Experiments  
Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Heinz-Nixdorf-Institute & Computer Science Department, University Paderborn
- 10.07.2006 Software-Architektur und Software-Komponenten: Schritte zu einer ingenieurmäßigen Software-Entwicklung (Antrittsvorlesung)  
Prof. Dr. Ralf Reussner, Lehrstuhl Software-Design und -Qualität, Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD) der Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH)
- 17.07.2006 Minimum-Cost Coverage of Point Sets by Disks  
Prof. Dr. Sándor Fekete, Institut für Mathematische Optimierung, TU Braunschweig
- 18.07.2006 Lernen von Kausalstrukturen anhand statischer Daten (Sonderkolloquium)  
Dr. Dominik Janzing, Wiss. Mitarbeiter am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme (IAKS), Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH)
- 24.07.2006 Algorithmische Tricks – nicht nur für geometrische Standortprobleme (Antrittsvorlesung)  
PD Dr. rer. nat. Alexander Wolff, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Theoretische Informatik, Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH)

### **Wintersemester 2006/2007**

- 23.10.2006 Kombinatorische Algorithmen für Scheduling- und Packungsprobleme  
Dr. Rob van Stee, Wiss. Angestellter am Institut für Theoretische Informatik, Algorithmik II (Lehrstuhl Prof. Sanders), Universität Karlsruhe (TH)
- 06.11.2006 The Self-Aware Robot and the success of Mirror Image Cognition  
Prof. Dr. Junichi Takeno, Maiji University
- 13.11.2006 Concepts of Self-Adaptive Networked Embedded Systems  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich, Lehrstuhl für Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- 27.11.2006 Synchronization Driven Dynamic Speed Scaling for Multiprocessor Systems-on-Chip  
Prof. Massimo Poncino, Department of Control and Computer Engineering, Politecnico di Torino
- 11.12.2006 The CELL Microprocessor  
Dr. Silvia Melitta Müller, STSM, Microprocessor Development, IBM Böblingen, Germany

## **MoDe - "Montags-Demo"**

Die Vortragsreihe MoDe will einerseits das Bewusstsein für die Probleme Sehgeschädigter fördern, andererseits auch der interdisziplinären Diskussion an der Fridericiana dienen und den Wissens- und Forschungstransfer fördern. Jeweils an vier Montagen im Semester referieren Wissenschaftler, Praktiker und Betroffene rund um das Thema "Sehen".

Folgende Vorträge wurden im Jahr 2006 präsentiert:

- 09.01.2006 "Blinden- und Sehbehindertenpädagoge/-in - wie werde ich das?"  
Prof. Dr. Frank-K. Krug - Blinden- und Sehbehindertenpädagogik,  
Fakultät I, Pädagogische Hochschule Heidelberg
- 13.02.2006 "DAISY - die clevere Art zu lesen"  
Dr. Thomas Kahlisch - Deutsche Zentralbücherei für Blinde, Leipzig  
(DZB)
- 16.05.2006 "Neuere Entwicklungen und Zukunftsperspektiven in der Augenheilkunde"  
Prof. Dr. Wolfgang Lieb - Direktor der Augenklinik, St. Vincentius-  
Kliniken, gAG Karlsruhe
- 12.06.2006 "Accessibility in Windows Vista"  
Norman Heydenreich - Director Government Relations Microsoft  
Deutschland GmbH
- 03.07.2006 "Blinde Akademiker in den USA - Überblick und persönliche  
Erfahrungen"  
Hadi Bargi Rangin - University of Illinois at Urbana/Champaign
- 06.11.2006 "Tag it - Schnelles Auffinden mit RFID"  
Hansjörg Lienert - Informationsmanagement GbR, Marburg
- 11.12.2006 "ECDL - Der Europäische Computer Führerschein"  
Andrea Gaal - Universität Karlsruhe (TH), Studienzentrum für  
Sehgeschädigte (SZS)

Die Reihe wird in den kommenden Semestern fortgeführt.

## 5.5 Internationale Gäste und Gastwissenschaftler an der Fakultät

*Abate, Pietro, Dr.*

Australian National University, Canberra, Australien, 14.12.-15.12.06

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Badamshin, Rustam, Prof.*

Staatliche Flugtechnische Universität Ufa, Russland, 24.09.-02.10.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Bojkov, Dimitar, Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 10.07.-30.07.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Dai, Bin, Dr.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 06.06.-30.11.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Dimitrova, Virginia, Assist. Prof. Ing.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 19.06.-25.06.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*González Vasco, María Isabel, Dr.*

Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, Spanien, 11.06.-23.06.2006

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Goranova, Mariana, Assoc. Prof. Dr.-Ing.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 19.06.-09.07.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Guzairov, Murat, Prof.*

Staatliche Flugtechnische Universität Ufa, Russland, 26.09.-02.10.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Hardalov, Chavdar Momchilov, Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 24.07.-28.07.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Iwaki, Satoshi, Ph.D.*

NTT Cyber Solution Laboratories, NTT Corporation, Tokio, Japan, 20.03.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Jetchev, Dimitar, Ass. Prof. Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.05.-18.06.2006

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Jianzhong, Shang, Prof.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 12.08.-14.08.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Kobourov, Stephen, Prof.*

University of Arizona, Tucson, AZ, USA, 27.06.-03.07.2006

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Lowe, David, Prof.*

University of Technology, Sydney, Australien, 29.05.-02.06.06

Gast am Institut für Telematik

*Meiping, Wu, Prof.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 12.08.-14.08.06

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Mihalev, Mihail Stoyanov, Dipl.-Phys.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 24.07.-28.07.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Nikolov, Tashko, Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 10.07.-30.07.06

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Nishio, Hidenosuke, Prof. Dr.*

Universität Kyoto, Japan, 02.10.-08.12.06

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Shaofang, Lu, Dr.*

Department of Control Theory and Engineering College of Communications Engineering,  
Jilin University, Changchun. China, 01.03.06 - 01.03.07

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Shin, Chan-Su, Prof.*

Hankuk University, Seoul, Korea, 04.08-13.08.2006

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Steinwandt, Rainer, Dr. (Associate Professor)*

Florida Atlantic University, Center for Cryptology and Information Security, USA, 11.06.-  
23.06.2006

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Tsenov, Aleksandar, Assist. Prof. Ph.D.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische  
Universität Sofia, Bulgarien, 10.04.-30.04.2006

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Uno, Takeaki, Prof.*

National Institute of Informatics, Tokyo, Japan, 24.05.-26.05.06

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Wei, Wang, Prof.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 12.08.-14.08.06

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Xiaoping, Hu, Prof.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 12.08.-14.08.06

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Yongmin, Yang, Prof.*

National University of Defense Technology Changsha, China, 12.08.-14.08.06

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Yussupova, Nafissa, Prof.*

Staatliche Flugtechnische Universität Ufa, Russland, 24.09.-02.10.06

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik