

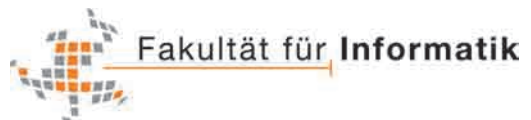


Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

## **Jahresbericht der Fakultät für Informatik**

und der mit ihr verbundenen Informatikeinrichtungen

**2007**







Universität Karlsruhe (TH)

Forschungsuniversität • gegründet 1825

# Jahresbericht der Fakultät für Informatik

und der mit ihr verbundenen Informatikeinrichtungen

## 2007

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/>



Fakultät für Informatik

## **Impressum**

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

ISSN: 0934-7267

Redaktion: Silke Natzeck, Wilhelm Denz

Layout/  
Techn. Support: Silke Natzeck, Axel Fischer  
Thomas Griesbaum

Druck: Druck + Verlagsgesellschaft Südwest mbH, Karlsruhe

Bildnachweis: Fakultät für Informatik

## Vorwort

Die Vorlage von Jahresberichten wird immer wieder infrage gestellt: Ist der (beträchtliche) Aufwand ihrer Erstellung gerechtfertigt, insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass im Netz so gut wie alle darin enthaltenen Informationen gefunden werden können? Unsere Fakultät hat sich wieder entschieden, einen geschlossenen Band herauszugeben. Sicherlich spielt dabei auch die Tradition eine Rolle, ist doch der vorliegende der 38. in dieser Reihe, aber stärker ins Gewicht für diese Entscheidung fiel der Wunsch, in komprimierter Weise ein möglichst umfassendes Bild von Forschung und Lehre zu präsentieren. Dabei stehen Großprojekte neben sehr speziellen Ansätzen, macht doch gerade die Vielfalt der Arbeiten, hinsichtlich Umfang und Inhalt, unseres Erachtens die Stärke der Fakultät aus.

Lassen Sie sich dazu verleiten, in diesem Sammelband zu blättern; vielleicht ergeben sich Hinweise auf mögliche gemeinsam interessierende Themen oder Anreize, Probleme, deren Behandlung Sie schon immer gern in Angriff genommen hätten, Mitgliedern der Fakultät zu unterbreiten.

Der vorliegende Jahresbericht ist offenkundig das Werk vieler, nicht nur im Hinblick auf die darin aufgeführten Ergebnisse in Forschung und Lehre, sondern auch hinsichtlich seines Entstehens und seiner Gestaltung. Allen involvierten Personen sei herzlich gedankt, für letzteres insbesondere Frau Natzeck und Herrn Dr. Denz, der darüber hinaus als Geschäftsführer der Fakultät (schon seit vielen Jahren) einen wichtigen Beitrag zu ihrem Erscheinungsbild leistet.



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	15
<b>2</b>	<b>Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2007</b>	17
2.1	Rankings - Karlsruher Informatikfakultät behauptet Spitzenpositionen	18
2.2	Besondere Auszeichnungen und Preise	19
	■ Verleihung der Ehrendoktorwürde an Professor Gerhard Krüger	19
	■ Verleihung der GI-Ehrenmitgliedschaft an Professor Gerhard Krüger	21
2.3	Veranstaltungshöhepunkte 2007	22
	■ Das Semesterkolloquium am 05. Februar 2007	22
	■ Der Tag der Informatik am 20. Juli 2007	25
	■ Festakt 10 Jahre Informationswirtschaft	29
	■ Sonderkolloquium "Software Engineering" am 3. August 2007	30
	■ Die 35-Jahr-Feier der Fakultät für Informatik am 15./16. November 2007	31
	■ Zeitreise in die Anfänge der Informatik-Forschung: Sonderkolloquien beleuchteten die Entwicklung der Informatik als Wissenschaftsdisziplin in Deutschland	34
	■ 20 Jahre Studium für Blinde und Sehbehinderte an der Universität Karlsruhe (TH)	36
2.4	Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium	37
2.5	Rufe und Berufungen	38
2.6	Ehrungen und Preise	38
2.7	Habilitationen und Promotionen	41
<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	80
	■ Institut für Betriebs- und Dialogsysteme	102
	■ Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation	121
	■ Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik	158
	■ Institut für Telematik	186

■ Institut für Technische Informatik	218	
■ Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR)		
– Institut für Informationsrecht	269	
3.2	Angegliederte, verbundene und kooperierende Einrichtungen	281
3.2.1	Angegliederte Einrichtungen	282
■ Interfakultatives Institut für Entrepreneurship	282	
■ Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS)	285	
3.2.2	Mit der Fakultät verbundene Einrichtungen	288
■ Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”	288	
■ Graduiertenkolleg 1126 “Intelligente Chirurgie”	290	
■ Sonderforschungsbereich 588: Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter	292	
■ Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)	293	
■ Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik	294	
■ Freundeskreis Informatik (FFI)	295	
3.2.3	Kooperierende Informatikeinrichtungen in der Universität	297
■ Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren	297	
■ Graduiertenkolleg Informationswirtschaft und Market Engineering	304	
3.3	Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte	305
■ Dekanat	306	
■ Fakultätsgeschäftsführung	307	
■ Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI)	309	
■ Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)	311	
■ Fachbibliothek Informatik	315	
<b>4</b>	<b>Die Lehre im Jahr 2007</b>	<b>317</b>
4.1	Das Studium der Informatik in Karlsruhe	318
4.1.1	Diplomstudiengang Informatik	319
4.2	Das Studium der Informationswirtschaft	322
4.2.1	Diplomstudiengang Informationswirtschaft	322
4.2.2	Bachelorstudiengang Informationswirtschaft	323
4.2.3	Masterstudiengang Informationswirtschaft	325
4.3	Aufbaustudium Informatik	326
4.4	Das Lehrangebot im Jahr 2007	327
4.4.1	Lehrbeauftragte	327
4.4.2	Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik	330



4.5	Studienbegleitende Statistik	348
4.5.1	Ergebnisse im Studiengang Informatik	348
	■ Studienergebnisse im Vordiplom	348
	■ Studienergebnisse im Hauptdiplom	349
4.5.2	Ergebnisse im Studiengang Informationswirtschaft (Diplom)	350
	■ Studienergebnisse im Vordiplom	350
	■ Studienergebnisse im Hauptdiplom	351
	■ Studierende an der Fakultät für Informatik	353
<b>5</b>	<b>Ein Blick in die Arbeit der Fakultät</b>	355
5.1	Mitwirkung in Körperschaften	356
5.2	Wissenschaftliche Präsentation	360
5.3	Forschungsförderung	367
5.4	Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien	373
	■ Konferenzen, Workshops, Meetings und Foren	373
	■ Informatik-Kolloquien	379
	■ MoDe – „Montags-Demo“	381
5.5	Internationale Gäste und Gastwissenschaftler	382



# **Die Fakultät für Informatik**

## **1.1 Entwicklung und Überblick**

2007 war für unsere Fakultät gekennzeichnet durch die Beschäftigung mit ihrer Geschichte und durch die auf die Zukunft ausgerichteten Berufungen insbesondere auf die im Rahmen der Exzellenzinitiative hinzukommenden Positionen.

Der erste „Geburtstag“ war der des Studiengangs Informationswirtschaft, dessen zehnte Wiederkehr mit einem Festakt im Juni begangen wurde. Dieser Studiengang ist einzigartig in Deutschland; er hat eine andere Zielsetzung als die (zahlreichen) Studiengänge der Wirtschaftsinformatik. Die Nachfrage liegt konstant auf einem hohen Niveau. Auch für unsere Fakultät stellt er eine Besonderheit dar, wird er doch gemeinsam mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften angeboten. Wesentliche Beiträge zu ihm werden von dem in unserer Fakultät beheimateten Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft erbracht. Er ist bereits als konsekutiver Bachelor-/Masterstudiengang eingerichtet und inzwischen durch ASIIN akkreditiert. Die ersten Bachelor-Absolventen konnten bereits verabschiedet werden.

35 Jahre alt wurde 2007 unsere Fakultät und ist damit die älteste Informatikfakultät Deutschlands. Mitte November wurde das Ereignis mit einer zweitägigen Feier gewürdigt. Einzelheiten dazu können Sie dem vorliegenden Bericht entnehmen. Der Geburtstag wurde nicht als Einschnitt aufgefasst, vielmehr bot er Gelegenheit, auf die Entwicklung einzugehen und die Kontinuität im Streben der Fakultät nach einer ausgewogenen Mischung aus grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung und Lehre aufzuzeigen. Dass dabei einige Schwerpunkte verlagert wurden und werden, ergibt sich aus der Entwicklung der Wissenschaft und dem gerade in den letzten Jahren starken Wechsel von Personen.

Im Sommersemester 2007 wurde der geschichtliche Rückblick durch eine Kolloquiumreihe zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland eingeleitet. Herr Ministerialrat a. D. Prof. Dr. Reuse, der als Verantwortlicher für die Forschungsförderung in den zuständigen Bundesministerien, einen hervorragenden Überblick über das Thema hatte, referierte und bezog herausragende Informatikvertreter in die Kolloquien ein.

„20 Jahre Studium für Blinde und Sehbehinderte an der Universität Karlsruhe (TH)“ war das Motto einer weiteren Geburtstagsfeier. Das Studienzentrum für Sehgeschädigte an unserer Fakultät war über die Jahre sehr erfolgreich bei der Unterstützung entsprechender Studierender aller Fachrichtungen durch Computer und andere aus der Informatik hervorgegangene Hilfsmittel. Aber auch in praktischen und psychologischen Fragen gewährte es Beistand.

Es mag auf den ersten Blick verwundern, im Jahr 2007 die Entwicklung im Personalbereich hervorzuheben, war die Fakultät doch nur mit einer Berufung erfolgreich: Es ge-

lang, Frau Prof. Dr. Tanja Schultz von der Carnegie Mellon University als Universitätsprofessorin für Kognitive Systeme am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme (IAKS) zu gewinnen. Es wurden jedoch zwei der bereits 2006 durch Mittel des MWK, der Klaus Tschira-Stiftung und der Firmen init und ptv geschaffene Nachwuchsgruppen etabliert, wobei die Leitung für die Arbeitsgruppe Hu.MAn von Frau Dr.-Ing. Annika Wörner und die für die Gruppe „Verkehrstelematik“ von Herrn Dr. Jérôme Härrı übernommen wurde. Die Leiterstelle der Gruppe „Anwendungsorientierte formale Verifikationsverfahren“ wurde in eine W2-Professur mit Tenure Track umgewandelt und ausgeschrieben. Weitere sechs Professuren und eine Forschergruppe konnten für die Fakultät im Rahmen der Exzellenzinitiative innerhalb der Universität eingeworben werden.

Es war und ist unumstrittene Vorgehensweise der Universitätsleitung, die zusätzlich verfügbaren Mittel nicht zu „verteilen“, sondern im konkurrierenden Antragsverfahren zu vergeben. Kolleginnen und Kollegen unserer Fakultät waren, z. T. unter Mitwirkung von Kollegen der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik und der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, in dem erwähnten Umfang mit ihren Anträgen erfolgreich. Mit Ausnahme der Stelle des Leiters der Forschungsgruppe „Verifikation trifft Algorithmik“, die durch Herrn Dr. rer. nat. Carsten Sinz eingenommen wird, sind die eingeworbenen Positionen, worunter sich zwei sogenannte „Shared Professorships“ befinden, im Besetzungsverfahren.

Das Hinzukommen all dieser Forschergruppen (unterschiedlicher Größe), die ausgewogen auf verschiedene Informatik-Bereiche verteilt sind, wird die Fakultät nachhaltig stärken, insbesondere wenn es uns gelingt, weiterhin sehr gute Studierende für unsere Fakultät zu gewinnen.

**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 (IIAI)
- 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  
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)
- 2007** 35 Jahre Fakultät für Informatik

## 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 2007/08 2.833 Studierende zur Fakultät für Informatik, davon waren 2.308 im Studiengang Informatik und 525 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 1.000 Studierenden. Fünf Jahre später waren es bereits über 2.000. 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 um 500 stabilisiert. Im Jahr 2007 hat die Fakultät 461 Studienanfänger aufgenommen.

### Absolventen

Im Berichtsjahr 2007 konnten 290 Diplomzeugnisse überreicht werden. Darunter befinden sich 55 Absolventen der Informationswirtschaft, von denen mittlerweile 5 den neuen Bachelor-Abschluss in der Tasche haben. Mit insgesamt rund 5.000 Absolventinnen und Absolventen liegt die Karlsruher Informatikfakultät auch in diesem Punkt bundesweit mit an der Spitze.

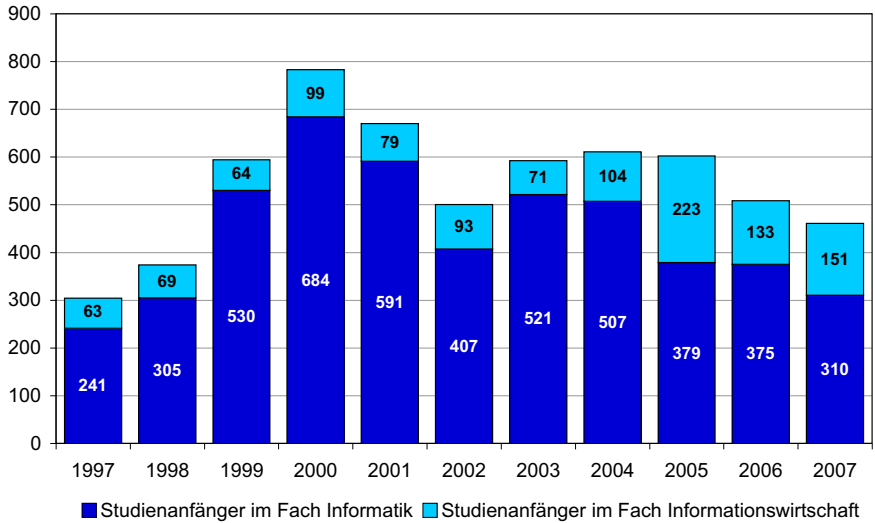
Bereits 1971 konnten die ersten Absolventen mit dem neuen akademischen Grad „Diplom-Informatiker“ in die Praxis entlassen werden. Die Fakultät steigerte ihre Absolventenzahl von Jahr zu Jahr, so dass 1988 das 1.000. Diplom verliehen werden konnte. Nur vier Jahre später hatte die Fakultät bereits 2.000 Absolventinnen und Absolventen. Unter Beibehaltung des Vierjahresrhythmus konnte 1996 das 3.000. Diplomzeugnis ausgegeben werden. Dieser Trend wurde nur durch das vorübergehende Absinken der Absolventenzahlen infolge der schwachen Anfängerjahrgänge Mitte der neunziger Jahre unterbrochen.

### Wissenschaftlicher Nachwuchs

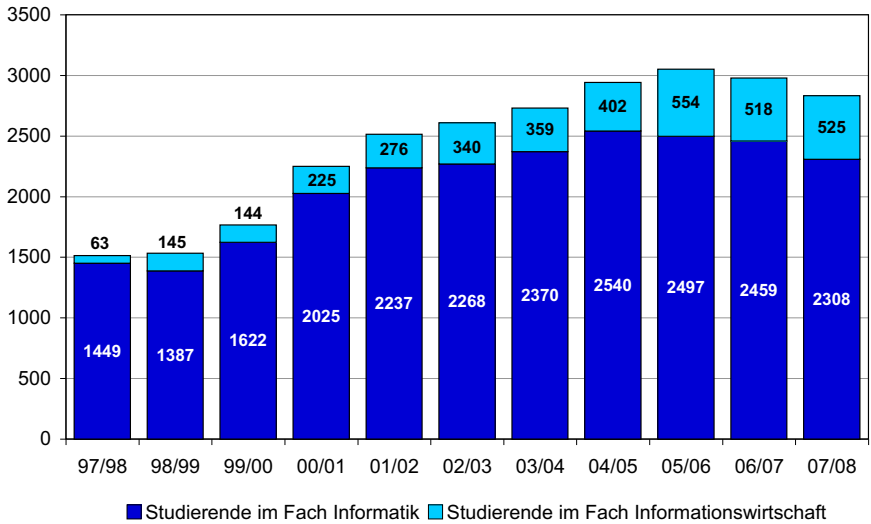
Für die im Spitzenbereich der deutschen Forschung rangierende Karlsruher Informatik ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses von besonderer Bedeutung. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in der Zahl der abgeschlossenen Promotionen wider, von denen es im Jahr 2007 bereits die 704. gab. Im Berichtsjahr wurden 42 Promotionen erfolgreich abgeschlossen. Insgesamt haben sich an der Fakultät für Informatik bis heute 39 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.



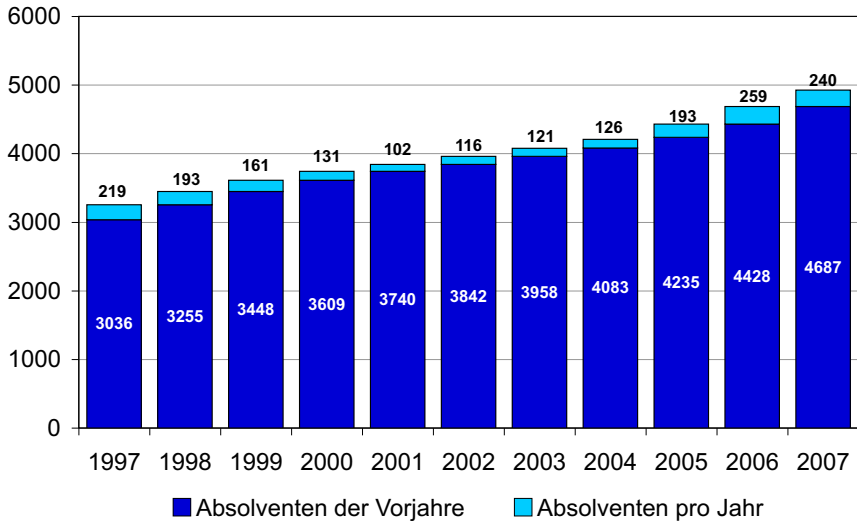
### Studienanfänger an der Fakultät für Informatik



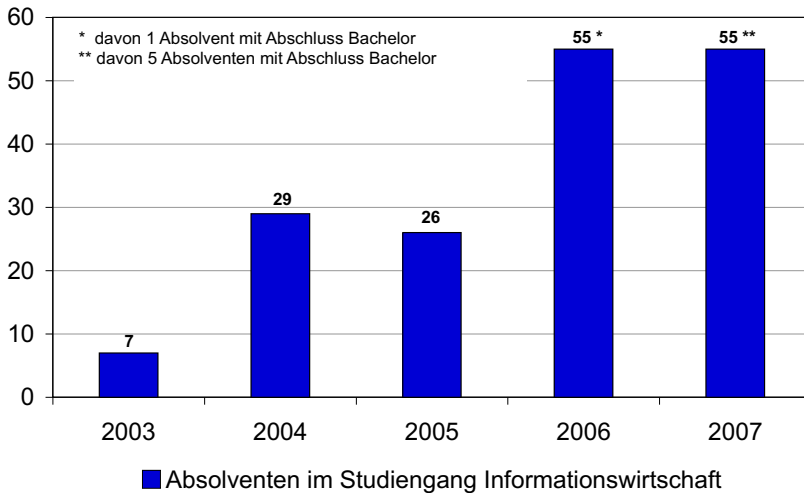
### Studierende an der Fakultät für Informatik

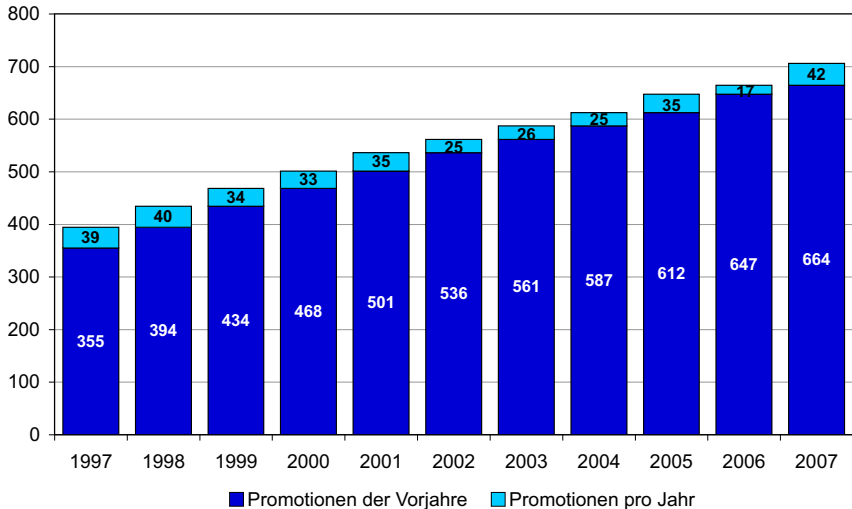


### Entwicklung der Absolventenzahlen im Studiengang Informatik



### Entwicklung der Absolventenzahlen in den Studiengängen der Informationswirtschaft



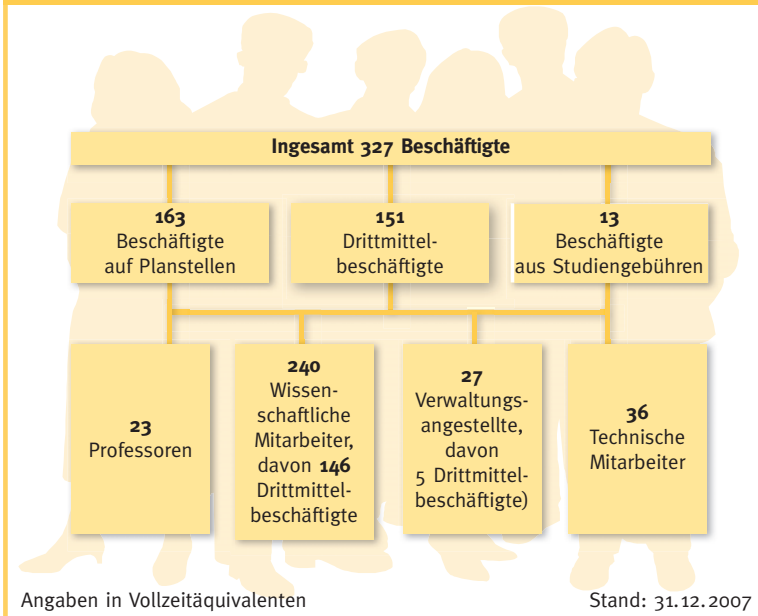
**Entwicklung der abgeschlossenen Promotionen in den vergangenen 10 Jahren****Personalstruktur**

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 146 Drittmittelstellen erneut eine Steigerung aufzuweisen. Die Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Personals der vergangenen Jahre spiegelt die nachfolgende Übersicht wider:

Stellen im wissenschaftlichen Dienst	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Landesstellen</b> (Plan- und Sonderprogrammstellen)	100	100	100	88	84	82
<b>Drittmittelstellen</b>	112	125	134	132	143	146
<b>Studiengebührenstellen</b>	-	-	-	-	-	12,5

## Personelle Zusammensetzung der Fakultät 2007



## Stellenstruktur der Fakultät 2007

### Landesstellen

- Professuren **27** davon waren im Berichtsjahr vier unbesetzt
- Wissenschaftlicher Dienst **82** Planstellen
- Technischer Dienst **36** Planstellen
- Verwaltungsdienst **21,5** Planstellen

### Drittmittelstellen

- Wissenschaftlicher Dienst **146**
- Technischer und Verwaltungsdienst **5**

### Stellen aus Studiengebühren

- Wissenschaftlicher Dienst **12,5**
- Verwaltungsdienst **0,5**

Während sich in der Entwicklung der Drittmittelstellen die Leistungen, insbesondere in der Forschung der gesamten Fakultät, widerspiegeln, unterliegen die landesfinanzierten Stellen immer wieder unkalkulierbaren politischen Ereignissen und Entscheidungen. So musste die Fakultät von 1995 bis 2000 insgesamt 25 Wissenschaftlerstellen und fünf VT-Stellen an das Land zurückgeben (Solidarpakt des Landes und Auslaufen von Bundesprogrammen). Nur mit ihren Drittmittelstellen konnte die Fakultät in diesen Jahren die schlimmsten Folgen für Forschung und Lehre abfangen und ihr gewohnt hohes Niveau aufrechterhalten. 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. In Erwartung von Studiengebühren wurde kein neues Programm aufgelegt. Ab dem Sommersemester 2007 standen nun der Fakultät 12,5 Stellen zur Verbesserung der Betreuungsrelation aus Studiengebühren zur Verfügung. Leider erschweren die vom Rektorat verfügbaren Verwaltungsvorschriften für diese Stellen einen effizienten Einsatz für die Verbesserung der Lehre.

## 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 (i. R. ab 01.10.2007),*

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. (bis 31.03.2007),*

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht

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

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Reussner, Dr. rer. nat. Ralf,*

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

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

Institut für Theoretische Informatik

*Schmitt, Dr. rer. nat. Alfred, o. Professor (em. ab 01.04.2007),*

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

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

Institut für Theoretische Informatik

- Schultz, Dr.-Ing. Tanja (ab 01.04.2007),*  
 Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme
- 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 Prozessrechentchnik, Automation und Robotik
- Zitterbart, Dr. rer. nat. Martina, o. Professorin,*  
 Institut für Telematik
- Zorn, Dr.-Ing. Werner (beurlaubt bis 30.09.2007; i. R. ab 30.09.2007),*  
 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
- Oberweis, Dr. rer. nat. Andreas, Prof.,*  
 Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren,  
 Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
- 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

*Kirchberg*, Dr. jur. Christian,  
Kanzlei Deubner und Kirchberg

*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,  
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen

*Längle*, Dr.-Ing. Thomas,  
Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Karlsruhe

*Burghart*, Dr.-Ing. Catherina,  
Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik

### **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. mult. 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

### **Honorarprofessoren im Ruhestand**

*Abeln*, Dr. rer. nat. Olaf

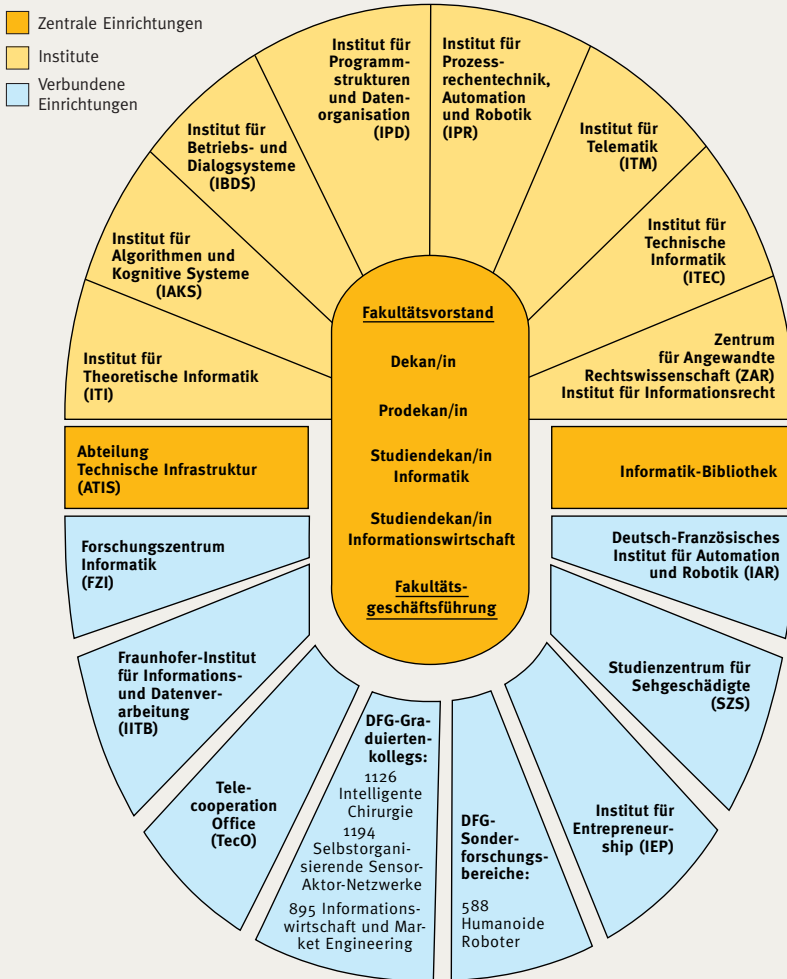
*Güntsch*, Dr.-Ing. Fritz-Rudolf

*Klimek*, Dr.-Ing. Wolfgang

*Trauboth*, Dr.-Ing. Heinz



# Struktur der Fakultät für Informatik



### Kooperierende Einrichtungen

- Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
- 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
- Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik (IIA)
- Flugtechnische Hochschule Ufa
- Technische Universität Budapest
- Technische Universität Sofia
- Norwegische Technische Hochschule Trondheim
- SAP Research Center CEC Karlsruhe

# **Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2007**

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

Auch im Jahr 2007 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.

### Focus-Ranking (Ausgabe 23/2007)

Im Ranking der Zeitschrift Focus konnte die Karlsruher Fakultät für Informatik ihre Führungsposition verteidigen und führt mit deutlichem Abstand vor den Technischen Universitäten München, Darmstadt und der RWTH Aachen die Spitzengruppe an. Für die Ermittlung der Rangfolge setzte der Focus auf Kriterien wie die Reputation bei Wissenschaftlern, die Häufigkeit der Zitationen, die Höhe der Drittmittel pro Professor, die Promotionsquote, die Betreuungsrelation und die Reputation bei Personalverantwortlichen. Die Gesamtbewertung ergab sich aus den einzelnen Wertungen für Forschung und Lehre.

### Wirtschaftswoche-Ranking (Nr. 11/12.03.2007)

In der Rubrik „Bester Ruf bei Personalchefs“ belegte die Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) den 1. Platz. Beim Ranking der Wirtschaftswoche wurde der Fokus auf die Praxisrelevanz der bewerteten Studiengänge gesetzt: Mehr als 1000 Personalleiter und -rekrutierer in den größten deutschen Unternehmen entschieden sich für die Studiengänge, aus denen die qualifiziertesten Bewerber auf den Arbeitsmarkt drängen. Gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt haben vor allem Absolventen mit einem renommierten Abschluss.

### Ranking Softwaretechnik-Universitäten in der „Communications of the ACM“ (Ausgabe Juni 2007)

Als eine von nur drei deutschen Einrichtungen wird unsere Fakultät für Informatik in der Juni-Ausgabe der „Communications of the ACM“ (Vol. 50, Nr. 6) in einer internationalen Rangliste der 50 Top Softwaretechnik-Unis gelistet. In der zugleich veröffentlichten Rangliste der 50 Top Softwaretechnik-Forscher wird **Dr.-Ing. Frank Padberg** vom Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD) als einziger deutscher Softwaretechniker in der Riege der international herausragenden Wissenschaftler auf diesem Gebiet aufgeführt. Grundlage der Erhebung sind die Publikationen in den erstrangigen Zeitschriften und Konferenzen über die Jahre 2000-2004.

## 2.2. Besondere Auszeichnungen und Preise

### Verleihung der Ehrendoktorwürde an Professor Gerhard Krüger: Hohe Auszeichnung des Begründers der „Telematik“ durch die TU Ilmenau

„An Ehrungen und Auszeichnungen fehlt es in Ihrem Leben wahrlich nicht“, würdigte **Prof. Dr. Peter Scharff**, Rektor der TU Ilmenau, an einem stürmischen 19. Januar 2007 die zahlreichen Ehrentitel von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Gerhard Krüger, Emeritus des Lehrstuhls Telematik der Universität Karlsruhe, und fügte den bisherigen Auszeichnungen die Würde eines Ehrendoktors der Ingenieurwissenschaften von der Technischen Universität Ilmenau hinzu. Die TU Ilmenau ehrte damit das herausragende wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Wirken von Krüger auf den Gebieten der Informatik und der Telematik. Außerdem zollten die Ilmenauer Kollegen auch seinen Verdiensten um den Erhalt und die Neuorganisation der dortigen Universität Tribut. „Nach der Wende hat sich Gerhard Krüger maßgeblich und mit großem persönlichen Engagement an der Etablierung der Informatik in der Mehrzahl der Universitäten in den neuen Bundesländern beteiligt und speziell für die Einführung des Studiengangs Informatik und die Gründung der Fakultät für Informatik und Automatisierung in Ilmenau eingesetzt“, begründete der Dekan der Fakultät für Informatik und Automatisierung, **Prof. Dr. Andreas Mitschele-Thiel**, im Curie-Hörsaal der Ilmenauer Universität die Auswahl Krügers für die Ehrung. In dieser Zeit haben Krüger und sein Team mehrere Jahre ehrenamtlich Lehrveranstaltungen an der TU Ilmenau gehalten. Angesichts eines starken Konkurrenzdrucks unter den thüringischen Universitäten ermittelte Krüger die Informatikkompetenz der TU Ilmenau und trug, dank seiner großen wissenschaftlichen Kompetenz und des Einflusses auf das Ministerium, zur Gründung der Fakultät bei.

Gerhard Krüger gilt als national und international ausgewiesener und hochgeschätzter Wissenschaftler. Anfang der sechziger Jahre leistete er Pionierarbeit für den Einsatz von Prozessrechnern. Am damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe entwickelte seine Gruppe eines der weltweit ersten Prozessrechnersysteme zur Erfassung und Auswertung kernphysikalischer Messdaten in Realzeit. Ab den achtziger Jahren arbeitete der Geehrte

*Prof. Gerhard Krüger nahm die Ehrendoktorurkunde aus den Händen von Prof. Andreas Mitschele-Thiel (links) und des Rektors der Ilmenauer TU, Prof. Peter Scharff (rechts), entgegen.*



vor allem auf dem jungen Gebiet der rechnergestützten Datenkommunikation, nachdem er auf diesem Gebiet bereits Ende 1968/69 mit der Realisierung der ersten 40 kbit/s Datenübertragungsverbindung zwischen Großrechnern des Forschungszentrums Karlsruhe und der Max-Planck-Gesellschaft München Pionierarbeit in Deutschland geleistet hatte. Zur Verdeutlichung eines breiten, informatikgestützten fachlichen Anspruchs in Forschung und Lehre wählte er erstmalig an einer deutschen Hochschule, der Universität Karlsruhe, den Namen Telematik für die Kombination aus Telekommunikation und Informatik. Ein Begriff der sich im Hochschulbereich als Bezeichnung für dieses aufstrebende Fachgebiet der Informatik immer stärker durchsetzt.

Krüger setzte sich besonders für die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ein. So sind in den vergangenen 25 Jahren über 30 Professoren, die an deutschen und internationalen Hochschulen und Akademien tätig sind, aus seinem Institut hervorgegangen.

Neben seiner wissenschaftlichen Arbeit sah Krüger in der Förderung der jungen Wissenschaftsdisziplin Informatik in Deutschland einen weiteren Schwerpunkt. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang seine Leistungen als Vizepräsident (1980-1984) und Präsident (1985-1986) der Deutschen Gesellschaft für Informatik (GI). Ergebnis dieser GI-Aktivitäten war ab 1984/85 ein Bund/Länder-Sonderprogramm für den Ausbau der Informatikstudienplätze von damals knapp 2000 auf 4000. Dadurch wuchs die Zahl der Hochschulen, die das Fach Informatik anboten, von etwa zwölf auf mehr als das Doppelte.

Die wissenschaftliche Arbeit von Krüger wurde durch die Wahl in wichtige Ämter und zahlreiche Ehrungen anerkannt. Zu erwähnen sind u. a. die Auszeichnungen zum Ehrendoktor der Humboldt Universität Berlin (1994), der Medizinischen Universität zu Lübeck (1998), der Friedrich-Schiller-Universität Jena (2001) und der Universität Rostock (2005), die Verleihung des Bundesverdienstkreuzes erster Klasse (1995) und der höchsten Auszeichnung des Landes Baden-Württemberg, der Verdienstmedaille BW (2001) sowie die Ernennung zum Fellow der Gesellschaft für Informatik (2003).

Die Laudationes wurden vom Vizepräsidenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, **Prof. Dr. Jürgen Nehmer** (Universität Kaiserslautern) sowie von **Prof. Dr. Paul J. Kühn**



*Prof. Krüger während seines wie gewohnt mitreißenden Festvortrages über die „Telematik – Vom Telegraph zum Internet der Dinge“.*

(Universität Stuttgart), gehalten, die sich entsprechend ihrer persönlichen Erfahrungen mit dem Laureaten das wissenschaftliche Wirken in „den frühen Krüger“ (von 1964 bis 1976) sowie „den späten Krüger“ (ab 1976) aufgeteilt hatten. Als Krügers erster Doktorand, dessen Weg er 12 Jahre lang begleiten durfte, richtete Professor Nehmer einige Blitzlichter auf die Eigenheiten und das Schaffen seines ehemaligen Chefs und Lehrers. Prof. Kühn betrachtete dagegen Krügers Schaffen „von außen“, würdigte seine Leistungen am ehemaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe als die eines Schrittmachers, der, aus der Physik kommend, Pionierarbeit für den Aufbau einer neuen Wissenschaftsdisziplin geleistet hat. Als erster Gratulant überbrachte der Dekan der Karlsruher Fakultät für Informatik, Professor Roland Vollmar, Grußworte an den Laureaten und die TU Ilmenau. In seinem Festvortrag mit dem Titel „Telematik – vom Telegraph zum Internet der Dinge“ beleuchtete Prof. Krüger in gewohnt erheiternder Weise und in seinem immer wieder durchbrechenden thüringischen Dialekt die Entwicklung „seines Faches“, der Telematik.

### **Verleihung der GI-Ehrenmitgliedschaft an Prof. Gerhard Krüger**

Nach Konrad Zuse, Friedrich L. Bauer, Wilfried Brauer, Günter Hotz und Joseph Weizenbaum wurde **Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. mult. Gerhard Krüger** im vergangenen Jahr zum sechsten Ehrenmitglied der GI ernannt. Die feierliche Verleihung der Ehrenmitgliedschaft fand anlässlich des Festbanketts auf der GI-Jahrestagung INFORMATIK 2007 im Bremer Rathaus am 26. September 2007 statt.

Professor Krüger initiierte als GI-Präsident Mitte der 80er Jahre das Sonderprogramm Informatik, durch das die Anzahl der Studienplätze dieses Zukunftsfachs in Deutschland verdoppelt und ein Numerus Clausus abgewendet werden konnte. Das von ihm mit konzipierte bundesweite Arbeitsplatzrechner-Förderprogramm ermöglichte Tausenden von Studierenden (CIP-Pools) und Wissenschaftlern (WAP-Programm) lange vor privaten PCs und Laptops den unmittelbaren Rechnerzugang. Krüger ist Mitbegründer des Bundeswettbewerbs Informatik an Schulen und hat nach der Wiedervereinigung intensiv am Ausbau der Informatik in den Neuen Bundesländern mitgewirkt.



*Prof. Krüger während der feierlichen Überreichung der Ehrenmitgliedschaft durch den GI-Präsidenten Prof. Dr. Matthias Jarke.*

## 2.3 Veranstaltungshöhepunkte 2007

### Das Semesterkolloquium am 05. Februar 2007

Als „das Ereignis des laufenden Semesters“ bezeichnete der Dekan *Prof. Dr. Roland Vollmar* die Entscheidung, die Karlsruher Universität als Exzellenzuniversität auszuzeichnen, in seinem Bericht über das Wintersemester 2006/2007. „Es sieht so aus,“ bemerkte der Dekan zu Beginn des Semesterkolloquiums, „als ob der Glanz, der seit dem 13. Oktober 2006 auf die Fridericiana fällt, auch unsere Fakultät in hellerem Licht erstrahlen lässt“. Zugleich würdigte er besonders den Einsatz der Prodekanin für Forschung, Frau Prof. Dr. Dorothea Wagner, im Rahmen der Exzellenzinitiative.

Einen ersten Höhepunkt der Veranstaltung stellte die Verleihung einer Honorarprofessur an *Dr. jur. Christian Kirchberg* dar. Der Karlsruher Anwalt ist bereits seit dem Jahr 2000 als Lehrbeauftragter am Institut für Informationsrecht für den Bereich Öffentliches Medien- und Telekommunikationsrecht tätig. „Es ist mir eine große Ehre“, so Dekan Prof. Vollmar während der Übergabe der Urkunde an den Ausgezeichneten, „dass wir Ihnen in Anerkennung Ihres langjährigen Engagements für den noch jungen Studiengang Informationswirtschaft unserer Fakultät den Titel eines Honorarprofessors verleihen dürfen.“

In Anerkennung eines besonderen Engagements in der Lehre wurden die besten Lehrveranstaltungen des vergangenen Sommersemesters ausgezeichnet.

#### Für die besten Pflichtvorlesungen wurden ausgezeichnet:

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

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

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

Dr.-Ing. Tamim Asfour: „Technische Informatik II“

Dipl.-Inform. Uwe Walter: „Kommunikation und Datenhaltung (Teil Kommunikation)“

#### Als bestbeurteilte Wahlvorlesungen wurden fünf Vorlesungen bewertet:

Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling: „Telekommunikationsrecht“

Dr. rer. nat. Claude-Joachim Hamann: „Real-Time Scheduling Theory“

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

Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling: „Europäisches und Internationales Recht“

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

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

Dipl.-Inform. Patrick Rößler: „Übungen zu Unscharfe Mengen“

#### Bestbeurteilte Praktika waren:

„Extreme Programming“: Dipl.-Inform. (FH) A. Höfer, Dipl.-Inform. G. Malpohl,  
Dr.-Ing. M. Müller

- „Simulation von Rechnernetzen“: M. Torrent-Moreno, Telecommunication Engineer,  
Dipl.-Inform. F. Schmidt-Eisenlohr
- „Geometrisches Modellieren“: Dipl.-Inform. R. Straub, cand.-inform. M. Oßwald
- „Roboterpraktikum“: Dipl.-Inform. P. Azad, R. Becher, M. A.,  
Dipl.-Ing. A. Bierbaum, Dipl.-Ing. S. A. Knoop,  
Dipl.-Inform. M. Pardowitz, Dipl.-Ing. J. Schröder,  
Dr.-Ing. P. Steinhaus, Dipl.-Wi.-Ing. G. Sudra,  
Dipl.-Inform. S. Vacek

Durch Herrn Dr. Thomas Lindner wurden die Preise des Fördervereins „Forschungszentrum Informatik“ für die zwei besten Dissertationen an Dr. rer. nat. Dominique Unruh und Dr. rer. nat. Sebastian Hack übergeben.

*Dr. rer. nat.  
Dominique Unruh  
(2.v.l.) und  
Dr. rer. nat.  
Sebastian Hack (r.)  
erhielten im Rahmen  
des Semesterkolloquiums den FZI-  
Preis für die beste  
Dissertation.*



Den Höhepunkt des Tages bildete jedoch die Verleihung der Ehrendoktorwürde an **Prof. Dr. Olivier D. Faugeras**, Forschungsdirektor des Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) in Frankreich, für seine herausragenden wissenschaftlichen Beiträge zum „Maschinellen Sehen“ und seine zukunftsweisenden Forschungen auf diesem Gebiet durch Einbeziehen biologischer Erkenntnisse. Die feierliche Ehrung nahmen der Rektor der Universität Karlsruhe (TH), Professor Dr. Horst Hippler, und Prof. Dr. Roland Vollmar, Dekan der Fakultät für Informatik, vor.

Professor Olivier Faugeras gehört zu den weltweit führenden Forschern auf dem Gebiet der mathematischen Analyse und algorithmischen Auswertung von Bildern und Bildfolgen einschließlich deren Nutzung in technischen Anwendungen und in der medizinischen Grundlagenforschung. „Wir betrachten es als eine große Ehre, dass Professor Faugeras diesen Titel unserer Fakultät entgegen nimmt und sind uns sicher, dass wir von ihm auch in den nächsten Jahren wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung unseres institutsübergreifenden Forschungsbereiches Anthropomatik erhalten werden“, verdeutlichte



der Dekan die zahlreichen Gemeinsamkeiten zwischen den Forschungsinteressen des renommierten französischen Wissenschaftlers und den Karlsruher Informatik-Instituten.

Wissenschaftler der Fakultät für Informatik und universitätsnaher Karlsruher Forschungsinstitutionen nutzen heute die grundlegenden, von Prof. Faugeras publizierten Forschungsergebnisse: Sei es für den am Institut von Prof. Dillmann entwickelten und zum Medien-Liebling aufgestiegenen humanoiden Roboter „ARMAR“, der im Rahmen der Veranstaltung zu bewundern war, für die Entwicklungen im Bereich der Bildfolgenauswertung für industrielle Anwendungen oder für das gesamte interdisziplinäre Gebiet der sichtsystembasierten Fahrerunterstützung im Straßenverkehr.

Früh begann Professor Faugeras, seine Untersuchungen zur sichtgestützten Führung von Montage-Robotern und mobilen Robotern auf mathematisch fundierte Grundlagen zu stellen. Er trug maßgeblich zur Entwicklung von Selbstkalibrierungs-Lösungen bei, die heute beispielsweise unverzichtbar für das sinnvolle Funktionieren von Kameras auf mobilen Robotern sind. Faugeras richtete sein wissenschaftliches Interesse nicht nur auf die technischen Anwendungen des maschinellen Sehens, sondern darüber hinaus auch auf die Kombination neuerer Erkenntnisse der Hirnforschung mit denen des maschinellen Sehens. In Anerkennung seiner Beiträge zur Weiterentwicklung der Teildisziplin „Maschinelles Sehen“ (Computer Vision) wurde Faugeras 1998 zu einem Mitglied der L'Académie des sciences in Paris ernannt. In seinem Festvortrag sprach der Laureat über das Thema „Computer Vision: From Concepts to Applications“.



*Prof. Dr. Olivier D. Faugeras (Mitte) erhielt die Ehrendoktor-Urkunde durch den Rektor der Fridericiana, Prof. Dr. Horst Hippler, und Dekan Prof. Dr. Roland Vollmar überreicht.*

## Der Tag der Informatik am 20. Juli 2007

Der „Tag der Informatik 2007“ begann mit einem wissenschaftlichen Kolloquium des Instituts für Programmstrukturen und Datenverarbeitung (IPD) unter dem Titel „Software und Daten: Das Lebensblut der Informationsgesellschaft“. Den Anfang bildete der Vortrag von **Prof. Dr. Ralf Reussner**, der die zunehmende Komplexität der Software-Technik beschrieb, die nicht das Programmieren selbst als wichtigste Aufgabe sieht, sondern die Systematisierung von Theorien über Artefakte und deren Entwicklung ins Zentrum ihrer Arbeit stellt. Mit diesem Vorgehen hebt sie sich ab von Handwerk und industrieller Entwicklung – durch die Systematisierung soll die Software-Technik vielmehr zu einer Ingenieurdisziplin werden. Das IPD sieht seine Aufgabe insbesondere darin, diesen Entwicklungsprozess zu fördern: Die Vorhersage globaler Systemanforderungen ist ein Arbeitsschwerpunkt, ein weiterer liegt im Bereich der Vorhersagen auf Modellebene. Hier gilt es, vor allem die Analysemodelle sowie die Analyseergebnisse zu systematisieren.

Der zweite Vortrag von **Dr. Erik Buchmann** mit dem Titel „Aktuelle Herausforderungen beim Datenmanagement in Sensornetzen“ thematisierte Anwendungsbereiche und Schwierigkeiten bei der Verwendung kleiner vernetzter Computer mit verschiedenen Sensoren. Probleme bereiten häufig die Verteilte Architektur, knappe Ressourcen (Speicher, CPU, Energie) sowie die Unzuverlässigkeit bei Anfragen. **Prof. Dr. Walter F. Tichy** sprach über das Thema „Was bedeuten Mehrkern-Rechner für die Informatik?“ Historisch gesehen hat sich von 1970 (1 Megahertz) bis 2005 (3 Gigahertz) eine unglaubliche Entwicklung im Bereich der Prozessorleistung vollzogen. Da jedoch die Hitzeentwicklung zu groß wird, gilt es, vermehrt auf Parallelität zu setzen, insbesondere dort, wo Hochleistungsrechner gebraucht werden. Tichy betonte, dass zukünftige Leistungssteigerung nur durch Parallelität zu erreichen ist. Die drei Kriterien der Effizienz, Korrektheit und Produktivität stehen hierbei im Zentrum.

Den Abschluss des Kolloquiums bildete der Gastvortrag „Managing Web Service Quality“ von **Prof. Dr. Wolfgang Emmerich** vom University College in London. Ausgehend von der Überlegung, dass Unternehmen heute vermehrt Dienstleistungen bis hin zu

*Prof. Dr. Wolfgang Emmerich hob in seinem Gastvortrag im Rahmen des wissenschaftlichen Kolloquiums am Tag der Informatik 2007 die Notwendigkeit von Dienstgüte-Kriterien hervor.*



Arbeitskräften anderer Unternehmen in Anspruch nehmen, stellte Emmerich die Notwendigkeit von Kriterien der Dienstgüte heraus. Im Bereich der Web Services sei es bisher primär um Funktionalität gegangen, doch nun gelte es, Qualitätskriterien vermehrt einzuhalten und Möglichkeiten der Qualitätsmessung zu entwickeln. Entscheidend hierfür sind Service-Level-Agreements (SLAs). Vorgestellt wurde außerdem eine formale Sprache, um Anfragen an die Web Service Quality zu vereinfachen und zu vereinheitlichen. Zukünftig gilt es unter anderem, SLAs in Service Orchestrations zu integrieren.

Musikalisch umrahmt von zwei Vertretern des Badischen Konservatoriums, Laszlo Wolpert und Helmut Bisazki, bot sich die akademische Feier als zweiter Höhepunkt dieses Tages der Informatik nach dem wissenschaftlichen Kolloquium dar. Der Dekan Prof. Dr. Vollmar begrüßte die Anwesenden zu diesem „Familienfest der Fakultät“.

**Prof. Dr. Detlef Löhe**, Prorektor der Universität Karlsruhe (TH), eröffnete den Reigen der Gastredner und überbrachte die Grußworte des Rektorats. Er würdigte die ausgezeichnete Forschung und Lehre der Informatikfakultät. Durch den Zusammenschluss von Universität und Forschungszentrum zum KIT erwartet er sich einen weiteren Schub in der Entwicklung der Forschung und dem Potential, die fähigsten Köpfe anzuziehen. Die Fördergelder, die durch die Auszeichnung der Universität in der Exzellenz-Initiative ausgeschüttet werden, sollen durch einen internen Wettbewerb verteilt werden. Abschließend beglückwünschte der Prorektor die Absolventen zum erfolgreichen Abschluss eines anspruchsvollen Studiums.

In Namen der Stadt und des Oberbürgermeisters sprach der Kulturreferent Karlsruhes, **Dr. Michael Heck**, die Grußworte aus. Er verwies auf die tragende Bedeutung der Karlsruher Universität und der Informatik als einen wichtigen Standortfaktor für die Stadt und



Für ihre herausragenden Diplomarbeiten erhielten Jörn Herwig und Sven Schmidt-Rohr die Preise des FZI-Fördervereins.



Ignaz Rutter (Mitte) erhielt den Absolventenpreis für den besten Studienabschluss 2006/2007 der Klaus Tschira Stiftung.

betonte die Bedeutung ihres weltweit als exzellent anerkannten Wirkens. An die Absolventen gerichtet betonte er, dass die Stadt Karlsruhe nicht nur ein idealer Studienort, sondern auch als Ort zur Existenzgründung zu empfehlen sei. **Prof. Dr. Georg Bretthauer** sprach die Grußworte für das Forschungszentrum Karlsruhe. Sein Vortrag stand unter dem Motto: „Die Märkte von morgen gewinnt man nicht mit Technologien von gestern, man braucht solche von morgen“. **Wolfgang Hellriegel** als Vorstandsmitglied des Freundeskreises der Fakultät für Informatik verwies auf verschiedene Studien, die gezeigt hätten, dass die meisten Arbeitsstellen durch Vermittlung von Freunden und Bekannten vergeben würden. Aus diesem Grund appellierte er an die Absolventen, sich in einem Absolventen Netzwerk zu organisieren, um Kontakte auszubauen und zu pflegen.

In seinem Semesterbericht würdigte der Dekan den als letztes Gründungsmitglied der Fakultät emeritierten Prof. Dr. Alfred Schmitt und gratulierte seiner Kollegin Prof. Dr. Dorothea Wagner zur Wahl als neue Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die Höhepunkte des letzten Semesters seien das zehnjährige Bestehen des Studiengangs Informationswirtschaft in Karlsruhe, die von renommierten Wissenschaftlern bestrittene vierteilige Sonderkolloquienreihe zur Geschichte der Informatikforschung in Deutschland und nicht zuletzt die Konferenz der Informatikfachschaften im Mai des Jahres. Die Personalentwicklung an der Fakultät sei in vollem Gange und mehrere Berufungsverfahren liefen noch, er hoffe aber, dass bis zum nächsten Bericht alle Stellen besetzt sein werden. Im Anschluss an seinen Bericht zeichnete Prof. Vollmar die durch die Lehrbefragung der Studierenden ermittelten besten Lehrveranstaltungen des Wintersemesters 2006/2007 aus.

#### **Bestbeurteilte Pflicht- bzw. Wahlpflichtvorlesungen:**

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

Ass. iur. Matthias Wöllner: „Privatrechtliche Übung“

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

Dr. rer. nat. Steffen Schlager: „Formale Systeme“

Dr.-Ing. Tamim Asfour: „Übungen zu Technische Informatik I“

#### **Bestbeurteilte Wahlvorlesungen:**

Dr. Alexander Hoff: „Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung“

Prof. Dr. iur. Jürgen Kühling: „Datenschutzrecht“

Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck: „Stochastische Informationsverarbeitung“

Dr.-Ing. Claus Becker: „Projektmanagement in der Produktentwicklung“

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Hellmut Nagel: „Objekterkennung in Bildern und Bildfolgen“

#### **Bestbeurteilte Übung zu einer Wahlvorlesung:**

Dipl.-Inform. Oliver Schrepf: „Übung zu Stochastische Informationsverarbeitung“

Dipl.-Inform Thomas Gamer: „Übungen zu Telematik“

**Bestbeurteilte Praktika:**

- „Mobilkommunikation“: Dipl.-Inform. Ingmar Baumgart, Dipl.-Inform. Bernhard Heep, Dipl.-Inform. Andreas Kuntz, Stefan Stefanov, M.Sc., cand. inform. Christoph Werle, cand. inform. Fabian Hartmann
- „Nachrichtengekoppelte Parallelrechner“: Dipl.-Inform. Mirko Rahm

Für zwei hervorragende Diplomarbeiten wurde im Anschluss an die Verabschiedung der Absolventinnen und Absolventen sowie der Promovierten der Preis des FZI-Fördervereins vergeben. Die Laudationes hielt **Prof. Dr. Rüdiger Dillmann** auf die Arbeiten „LOD-Caching dynamisch generierter prozeduraler Texturen“ von Jörn Herwig und „High Level Reasoning considering Uncertainty for a Service Robot with Human-Robot Interaction“ von Sven Schmidt-Rohr. Den von der Klaus Tschira Stiftung gestifteten Absolventenpreis für den besten Studienabschluss im akademischen Jahr 2006/07 an der Fakultät für Informatik verlieh das Mitglied der Preiskommission **Prof. Dr. Dorothea Wagner** an Ignaz Rutter, der seine Diplomarbeit über Matchingprobleme in Netzwerken geschrieben hatte.

Als letzter Punkt stand die Preisverleihung des Programmierwettbewerbs „Addicted to Code“ auf der Tagesordnung, der von pi-consult ausgeschrieben wurde. Matthias Dempe, Informatikstudent an der Universität Karlsruhe (TH), erhielt den ersten Preis für sein

Projekt „de:Vis – Digital Enlightenment Visualizer“, ein Programm, mit dem sich in professioneller Weise Lichtshows im Computer simulieren lassen. Florian Wesch, FH-Student aus Karlsruhe, erhielt für sein Spiel „Infon Battle Arena“, welches selbst zum Programmieren anstiftet, den zweiten Preis, während der dritte Preis an Felix Brandt (Uni Karlsruhe) ging für sein bereits praxiserprobtes Festorganisations-Programm, das die Zuordnung von Helfern zu bestimmten Aufgaben unter Berücksichtigung ihrer Präferenzen ermöglicht.



*Mirko Holzer (links), Geschäftsführer und Gründer von pi-consult, überreichte den ersten Preis des Programmierwettbewerbs „Addicted to Code“ an den Karlsruher Informatikstudenten Matthias Dempe.*

## Festakt 10 Jahre Informationswirtschaft

Das 10-jährige Bestehen des Studiengangs Informationswirtschaft an der Universität Karlsruhe (TH) wurde am 29. Juni 2007 mit einem Festakt gefeiert. Die beiden Dekane der beteiligten Fakultäten, **Prof. Dr. Roland Vollmar** für die Informatik und **Prof. Dr. Wolfried Stucky** für die Wirtschaftswissenschaften, luden zu der Veranstaltung ein, die von Prorektor **Prof. Dr. Norbert Henze** eröffnet wurde.

Auf eine Erläuterung von Prof. Stucky, warum es diesen in Deutschland bisher einzigartigen Studiengang überhaupt gibt und wodurch er sich nicht zuletzt von den deutlich zahlreicheren Studiengängen der Wirtschaftsinformatik unterscheidet, folgte der Festvortrag von **Prof. Dr. Reinhold Würth** zum Thema „Wirtschaften in volatilen Energiemärkten der Zukunft“. Ausgehend von der aktuellen Debatte, dass der Energiebedarf enorm gestiegen ist und die fossilen Brennstoffe dementsprechend einem rasanten Preisanstieg unterliegen, unterstrich er die Bedeutung regenerativer Energiequellen. Deshalb seien alle Geldmittel, die in Grundlagen- und Anwendungsforschung investiert werden, sehr wertvoll.

An den Vortrag schloss sich die Vorstellung des Bachelor-/Master-Modells an, auf das der Studiengang bereits umgestellt wurde. Daraufhin wurden verschiedene mögliche Berufsbilder aufgezeigt, für die der Studiengang eine wichtige Basis darstellt. Dies kann zum einen eine akademische Laufbahn sein, aber ebenso der Einstieg in die freie Wirtschaft – sei es als Unternehmensgründer oder in einem Großunternehmen. Die Absolventen Dipl.-Inform.Wirt Markus Franke, Dr. Daniel Rolli und Dipl.-Inform.Wirt Carsten Siegmund berichteten über diese verschiedenen beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten von Informationswirten und ihre persönlichen Erfahrungen mit Abschluss. Bevor Prof. Dr. Roland Vollmar zu seinem Schlusswort kam, gab der Prodekan der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, **Prof. Dr. Christof Weinhardt**, noch einen gesonderten Ausblick in akademische Felder für Informationswirte.



Die Professoren Thomas Dreier und Andreas Geyer-Schultz als Vertreter der am Studiengang beteiligten Fakultäten stellten die Erfolgsgeschichte des Studienganges im Rahmen des Festaktes zum 10-jährigen Jubiläum vor. Rechts: Dr. Daniel Rolli mit seiner Sicht auf das Studium der Informationswirtschaft an der Universität Karlsruhe (TH).



## Sonderkolloquium „Software Engineering“ am 3. August 2007

### Gastvortrag von Prof. Clemens Szyperski

Einen bedeutenden Redner durfte die Fakultät am 3. August im Rahmen des Sonderkolloquiums „Software Engineering“ begrüßen, das vom Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD) und dem ObjektForum Karlsruhe ausgerichtet wurde: **Prof. Clemens Szyperski** hielt einen Vortrag über „Software-Engineering in the Real World“. Dabei sprach er über die Software-Architektur als wichtigen Teil des Software-Engineerings. Der systematische Entwurf von Software-Systemen stelle den frühesten Schritt der Softwaredesign-Entscheidung dar, wobei ein guter Entwurf aber nicht automatisch ein gutes Endprodukt bedeuten muss. Prof. Szyperski thematisierte Möglichkeiten und Grenzen des Software-Engineering heute und gab einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen. Prof. Szyperski ist in seinem Arbeitsbereich eine herausragende Persönlichkeit. Seit 1999 ist er für Microsoft im Bereich der Connected Systems Division tätig.

Dem Vortrag von Prof. Szyperski folgte die **Verleihung des ObjektForum-Förderpreises**. Die Jury, bestehend aus Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Prof. Dr. Andreas Oberweis, Elmar Buschlinger (Vorsitzender Cyberforum) und Matthias Grund (Vorstand der andrena objects ag) vergab den mit 1500 Euro dotierten Preis an Herrn Oliver Denninger für seine Arbeit „Erweiterung des Kantenkonzepts deklarativer Graphersetzungs-systeme von Einfachkanten über Hyperkanten zu Superkanten“ sowie an Matthias Ulbrich für seine Arbeit „Software Verification for Java 5“.

Die Zusammenarbeit des IPD mit dem ObjektForum ist ein Beispiel für die zahlreichen Kooperationen der Informatikfakultät mit Karlsruher Unternehmen. Das ObjektForum wurde 1995 vom Karlsruher Softwarehaus andrena objects ag und dem Technologiepark Karlsruhe als Diskussionsplattform gegründet. „Heute ist das ObjektForum Karlsruhe ein hervorragendes Beispiel für den positiven Gemeinschaftsgedanken der Software-Entwickler in der TechnologieRegion Karlsruhe“, so Professor Ralf Reussner vom IPD. „Hier werden positive Zeichen für die Entwicklung der Softwaretechnik gesetzt, die wiederum an die Universität zurückstrahlen und sich in Lehre und Forschung widerspiegeln“.



*Prof. Clemens Szyperski (Mitte vorn) mit den Preisträgern des ObjektForum-Förderpreises und Mitgliedern der Jury während des Sonderkolloquiums „Software-Engineering“ an der Fakultät für Informatik.*

## Die 35-Jahr-Feier der Fakultät für Informatik am 15./16. November 2007

Einen besonderen Anlass zum Feiern bot im Jahre 2007 der 35. Geburtstag der Fakultät für Informatik, der mit einer Festveranstaltung am 15. und 16. November begangen wurde. Der Rektor der Universität Karlsruhe (TH), **Prof. Dr. Horst Hippler**, Vertreter der Stadt Karlsruhe und des Landes Baden-Württemberg sowie zahlreiche ehemalige und aktuelle Wegbegleiter der Fakultät waren eingeladen, an einem wissenschaftlichen Kolloquium und dem Festakt teilzunehmen.

„Zwar ist die Fakultät die älteste Informatikfakultät Deutschlands,“ so resümierte der Dekan **Prof. Roland Vollmar** in seiner kurzen Begrüßung, „als solche sei sie aber immer eingebunden gewesen in die nationale und internationale Forschungsgemeinschaft“. Für den Dekan begann die eigentliche Geschichte der Informatik auch nicht erst im 20. Jahrhundert: Er sehe die Fakultät durchaus eingebettet in eine lange Geschichte, die bereits in der frühen Neuzeit mit dem Bestreben, durch Rechenmaschinen logisches Schließen und Rechnen maschinell möglich zu machen, begann und mit der Entwicklung der Programmsteuerung in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts den entscheidenden Schub bekam. Zum 1. Oktober des Jahres 1972 wurde schließlich die Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) offiziell gegründet.

Den Auftakt des wissenschaftlichen Kolloquiums bildete der Vortrag von **Prof. Dr. Monika Hunziger** von der EPFL Lausanne zum Thema „Die Entwicklung von Suchtechnologien für das World Wide Web“. Als Google-Mitarbeiterin konnte sie auch aus ihren Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung dieser Technologien sprechen. Ein entscheidendes Problem bei der Beantwortung von Suchanfragen im Internet sei die Hierarchisierung der Ergebnisse. Sie ging auf die so genannte Hyperlink-Analyse ein und beschrieb weitere Rankingkriterien anderer Anbieter von Suchdiensten. Für besonders beachtenswert hielt die Referentin intelligente Benutzeroberflächen, die erkennen, um welchen Anfragetyp es sich handelt und die Möglichkeiten zur Anfrageverfeinerung bieten, wenn die Anfrage zu allgemein gehalten ist und damit zu viele und somit möglicherweise unbrauchbare Ergebnisse erzielt werden. In Zukunft solle aber die Entwicklung noch weiter dahin gehen, dass der Suchdienst in der Lage ist, Dokumente und Suchanfragen besser zu verstehen und es so zum Beispiel auch möglich wird, zu einer Frage die Antwort zu finden und nicht etwa eine Webseite, die diese Antwort enthält.

Im Anschluss daran präsentierte **Prof. Dr. Friedemann Mattern** von der ETH Zürich seinen Vortrag mit dem Titel „100 Jahre Zukunft – Frühe Visionen zum Informationszeitalter“. Im Mittelpunkt standen Quellen verschiedener Art wie z. B. Wochenschau-Aufzeichnungen, Liederzitate, Bilder oder Texte, die zeigten, wie vor etwa 100 Jahren über die technischen Entwicklungen unserer heutigen Zeit gedacht wurde. Einige Errungenschaften waren überraschend genau vorhergesagt worden, beispielsweise das Mobiltelefon, Bildtelefonie und auch eine Art „home computer“. Bei anderen Dingen, z. B. den Robotern, glaubte man an eine deutlich schnellere Entwicklung, als wir sie bisher erlebt haben. An manch alltägliches Werkzeug wurde wiederum nur sehr eingeschränkt gedacht, das Internet und seine Bedeutung hat wohl niemand in der Form vorausgesehen. Mattern kam zu dem



Schluss, dass die Metamorphose des Computers von einer Rechenmaschine zu einem persönlichen Werkzeug, Spielzeug und Kommunikationsgerät bis hin zu einer Medien- und Informationsmaschine nicht vorhersehbar war. Spannend bleibt deshalb die Frage, wie wir heute unsere Zukunft skizzieren und ob uns dies präziser gelingen würde als vor 100 Jahren.

Den letzten Beitrag zum wissenschaftlichen Kolloquium lieferte **Prof. Dr. Hermann Maurer** von der Technischen Universität Graz mit seinem Vortrag „Totale Überwachung – ‚Der Große Bruder‘ bedroht uns plötzlich von allen Seiten“. Das Web 2.0 biete zwar einerseits eine Demokratisierung des Wissens und ermögliche Interaktivität. Auf der anderen Seite würden jedoch die Wahrheit unterminiert, Auseinandersetzungen verschärft und Wissen, Erfahrungen und Begabungen ignoriert. Weitere Phänomene ähnlich dem ‚Großen Bruder‘ erkannte Maurer im Gebrauch von Kreditkarten und Mobiltelefonen, in Geodiensten, Webcams und im neuen RFID-Chip. All diese Entwicklungen böten neben zahlreichen positiven Einsatzmöglichkeiten auch jede Menge Missbrauchspotentiale. Der Vortrag endete mit einem heimlich aufgenommenen Film mit Szenen aus dem Kolloquium, entstanden durch eine in eine Brille integrierte versteckte Kamera.

Der zweite Festtag begann mit einem Grußwort des Rektors **Prof. Dr. Horst Hippler**. Er hob den Generationenwechsel hervor, der seit etwa 2002 an der Fakultät zu spüren ist. Es gelte, mit der neuen Aufstellung die Herausforderung des momentanen Wettbewerbs in der Wissenschaftslandschaft zu meistern. In diesem Wettbewerb sei die Universität Karlsruhe mit der Gründung des KIT und dessen Vernetzung mit der Wirtschaft ganz vorne dabei. Auch der Präsident der Gesellschaft für Informatik (GI), **Prof. Dr. Matthias Jarke**, überbrachte seine Glückwünsche. Jarke wies auf zahlreiche für die Entwicklung der Informatik wichtige Persönlichkeiten hin, die mit der Fakultät in Karlsruhe verbunden waren oder sind. Insbesondere würdigte er die Leistung des neuen Ehrenmitgliedes der GI, Prof. Dr. Gerhard Krüger, der lange Jahre in Karlsruhe tätig war.



*Prof. Bernd Reuse und Prof. Roland Vollmar stellten im Rahmen des Festaktes zum 35-jährigen Jubiläum der Fakultät den gemeinsam herausgegebenen Springer-Fachband zur „Informatikforschung in Deutschland“ vor.*

Den Abschluss der Grußwortredner machte der Bürgermeister der Stadt Karlsruhe, **Harald Denecken**. Nach einem kurzen Abriss über die Erfolgsgeschichte der Karlsruher Informatikfakultät ging Denecken insbesondere auf die idealen Bedingungen für Spitzenforschung in der TechnologieRegion Karlsruhe ein.

Den ersten Festvortrag präsentierte **Prof. Dr. Bernd Reuse**, Ministerialrat a. D., zum Thema „Die Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland“. Bereits im Sommersemester leitete Reuse dazu eine vierteilige Sonderkolloquienreihe, die Informatikexperten von Rang und Namen aus ganz Deutschland nach Karlsruhe lockte.

In seinem Vortrag spannte er den zeitlichen Bogen vom ersten DV-Programm über das Überregionale Forschungsprogramm Informatik, die Grundlagenforschung der 80er-Jahre, Dienstleistungen und Multimedia bis hin zur Kommunikationstechnologie und Nanotechnik seit dem Jahre 2000 und zahlreichen weiteren Themengebieten. Reuses Fazit zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland fiel in Bezug auf ihr internationales Ansehen äußerst positiv aus, national jedoch müsse sie sich das Ansehen erst erarbeiten.

**Thomas Klein**, Director bei IBM Deutschland Entwicklung GmbH, sprach anschließend über „IBM Research and Development“. Er zeichnete anhand von wichtigen Meilensteinen des technologischen Fortschrittes die Entwicklung von IBM Computern nach. Auch die erfolgreiche Firmengeschichte wurde in Form von Mitarbeiterzahlen, dem Hinweis auf fünf Nobelpreisträger innerhalb der Firma und der Nennung von 3261 Patentanmeldungen im Jahre 2006 kurz thematisiert. Am Ende stand die Zusammenarbeit zwischen der Universität Karlsruhe und dem IBM Development Lab in Böblingen im Zentrum. Diese Kooperation sei für beide Seiten ausgesprochen förderlich.

Mit **Prof. Dr. Lutz Heuser**, Leiter SAP Research und Chief Development Architect der SAP AG, präsentierte ein weiteres bedeutendes Unternehmen seine Verbundenheit mit der Informatikfakultät. In seinem Vortrag „Vision einer webbasierten Dienstleistungsgesellschaft“ wies Heuser das „Internet der Dinge“ und das „Internet der Dienste“ als zukünftige Entwicklungsziele aus. Die Entwicklung service-orientierter Architekturen (SOA) und semantischer Technologien sei hierfür unerlässlich. Neue Entwicklungen wie RFID, Second Life oder auch Simulationen in Zusammenarbeit mit dem DFKI seien für die Entwicklung und Forschung der SAP in Bezug auf das „neue Internet“ wichtige Bausteine.

Als letzter Redner des Festaktes sprach der Dekan, **Prof. Dr. Roland Vollmar**, über „35 Jahre Fakultät für Informatik – Entwicklung und Ausblick“. Das Ziel der Fakultät, sowohl Grundlagen als auch Systemorientierung zu vermitteln, werde trotz der Auswirkungen des Bologna-Prozesses nicht aus den Augen verloren. Neben der Ausbildung nehme die Fakultät auch in der Forschung eine Spitzenposition ein, was über 250 laufende Forschungsprojekte, die hohe Anzahl der Promotionen sowie die eingeworbenen Drittmittel belegen. Auch die Gründung des KIT werde die Fakultät weiter voranbringen. Berufungen und Institutsgründungen stehen an, und die Fakultät wird ihre angesehene Forschung und Lehre weiter voranbringen – damit während der nächsten großen Jubiläumsfeier ebenso erfreulich auf das Geleistete zurückgeblickt werden kann.

## Zeitreise in die Anfänge der Informatik-Forschung: Sonderkolloquien beleuchten die Entwicklung der Informatik als Wissenschaftsdisziplin in Deutschland

Mit Blick auf die Geburtsstunde der ersten deutschen Informatikfakultät vor 35 Jahren an der Universität Karlsruhe (TH) veranstaltete die Fakultät für Informatik im Sommersemester 2007 eine Sonderkolloquienreihe zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland. Diese Zeitreise in die vier wesentlichen Entwicklungsphasen der Informatikforschung in Deutschland begann mit dem „Ersten Datenverarbeitungsprogramm“ in den 70er Jahren und endete mit dem Förderprogramm „IT-Forschung 2006.“ Führende Experten und Zeitzeugen gewährten Einblicke in die Forschungshöhepunkte ihrer Zeit und vermittelten den zahlreichen Gästen einen ebenso umfassenden wie detaillierten wissenschaftlichen Exkurs.

Die Sonderkolloquien zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland fanden am 24. April, 22. Mai, 19. Juni und am 10. Juli 2007 im NTI-Hörsaal statt und wurden nicht zuletzt durch die sich anschließenden Empfänge im benachbarten Gastdozentenhaus zu Treffpunkten von Wissenschaftlern von Rang und Namen, die die Informatikforschung und damit einen Teil der Informatikgeschichte entscheidend mitgeprägt haben.

Zeitlich entsprachen die vier Vortragszyklen in etwa den 70er, 80er und 90er Jahren sowie den ersten Jahren im neuen Jahrhundert. Eingeleitet wurden die Sonderkolloquien jeweils von einem Basisvortrag von Ministerialrat a. D. **Prof. Dr. Bernd Reuse**, Lehrbeauftragter der Karlsruher Fakultät für Informatik. Als Verantwortlicher für die Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hatte Reuse mehr als 20 Jahre lang die deutsche Informatiklandschaft mitgestaltet und war Motor für den Aufbau von international konkurrenzfähigen Zentren für Spitzenforschung.

Je ein Karlsruher Vertreter sowie ein externer Wissenschaftler widmeten sich anschließend den thematischen Schwerpunkten der noch jungen Wissenschaftsdisziplin: Schwerpunkt des ersten Zeitblocks war das „Überregionale Forschungsprogramm Informatik“, das mit Hilfe von Sondermitteln der Bundesregierung die Entwicklung von 8 Forschungsgebieten und die Errichtung der ersten Informatik-Studiengänge in Deutschland



*Prof. Dr. Thomas Lengauer gab im Rahmen des 3. Sonderkolloquiums zur Informatikforschung in Deutschland einen Überblick über die Forschungsschwerpunkte der Informatik in den Biowissenschaften.*

*Geschätztes Publikum:  
Größen der frühen  
Informatikforschung  
trafen sich im Sommer-  
semester 2007 in  
Karlsruhe.*



in Gang bringen sollte und so zur Institutionalisierung einer neuen Wissenschaftsdisziplin beitrug. Auch die Karlsruher Universität, an der es bereits seit 1969 ein Institut für Informatik und den deutschlandweit ersten eigenständigen Diplomstudiengang Informatik gab, profitierte von dieser Forschungsinitiative.

Während ein Schwerpunkt der 80er Jahre der breite Aufbau der Künstlichen Intelligenz in Deutschland darstellte, standen im dritten Zeitblock, den 90er Jahren, die Sprachverarbeitung und das Software Engineering im Vordergrund, daneben neue Forschungsgebiete, wie die Neuro- und die Bioinformatik. Im neuen Jahrhundert war die Mensch-Technik-Interaktion eines der zentralen Themen. Orientierungspunkte für die Chronologie bildeten die wichtigsten Forschungsprojekte des Bundes, der DFG, der EU und von EUREKA.

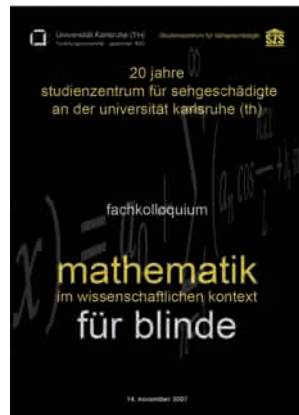
*Informatik-Veteranen  
in ihrem Element.*



## 20 Jahre Studium für Blinde und Sehbehinderte an der Universität Karlsruhe

Am 14. November 2007 feierte das Studienzentrum für Sehgeschädigte „20 Jahre Studium für Blinde und Sehbehinderte an der Universität Karlsruhe (TH)“. Mit dem Modellversuch „Informatik für Blinde – Studium für Sehgeschädigte in Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen“ hatte es 1986/87 begonnen. Fünf Jahre später wurde das SZS in der Fakultät für Informatik gegründet. Eine ausführliche Publikation beschreibt den Werdegang, Unterstützungs- und Forschungsprogramme sowie nationale und internationale Projekte des SZS.

Der Tag selbst wurde mit einem international besetzten Fachkolloquium „Mathematik im wissenschaftlichen Kontext für Blinde“ begonnen. Dem folgte das Erlebnis einer „dunkel bar“ im Untergeschoss des Informatikgebäudes. „hör bar“ war die Abendveranstaltung mit über 300 Gästen im völlig abgedunkelten Gaede-Hörsaal: Martin Engel, blinder Pianist an der Musikhochschule, Gunnar Schmidt, Schauspieler am Badischen Staatstheater, und Gerhard Jaworek, blinder Informatiker, Gitarrist und Chansonnier am SZS versetzten in eine Welt unterschiedlichster Empfindungen.



*20 Jahre SZS: Mit einem wissenschaftlichen Fachkolloquium und einem anspruchsvollen kulturellen Programm wurde am Vorabend der 35-Jahrfeier der Fakultät für Informatik das 20-jährige Bestehen des Studiums für Blinde und Sehbehinderte an der Universität Karlsruhe (TH) gefeiert.*

## 2.4 Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium

Zum 10-jährigen Jubiläum des Projektes „Schüler studieren Informatik an der Universität Karlsruhe“ haben sich die Fakultät Informatik an der Uni Karlsruhe und Projektleiter Studiendirektor Michael Pohlig etwas Besonderes einfallen lassen: Die Teilnehmer der 10. Runde trafen sich vom 27.-28. September 2007, kurz vor dem Start des neuen Wintersemesters, im Kloster Neusatzek zu einem zweitägigen Vorbereitungstreffen. Unter Anleitung von Michael Pohlig erarbeiteten sich die zukünftigen Schülerstudenten mathematische Kenntnisse, die für das Studium der Informatik hilfreich sind, aber in der Schule nicht unterrichtet werden.

Was den Schülern gefallen hat, war die Art, wie Pohlig und die Mitarbeiter aus der Informatik-Fakultät Mathematik betrieben haben: nämlich zügig, streng und auf hohem Niveau. Die Ausführungen von Herrn Andreas Merkel, Assistent der Info-I-Vorlesung im WS 2007/08, über das kommende Semester einschließlich der Organisation wurden sehr positiv aufgenommen. Ebenso stieß sein Überblick über das Informatikstudium an der Universität Karlsruhe (TH) auf sehr großes Interesse. Die angehenden Schülerstudenten fühlten sich bereits zu diesem Zeitpunkt gut präpariert für das anstehende Studium.

Dass sich die Teilnehmer am Projekt zwei Tage lang kennen lernen konnten, war wichtig und zeigte sich in einer gut entwickelten Gruppendynamik. Die Schüler verhielten sich schon am Ende des ersten Tages so, als würden sie sich schon lange kennen. So wird die Gruppe vermutlich einen guten Zusammenhalt zeigen, will sich aber in das universitäre Treiben voll integrieren. Was natürlich zum Gelingen beigetragen hat, war die Atmosphäre im Josef-Bäder-Haus des Klosters Neusatzek. Konferenzraum, Essen und Zimmer waren bestens und wurden von allen Teilnehmern geschätzt.

Marco Pfirrmann, einer der ehemaligen Teilnehmer an dem Projekt, ergänzte die Ausführungen von Herrn Merkel mit seinen beim Schülerstudium gesammelten Erfahrungen. Die zweitägige Klausur, finanziell unterstützt von der Fakultät, stieß bei den Schülern wegen des großen Informationsgehalts, des ungewohnt hohen Niveaus der Arbeit, des angenehmen Ambientes im Kloster und des schnell entwickelten Gruppengefühls auf großes und dankbares Interesse.

Mittlerweile haben die Schülerstudenten der Runde 10 das erste Semester einschließlich der Klausur mit Erfolg abgeschlossen, besuchen die Veranstaltungen der Info-II-Vorlesungen und bereiten sich auf ihre zweite Klausur vor.

Das eingespielte Team Frau Dr. R. Endsuleit, Herr Prof. Dr. P. H. Schmitt (für die Fakultät für Informatik) und Herr M. Pohlig (für das Regierungspräsidium KA) ist zuversichtlich, dass das Projekt, das mittlerweile schon viele Nachahmer gefunden hat, auch die Umstellung auf das Bachelor-/ Master Studium ohne große Schwierigkeiten schaffen wird.

## 2.5 Rufe und Berufungen

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

*Prof. Dr.-Ing. Tanja Schultz*

wurde zum 5. März 2007 zur Universitätsprofessorin für Kognitive Systeme am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme (IAKS) ernannt.

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

*Prof. Dr. rer. nat. Uwe Brinkschulte*

Ruf auf eine W3-Professur "Eingebettete Systeme" an der Universität Frankfurt am Main (Ruf angenommen).

*Prof. Dr. rer. nat. Hannes Hartenstein*

Ruf auf eine Professur für Informatik (Kooperative Systeme) an der Universität Wien (Ruf abgelehnt).

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

*Prof. Dr.-Ing. Georg Carle*

Ruf auf eine W3-Professur "Netzarchitekturen und Netzdienste" an der Technischen Universität München (Ruf angenommen).

## 2.6 Ehrungen und Preise

### **Verleihung der Ehrendoktorwürde (Ehrendoktor der Ingenieurwissenschaften)**

durch die Technische Universität Ilmenau am 19. Januar 2007

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

### **Ehrenmitgliedschaft der Gesellschaft für Informatik (GI)**

Zum bislang sechsten Ehrenmitglied nach Konrad Zuse, Friedrich L. Bauer, Wilfried Brauer, Günter Hotz und Joseph Weizenbaum ernannte die Gesellschaft für Informatik am 26. September 2007 im Rahmen der GI-Jahrestagung 2007 im Bremer Rathaus

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

### **Scientific American 50 Award**

In die Liste der weltweit 50 Preisträger des Scientific American Award 2007 schaffte es in der Kategorie "The fastest way to get there"

*Dr. rer. nat. Dominik Schultes.*

### **Wissenschaftspreis 2007 der Gesellschaft für Datenschutz und Datensicherheit**

Für die Dissertation "Sicherer, aggregierender Datentransport in drahtlosen Sensornetzen"

*Dr. rer. nat. Erik-Oliver Bläß*



**Software Engineering Förderpreis 2007**

- Für die Diplomarbeit “Software Verification for Java 5“

*Dipl.-Inform. Matthias Ulbrich*

- Für die Diplomarbeit “Erweiterung des Kantenkonzepts deklarativer Graphersetzungssysteme von Einfachkanten über Hyperkanten zu „Superkanten““

*Dipl.-Inform. Oliver Denninger*

**Absolventenpreis der Fakultät für Informatik**

für den besten Studienabschluss in Informatik im Akademischen Jahr 2006/2007  
gestiftet von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH

*Dipl.-Inform. Ignaz Rutter*

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

- Thema: „LOD-Caching dynamisch generierter prozeduraler Texturen“

*Dipl.-Inform. Jörn Herwig*

- Thema: „High Level Reasoning considering Uncertainty for a Service Robot with Human-Robot Interaction“

*Dipl.-Inform. Sven Schmidt-Rohr*

**Preise des Fördervereins “Forschungszentrum Informatik“ für eine hervorragende Dissertation in Informatik wurden im Berichtsjahr verliehen:**

- Thema: “Protokollkomposition und Komplexität“

*Dr. rer. nat. Dominique Unruh*

- Thema: “Register Allocation for Programs in SSA-Form“

*Dr. rer. nat. Sebastian Hack*

**ACM Best Paper Award**

„Model-based Performance Prediction with the Palladio Component Model“, In: Proceedings of the 6th International Workshop on Software and Performance (WOSP 07), S. 56-67. ACM Sigsoft, Februar 2007

*Dipl.-Wirtsch.-Inform. Steffen Becker, Dipl.-Inform. Heiko Koziolk, Prof. Dr. Ralf Reussner*

**EURON/EUnited Robotics Technology Transfer Award**

3. Preis für Universität Karlsruhe und Firma SCHUNK “Multi-finger Industrial Robotergreifer“, Stuttgart, 31 May 2007

*Prof. Dr. Heinz Wörn*



## **2. Posterpreis der CURAC 2007**

“Semiautomatisches Ankopplungsverfahren für einen Assistenzroboter zur Repositionierung osteotomierter Knochenstücke bei orthognath-chirurgischen Eingriffen“, Jahrestagung CURAC 2007 in Karlsruhe vom 11.-13. Oktober 2007

*Dipl.-Inform. Jessica Burgner*

## **Outstanding Paper**

“Full Bandwidth Broadcast, Reduction and Scan with only two Trees“, EuroPVM/MPI User's Group Meeting 2007 (30.09.-03.10.07) in Paris, Frankreich

*Prof. Dr. Peter Sanders, Jochen Speck, Jesper Larsson Träff*

## **Best Paper Award**

“Modeling and Managing Federated Web-based Systems“; In: Proceedings of the 3rd International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST), Barcelona, Spanien, 3.-6. März 2007, S. 15-22

*Dipl.-Inform. Johannes Meinecke, Dr.-Ing. Martin Gaedke, Dipl.-Inform. Wirt Frederic Majer, Alexander Brändle*

## **3. Platz Best Paper Award**

“A Lawful Framework for Distributed Electronic Markets“; Proceedings of the 8th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises, Guimarães, Portugal, 10.-12. September 2007; S. 233-240,

*Dipl.-Inform. Michael Conrad, Christian Funk, Dr. jur. Oliver Raabe, Dr.-Ing. Oliver Waldhorst*

## 2.7 Habilitationen und Promotionen

### Habilitation 2007

#### *Dr.-Ing. Catherina Burghart*

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik (IPR), Universität Karlsruhe (TH)

„Mensch und Maschine – Interaktion mit intelligenten Robotersystemen“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn  
 Korreferent: Prof. Dr. D. Söffker  
 Habilitation am: 10. Dezember 2007

### Promotionen 2007

#### *Dr.-Ing. Jan Albiez*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik (FZI) Karlsruhe

„Verhaltensnetzwerke zur adaptiven Steuerung biologisch motivierter Laufmaschinen“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann  
 Korreferent: Prof. Dr. H. Cruse

#### *Dr.-Ing. Michael Aschke*

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

„Stereoskopische Navigation in 3D-Datensätzen für die Erweiterte Realität in der Chirurgie“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn  
 Korreferent: Prof. Dr. A. Unterberg

#### *Dr. rer. nat. Jan Stephen Bender*

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

„Impulsbasierte Dynamiksimulation von Mehrkörpersystemen in der virtuellen Realität“

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

#### *Dr. rer. nat. Marc Benkert*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik, Universität Karlsruhe (TH)

„Construction and Analysis of Geometric Networks“

Referent: Prof. Dr. A. Wolff  
 Korreferent: Prof. Dr. M. van Krefeld

***Dr. rer. nat. Erik-Oliver Bläß***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)

„Sicherer, aggregierender Datentransport in drahtlosen Sensornetzen“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. F. Freiling

***Dr. rer. nat. Jens-Matthias Bohli***

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

„Interne Angreifer in der Kryptographie: Digitale Signatur und Schlüsselaustausch“

Referent: Dr. J. Müller-Quade

Korreferent: Prof. Dr. R. Vollmar

***Dr. rer. nat. Richard Bubel***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik, Universität Karlsruhe (TH)

„Formal Verification of Recursive Predicates“

Referent: Prof. Dr. P. Schmitt

Korreferent: Prof. Dr. U. Furbach

***Dr.-Ing. Suei Jen Chen***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik, Universität Karlsruhe (TH)

„Time-Optimized Generation of Robot Trajectories Considering Object Dynamic Constraints “

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. R. Dillmann

***Dr.-Ing. Uwe Dannowski***

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

„Towards Fast and Portable Microkernels“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferent: Prof. Dr. H. Härtig

***Dr.-Ing. Mark Doll***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)

„Management qualitätsbasierter Gruppenkommunikation im Internet“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. T. Braun

***Dr. rer. nat. Regine Endsuleit***

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Robust and Private Computations of Mobile Agent Alliances“

Referent: Prof. Dr. J. Calmet

Korreferent: Prof. Dr. A. Omicini

***Dr. rer. nat. Marco Gaertler***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik, Universität  
Karlsruhe (TH)

„Algorithmic Aspects of Clustering-Theory, Experimental Evaluation, and Applications in  
Network Analysis and Visualization“

Referentin: Prof. Dr. D. Wagner

Korreferent: Prof. Dr. U. Brandes

***Dr.-Ing. Bernd Gaßmann***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Modellbasierte, sensorgestützte Navigation von Laufmaschinen im Gelände“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. K. Berns

***Dr.-Ing. Michael Gauß***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und  
Robotik, Universität Karlsruhe (TH)

„Ein Beitrag zur Standardisierung von Kommunikationsschnittstellen für Industrieroboter  
und komplexe Sensoren“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. R. Dillmann

***Dr.-Ing. Rubino Geiß***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Graphersetzung mit Anwendungen im Übersetzerbau“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferentin: Prof. Dr. D. Wagner

***Dr.-Ing. Hans-Joachim Hof***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Sichere Dienste-Suche in Sensornetzen“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart  
Korreferent: Prof. Dr. G. Carle

***Dr.-Ing. Dong Huang***

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

„A Security Gateway for Web Service Protocols“

Referent: Prof. Dr. J. Calmet  
Korreferent: Prof. Dr. H. Schmeck

***Dr.-Ing. Steffen Knoop***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Interaktive Erstellung und Ausführung von Handlungswissen für einen Serviceroboter“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann  
Korreferent: Prof. Dr. G. Sagerer

***Dr.-Ing. Alexei Konnov***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und  
Robotik, Universität Karlsruhe (TH)

„Zuverlässigkeitsberechnung und vorbeugende Wartung von komplexen technischen  
Systemen mittels modifizierter Markov-Methode“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn  
Korreferent: Prof. em. Dr. W. Görke

***Dr.-Ing. Karsten Krutz***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Integriertes Modell zur Entwicklung und Suche von Web-Diensten“

Referent: Prof. Dr. S. Abeck  
Korreferent: Prof. Dr. R. Reussner

***Dr.-Ing. Marco Liebsch***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Paging in IP-basierten Mobilkommunikationsnetzen“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart  
Korreferent: Prof. Dr. D. Hogrefe

***Dr. rer. nat. Florian Liekweg***

„Automatische Speicherverwaltung mit Regionen“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferent: Prof. Dr. F. Bellosa

***Dr.-Ing. Götz Lindenmaier***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation, Universität Karlsruhe (TH)

„Cacheoptimierung für Vererbungshierarchien“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferent: Prof. Dr. U. Aßmann

***Dr.-Ing. Detlef Mages***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Prozessrechentechnik, Automation und Robotik, Universität Karlsruhe (TH)

„Generisches Bahnplanungssystem für industrielle Roboteranwendungen“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. R. Vollmar

***Dr.-Ing. Guido Malpohl***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation, Universität Karlsruhe (TH)

„Skalierbarkeit von Cluster-Dateisystemen durch Verteilung der Metadaten“

Referent: Prof. Dr. W. Tichy

Korreferent: Prof. Dr. F. Bellosa

***Dr.-Ing. Gábor Nagypál***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation, Universität Karlsruhe (TH)

„Possibly imperfect ontologies for effective information retrieval“

Referent: Prof. em. Dr. P. Lockemann

Korreferent: Prof. Dr. R. Studer

***Dr.-Ing. Martin Nußbaumer***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)

„Entwicklung und Evolution dienstorientierter Anwendungen im Web Engineering“

Referent: Prof. Dr. W. Juling

Korreferent: Prof. Dr. H. Schmeck

***Dr.-Ing. Michael Pardowitz***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Inkrementelles und interaktives Lernen von Handlungswissen für Haushaltsroboter“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. A. Knoll

***Dr. rer. nat. Elisabeth Peinsipp-Byma***

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer Institut Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Karlsruhe

„Leistungserhöhung durch Assistenz in interaktiven Systemen zur Szenenanalyse“

Referent: Prof. Dr. M. Syrbe

Korreferent: Prof. Dr. A. Schmitt

***Dr. rer. nat. Thomas Schank***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Algorithmic Aspects of Triangle-Based-Network Analysis“

Referent: Prof. Dr. D. Wagner

Korreferent: Prof. Dr. U. Brandes

***Dr.-Ing. Marc Schanne***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik (FZI) Karlsruhe

„Methodik zur durchgängigen Entwicklung verteilter Systeme mit Echtzeitbedingungen für Rundrufnetze“

Referent: Prof. Dr. W. Tichy

Korreferent: Prof. Dr. U. Brinkschulte

***Dr. rer. nat. Steffen Schlager***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik,  
Universität Karlsruhe (TH)

„Symbolic Execution as a Framework for Deductive Verification of Object-oriented Programs“

Referent: Prof. Dr. P. H. Schmitt

Korreferent: Prof. M. Dam, Ph. D.

***Dr.-Ing. Marvin Schneider***

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

„Logical Fibering Based Web Access Management“

Referent: Prof. Dr. J. Calmet

Korreferent: Prof. Dr. J. Pfalzgraf

***Dr.-Ing. Sascha Seifert***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik, Universität  
Karlsruhe (TH)

„Biomechanische Modellierung der Halswirbelsäule basierend auf tomographischen  
Bilddaten“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. J. Beyerer

***Dr.-Ing. Olaf Seng***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik (FZI), Karlsruhe

„Suchbasierte Strukturverbesserung objektorientierter Systeme“

Referent: Prof. em. Dr. G. Goos

Korreferent: Prof. Dr. R. Reussner

***Dr.-Ing. Christoph Sorge***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)

„Selbstorganisierende Empfehlungssysteme im Internet – eine interdisziplinäre  
Betrachtung zwischen Technik und Recht“

Referent: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. T. Dreier

***Dr.-Ing. Oliver Stanze***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)

„Multicast-Routing in mobilen Ad-hoc-Netzen“

Referent: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. W. Effelsberg

***Dr.-Ing. Michael Thiel***

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

„Evolutionäre Methoden für die Steuerung und Regelung von Mikrorobotern“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. U. Brinkschulte



***Dr.-Ing. Marc Torrent-Moreno***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Inter-Vehicle Communications: Achieving Safety in a Distributed Wireless Environment.  
– Challenges, Systems and Protocols“

Referent: Prof. Dr. H. Hartenstein

Korreferent: Prof. Dr. R. Sengupta

***Dr.-Ing. Christian Vogt***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Efficient and Secure End-to-End Mobility Support in IPv6“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. C. Görg

***Dr.-Ing. Uwe Walter***

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)  
„Robuster und effizienter Betrieb dienstgütebasierter Netze“

Referentin: Prof. Dr. M. Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr. J. Eberspächer

***Dr. rer. nat Yi Yang***

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

„A Framework for Decision Support Systems Adapted to Uncertain Knowledge“

Referent: Prof. Dr. J. Calmet

Korreferent: Prof. Dr. P. Kuntz-Kosperec

# **Einrichtungen der Fakultät**

## **Institute und ihre Forschungsvorhaben**

### Institut für Theoretische Informatik

Das Institut befasst sich mit den theoretischen Grundlagen der Informatik und deren 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 zur 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, u. a. 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 ist außerdem federführend bei der Einrichtung des DFG-SPP 1307 “Algorithm Engineering”.

Einen weiteren Schwerpunkt des Instituts bilden Forschungsarbeiten zur Mensch-Maschine-Interaktion. Hierbei werden einerseits Methoden zur Erkennung, Übersetzung und Generierung spontan gesprochener Sprache untersucht. In einer weiteren Forschungsgruppe werden bildverarbeitende Systeme entwickelt, um Menschen und ihre Aktivitäten wahrnehmen zu können. Weitere Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Entwicklung multimodaler Dialogsysteme. Das Institut ist am SFB 588 (Humanoide Roboter) und am EU-Projekt TC-Star beteiligt. Im Jahr 2004 übernahm es die wissenschaftliche Koordination des integrierten EU-Projekts “CHIL – Computers in the Human Interaction Loop”.

#### 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

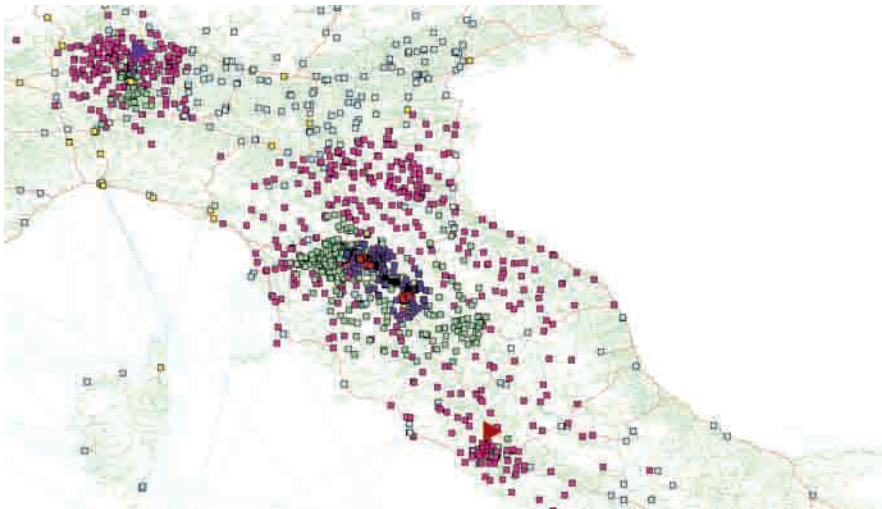
**Algorithmentheorie/  
Algorithm Engineering**

Leiter:	Prof. Dr. P. Sanders
Sekretärin:	A. Blancani
Wiss. Mitarbeiter:	V. Batz (ab 01.09.2007), Dr. R. Dementiev (bis 31.07.2007), Dr. T. Käußl, V. Osipov (F, ab 01.10.2007), D. Schultes (F), J. Singler, F. Transier (F), Dr. R. van Stee
Systemtechniker:	N. Berger

### Routenplanung in sehr großen Straßennetzen

(V. Batz, P. Sanders, D. Schultes)

Wir arbeiten an Algorithmen zur Routenplanung in sehr großen Straßennetzen. Im Berichtszeitraum konnten wir sowohl bestehende Verfahren verbessern als auch neue Verfahren entwickeln. Unser wichtigster Beitrag besteht in einem Ansatz namens Highway-Node Routing. Dieser ermöglicht es, sowohl mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen (Sportwagen, LKW etc.) umzugehen als auch Staus bei der Routenplanung zu berücksichtigen. Diese beiden wichtigen Funktionalitäten wurden bisher nicht adäquat unterstützt. Die wesentliche Idee hierbei ist, wichtige Straßenkreuzungen zu identifizieren und ein kompaktes Netz



*Intelligentes Umfahren eines Staus auf dem Weg von Mailand nach Rom.*

vorzuberechnen, das die schnellsten Verbindungen zwischen den gewählten Kreuzungen repräsentiert. Der Routenplanungsalgorithmus kann dann, sobald er die wichtigen Kreuzungen erreicht hat, die weitere Suche auf das deutlich kleinere, vorberechnete Netz beschränken, wodurch schnelle Suchzeiten erreicht werden können. Diese Grundidee kann wiederholt angewendet werden, um ein mehrstufiges, noch effizienteres Verfahren zu erhalten. Neben dem Umgang mit den bereits erwähnten dynamischen Szenarien zeichnet sich unsere Routenplanungstechnik durch ihren extrem kleinen Speicherbedarf, die schnellen Vorberechnungszeiten und ihre Einfachheit aus.

Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://algo2.iti.uka.de/schultes/hwy/>

## Algorithmen-Bibliotheken

*(R. Dementiev, V. Osipov, 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 verbessert die einfache Verfügbarkeit den Transfer von theoretischen Ergebnissen in die Praxis und damit auch zu industriellen Anwendern.

Die von uns entwickelte Bibliothek von Algorithmen und Datenstrukturen namens STXXL (<http://stxxl.sourceforge.net>) kann riesige Datenmengen, die nicht mehr in den Hauptspeicher des Rechners passen, schnell verarbeiten.

Die Bibliothek implementiert eine Schnittstelle ähnlich der C++ Standard Template Library (STL). Es gibt bereits zahlreiche Anwender aus Industrie und Forschung.

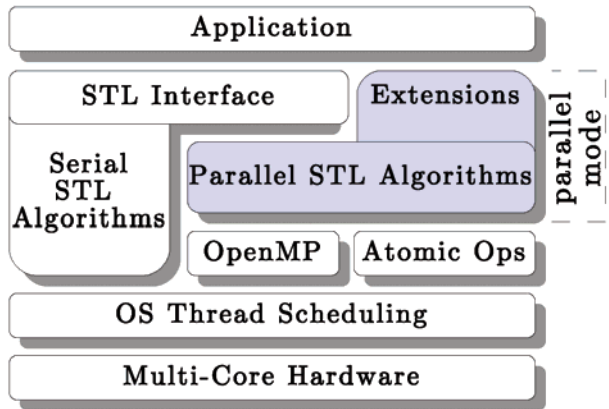
Ein sehr aktueller Aspekt ist die zunehmende Parallelisierung von Computern, speziell durch Mehrkern-Prozessoren, die heutzutage dominieren. Damit Applikationen tatsächlich von dieser gesteigerten Rechenleistung profitieren können, müssen parallele Algorithmen eingesetzt werden. Unsere Bibliothek MCSTL (<http://algo2.iti.uka.de/singler/mcstl>) macht dies einfach möglich, indem sie grundlegende parallelisierte Algorithmen zur Verfügung stellt, ebenfalls unter der wohlbekannten Schnittstelle der STL. Zu diesem Thema ergab sich auch eine Kooperation mit der Universität Politècnica de Catalunya in Barcelona.

Wir arbeiten daran, die MCSTL in die STL-Implementierung des freien Gnu-C++-Compilers zu integrieren, unter dem Titel `libstdc++ parallel mode`. Hierbei kooperieren wir mit den Hauptentwicklern der Bibliothek. Beide Bibliotheken haben wir sehr vorteilhaft miteinander kombiniert. Dabei beschleunigt die MCSTL die internen Berechnungen, die STXXL sorgt wie gehabt für einen sehr effizienten Zugriff auf externe Daten. Dies wurde nötig, da die interne Berechnung den immer leistungsstärkeren Festplatten mehr und mehr hinterherhinkte.

Auf der nächsthöheren Ebene sehen wir die Implementierung effizienter Graphalgorithmen und Datenstrukturen für große Datenmengen, basierend auf unseren vorhandenen Bibliotheken. Diese Implementierung soll nicht nur effizient sein, sondern auch fle-

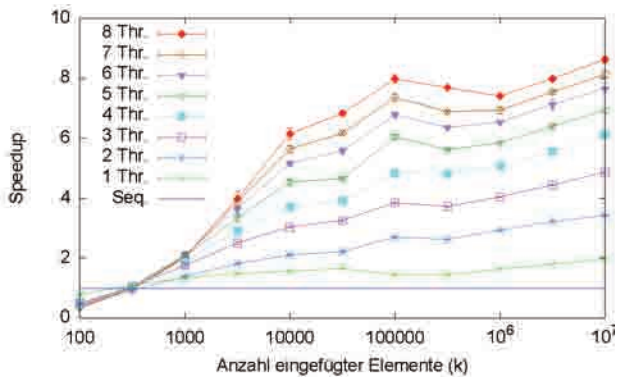
xibel genug für zahlreiche Anwendungen aus der Praxis. Ein gutes Beispiel für eine flexible Schnittstelle für Graph-Algorithmen ist der entsprechende Teil der Boost-Bibliothek. Diese beinhaltet Implementierungen solch klassischer Algorithmen wie Dijkstras Algorithmus für kürzeste Wege oder Breitensuche. Leider scheitern diese Algorithmen für Datenmengen, die größer sind als der Hauptspeicher des Rechners, sie finden keine Lösung in annehmbarer Zeit. Ziel unseres Projekts ist es, diesen Missstand zu beheben und eine effiziente Lösung im Rahmen der Boost-Schnittstelle anzubieten.

Seit Juni 2007 werden diese Projekte im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1307 "Algorithm Engineering" gefördert.



Das Schichtenmodell des libstdc++ parallel mode

Einfügen in eine Menge wird durch Parallelisierung schon für relativ kleine Datenmengen beschleunigt. Der Graph zeigt den Speedup auf einer Maschine mit 2 Quad-Core-Prozessoren.



## Algorithmischer Mechanismenentwurf

(R. van Stee)

Internetuser und Service-Provider verhalten sich eigennützig und spontan, ohne dass es eine Autorität gibt, die den Netzwerkbetrieb überwacht und reguliert, um ein soziales Optimum, wie z. B. eine minimale totale Wartezeit, zu erreichen. Eine interessante und aktuelle Frage ist, wie viel Leistung dadurch verloren geht. Diese Frage führt zu neuen algorithmischen Problemen, bei denen wir die Kosten eines Mangels an Zusammenarbeit untersuchen statt eines Mangels an Informationen (Online-Algorithmen) oder eines Mangels an unbegrenzter Rechenleistung (Approximationsalgorithmen).

Im Berichtszeitraum wurde der sogenannte price of anarchy beim Scheduling von parallelen Maschinen betrachtet. Die Jobs werden als Spieler betrachtet, und jeder Job möchte auf einer Maschine sein, auf der die Gesamtlast möglichst niedrig ist. Der price of anarchy ist das Verhältnis zwischen der maximal möglichen Last in einem Nash-Gleichgewicht und der maximalen Last der optimalen Zuweisung. Wir haben für parallele Maschinen den genauen price of anarchy für verschiedene Modelle gezeigt.

Des Weiteren wurde am algorithmischen mechanism design gearbeitet. Hier geht es darum, eigennützige Agenten dazu zu bringen, mit dem System zu kooperieren, damit wir die Leistung optimieren können. Das erfordert einen Auktionsmechanismus oder (häufiger) den Entwurf von geeigneten (monotonen) Approximationsalgorithmen für das jeweilige Problem. Wir haben u. a. folgendes Problem betrachtet: Maximiere die minimale Last auf parallelen (eigennützigen) Maschinen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. So wird die Last also auf gerechte Weise verteilt (fair division). Wir haben Approximations-schemata und Approximationsalgorithmen für dieses Problem gezeigt. Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://i10www.ira.uka.de/vanstee/papers/>

## Hauptspeicherbasierte Volltextsuche

(P. Sanders, F. Transier)

In Zusammenarbeit mit SAP in Walldorf entwickeln wir Algorithmen zur schnellen Suche innerhalb großer Mengen von Textdokumenten. Dabei sollen klassische festplattenbasierte Ansätze durch Verfahren ersetzt werden, die ihre Datenstrukturen ausschließlich im Hauptspeicher halten. Wie unsere bisherigen Ergebnisse zeigen, können so die Suchzeiten erheblich reduziert werden. Die in unserem Forschungsprojekt gewonnen Erkenntnisse werden dabei direkt in die SAP-eigene Suchmaschine TREX integriert.

So konnten wir im Berichtszeitraum untersuchen, wie das richtige Zusammenspiel einzelner Komponenten eines hauptspeicherbasierten Suchmaschinenkerns sowohl Platz- als auch Laufzeitreduzierungen ermöglichen kann. Ein Beispiel: In einer Suchmaschine werden Wörter auf ganzzahligen Werten abgebildet, d. h. ein Textdokument ist aus Sicht der Suchmaschine eine Liste von ganzen Zahlen. Sortiert man diese und entfernt man doppelte Einträge, so kann man diese Liste sehr kompakt abspeichern. Bei der Rückgabe der Suchergebnisse kann man nun mit dieser Information und mit Hilfe der ohnehin vorhandenen Indexstrukturen die Ausgangsabfolge der Zahlen auf sehr schnelle Art wieder rekon-

struieren. Wir haben ein Verfahren entwickelt, das aus dieser Suchmaschinen-Sicht der Textdokumente die menschlich lesbare Version reproduziert. Dabei müssen nur die Unterschiede zwischen dem Originaltext und den aneinander gereihten Wörtern gespeichert werden. Dies ermöglicht enorme Platzersparnisse, da bisherige Ansätze Texte zur Rückgabe ein zweites Mal speichern mussten. Gleichzeitig ist es aber auch mit der kompakt abgelegten Liste von Zahlen möglich, Änderungen innerhalb von bereits indizierten Texten schnell auf die entsprechenden Index-Strukturen zu übertragen, ohne dabei den kompletten Index neu aufbauen zu müssen.

Zu unseren weiteren Projektzielen zählen u. a. eine Optimierung der Suche nach Phrasen sowie eine damit realisierte und platzeffiziente Spezial-Suchmaschine für sehr kurze Texte von nur wenigen Wörtern.

## PV-System Tatzelwurm

(T. Käuffl)

Das System dient zur Verifikation von Programmen in einer imperativen Sprache. Aus einem Programm, das zusätzlich Spezifikationen (in der Sprache der Prädikatenlogik 1. Stufe) enthält, werden Verifikationsbedingungen erzeugt, die für die partielle Korrektheit hinreichend sind. Der Nachweis erfolgt mit einem 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 haben wir eine rekursive Fassung von Heapsort untersucht. Es zeigte sich, dass es zunächst notwendig war, die Eigenschaften einer Implementierung von Heaps durch Arrays genau zu untersuchen.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Epstein, L.; van Stee, R.:** Multidimensional Packing Problems. In: Handbook of Approximation Algorithms and Metaheuristics. Hrsg.: Gonzales, T. F.; Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2007, S. 35/1-35/15

18th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA) 2007. Hrsg.: Bansal, N.; Pruhs, K.; Stein, C.; New Orleans, LA, USA, 07.-09.01.2007. S. 469-476

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Cain, J.; Sanders, P.; Wormald, N.:** The Random Graph Threshold for k-orientability and a Fast Algorithm for Optimal Multiple-Choice Allocation. In: Proceedings of the

**Sanders, P.; Schultes, D.:** Engineering Fast Route Planning Algorithms. In: Workshop on Experimental Algorithms (WEA) 2007 (invited talk paper). Rom, Italia, 06.-08.06.2007. Springer, 2007, S. 23-36, (LNCS; 4525)



**Sanders, P.; Speck, J.; Träff, L.:** Full Bandwidth Broadcast, Reduction and Scan with only two Trees. In: EuroPVM/MPI Users Group Conference 2007 (outstanding paper). Paris, France, 30.09.-03.10.2007. Springer, 2007, S. 17-26, (LNCS; 4757)

**Sanders, P.; Transier, F.:** Intersection in Integer Inverted Indices. In: Proceedings Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX) 2007. New Orleans, LA, USA, 06.01.2007. S. 71-83

**Schultes, D.; Sanders, P.:** Dynamic Multi-Level Highway Node Routing. In: Workshop on Experimental Algorithms (WEA) 2007. Rom, Italia, 06.-08.06.2007. Springer, 2007, S. 66-79, (LNCS; 4525)

**Singler, J.; Sanders, P.; Putze, F.:** MCSTL: The Multi-Core Standard Template Library. In: 13th International Euro-Par Conference 2007. Rennes, France, 28.-31.08.2007. Springer, 2007, S. 682-694, (LNCS; 4641)

### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Albers, S.; van Stee, R.:** A Study of Integrated Document and Connection Caching in the WWW. In: Algorithmica, Band 47, Heft 3, 2007, S. 239-252

**Bast, H.; Funke, S.; Sanders, P.; Schultes, D.:** Fast Routing in Road Networks with Transit Nodes. In: Science, Band 316, Heft 5824, 2007, S. 566

**Dementiev, R.; Kettner, L.; Sanders, P.:** STXXL: Standard Template Library for XXL Data Sets. In: Software Practice & Experience (<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/114300511/ABSTRACT>), Band 37, Heft 10, 2007

## Forschungsbereich

## Institut für Theoretische Informatik

## Algorithmik

Leiterin:	Prof. Dr. D. Wagner
Sekretärin:	L. Beckert
Wiss. Mitarbeiter:	R. Bauer (F, ab 01.03.2007), M. Baur (F), M. Benkert (F, bis 31.05.2007), D. Delling (F), Dr. M. Gaertler, R. Görke, M. Holzer, B. Katz (F), M. Krug (ab 15.08.2007), S. Mecke, S. Meinert (F), M. Nöllenburg (F), I. Rutter (F, ab 01.05.2007), Dr. T. Schank (F)
Systemprogrammierer:	B. Giesinger

**Algorithmen für Sensornetze**

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

Drahtlose Sensornetze bestehen aus Tausenden kleiner Computer, die selbstorganisierend gemeinsame Aufgaben lösen müssen. Diese reichen von der Überwachung von Gebäuden über Umweltmessungen und Analyse lebensfeindlicher Gebiete bis zur Überwachung 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 besonderen Herausforderungen in Sensornetzen anzupassen. Ein Anliegen unserer Arbeitsgruppe ist es, den Einfluss verschiedener Varianten bei der Modellierung auf die Lösungen des eigentlichen Problems zu erforschen. Wir wollen klassische Modelle (etwa das Unit-Disk-Graph-Modell für die drahtlose Kommunikation oder einfache Interferenzmodelle) verfeinern und an Gegebenheiten anpassen, die in der Praxis auftreten.

Im Berichtsjahr arbeiteten wir eng mit dem BW-FIT-Projekt ZeuS (Zuverlässige Informationsverarbeitung in energiebewussten ubiquitären Systemen, <http://zeus-bw-fit.de/>) zusammen. Ziel von ZeuS ist die Erforschung des Zusammenhangs zwischen Energieverbrauch und verschiedenen Anforderungen an die Qualität der abgefragten Daten, genauer gesagt die Abwägung von Energie und Qualität (Sicherheit, Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit). Ein weiterer Schwerpunkt von ZeuS ist die größtmögliche Vereinigung praktischer Aspekte mit theoretischer Fundierung. Die Aktivitäten von ZeuS reichen vom Aufbau eines Prototyps, an dem die in ZeuS entwickelten Protokolle und Algorithmen getestet werden sollen, bis zu deren Analyse mit algorithmischen Methoden und formaler Verifikation.

Im Rahmen des Graduiertenkollegs 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netze” (<http://grk1194.uni-karlsruhe.de/>) beschäftigen wir uns vorwiegend mit dem engen

Zusammenhang zwischen der räumlichen Verteilung von Sensorknoten und der Struktur zu lösender Probleme, darunter naheliegend die Rekonstruktion von Knotenpositionen aus der Netzstruktur, aber auch die Lösung von Schedulingproblemen in verschiedenen geometrischen Modellen.

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

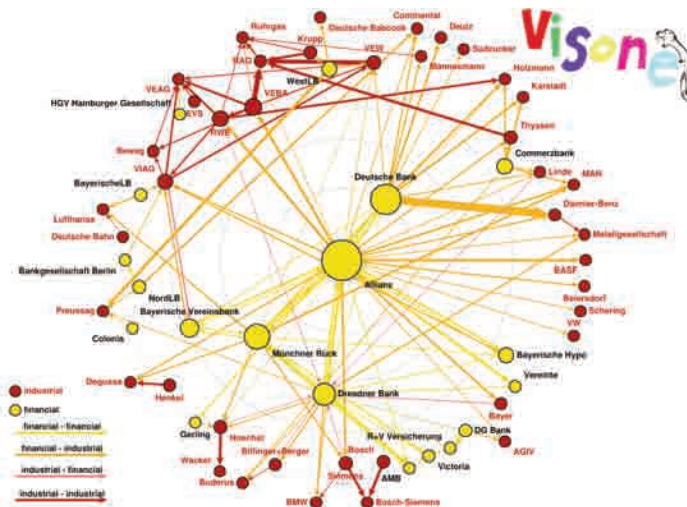
(M. Baur, T. Schank, D. Wagner)

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.

In diesem Projekt werden in Kooperation mit Prof. Dr. Ulrik Brandes von der Universität Konstanz neue Algorithmen zur Integration von Analyse und Visualisierung relevanter struktureller Merkmale entwickelt. 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.

Nachdem früher beispielsweise die Berechnung akteursbezogener Größen, wie etwa Zentralitäten und struktureller Rollen betrachtet worden waren, richtete sich das Augenmerk im abgelaufenen Jahr auf aussagekräftige Darstellungen von Gruppen und Visualisierungstechniken für sich verändernde Netzwerke. Darüber hinaus wurde das Software-Tool "Visone" stark erweitert, in dem diese Methoden über eine intuitiv zu bedienende Oberfläche Anwendern aus Forschung und Lehre zur Verfügung stehen.

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



Kapitalbeteiligungen zwischen den größten deutschen Firmen 1996. Farbe, Größe und Position der Elemente werden durch die verschiedenen Analysemethoden bestimmt.

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

(R. Bauer, D. Delling, D. Wagner)

Das Ziel des EU-Projektes ARRIVAL ist die Optimierung des vielleicht komplexesten und umfangreichsten Transportproblems: Die Optimierung des Eisenbahnsystems. Dabei liegt der Hauptschwerpunkt auf dem robusten Planen und dem Planen in Online-Szenarios, zwei wichtigen aber bislang wenig untersuchten Aspekten.

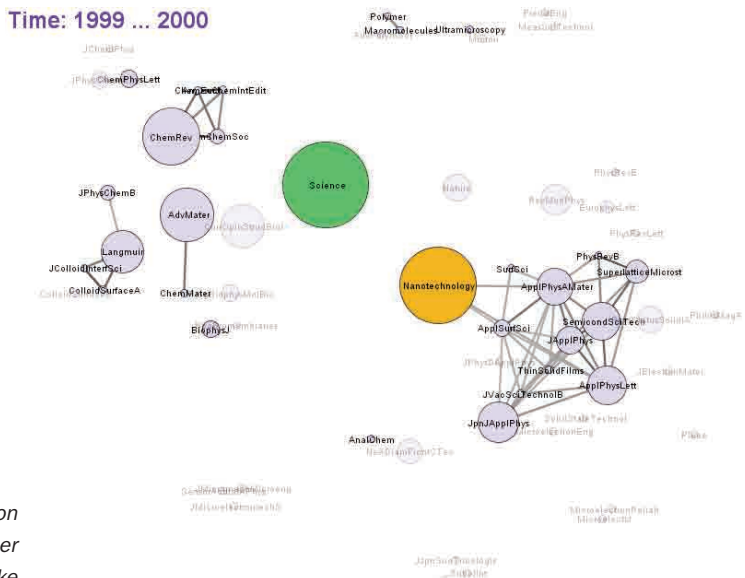
Bei Eisenbahnsystemen müssen mehrere Planungstufen berücksichtigt werden, z. B. Netzplanung, Fahrplanerstellung, Zusammenstellung der Züge, Zuweisung des Zugpersonals, aber auch Verspätungsmanagement. Ein Schwerpunkt unseres Lehrstuhls ist die Fahrplaninformation in Online-Szenarios. In Kooperation mit der Universität Patras, Griechenland, haben wir untersucht, wie ein Fahrplan aktualisiert werden kann, sobald eine Verspätung auftritt.

Ferner arbeiten wir zusammen mit der Universität Göttingen an einfachen Entscheidungsregeln, ob Züge auf verspätete Züge warten sollen oder nicht.

### 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. In den vergangenen Jahren wurde dazu das Netzwerkanalyse-Programm Visone um dynamische Graphdatenstrukturen ergänzt. Diese wurden im Jahr 2007 erweitert und hinsichtlich von Effizienz und Stabilität verbessert.



Schwerpunkt im Jahr 2007 war jedoch die Entwicklung eines effizienten Algorithmus zur animierten Visualisierung dynamischer Netzwerke. Auch dieser Algorithmus wurde in das Netzwerkanalyse-Programm Visone integriert.

In Zusammenarbeit mit unseren Projektpartnern wurden diverse dynamische Netzwerke mit Hilfe von Visone analysiert und animiert visualisiert. Daraus entstandene Publikationen sind entweder in Vorbereitung oder wurden eingereicht.

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

*(M. Gaertler, R. Görke, D. Wagner)*

Scheinbar unkontrolliert wachsende Informationssysteme wie das Internet, Literaturnetzwerke, Telefonnetzwerke, Kollaborationsnetzwerke oder Peer-to-Peer-Netzwerke 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.

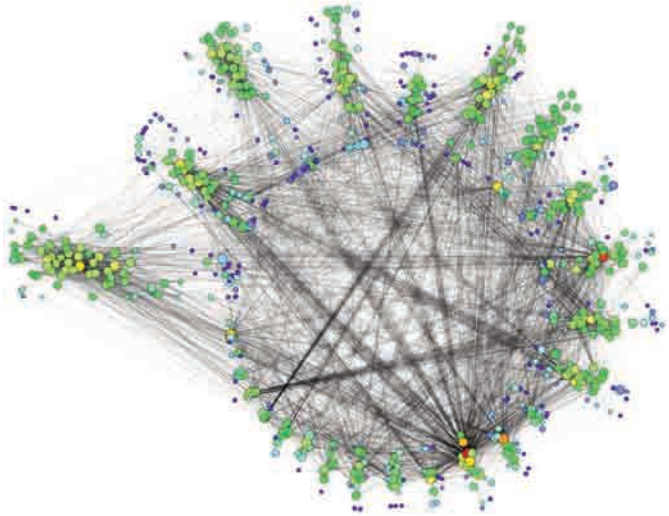
Ziel des Projektes DELIS ist es, durch interdisziplinäre Bemühungen der Informatik, Physik, Biologie und Wirtschaft Methoden, Techniken und Werkzeuge zu entwickeln, die die Herausforderungen solcher Systeme bewältigen können. Die Karlsruher Projektgruppe beteiligt sich am Teilprojekt 1 über "Überwachung, 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.

Neben dem Clustern von Netzwerken – der automatischen Identifikation von natürlichen Gruppen – haben wir uns in dem vergangenen und zugleich letzten Jahr des Projektes DELIS mit analytischen Visualisierungen beschäftigt. Die visuelle Analyse von Netzwerken hat sich in der Vergangenheit stark gewandelt, die digitale Verfügbarkeit großer Netzwerke, leistungsfähige Hardware und die Entdeckung einer Vielzahl prägender Charakteristika komplexer Netzwerke haben bewirkt, dass Visualisierungen von Netzwerken heute auf einer neuen Stufe erstellt werden.

Eine Form solcher Visualisierungen, welche analytische Eigenschaften des Netzwerkes in das Layout verweben und somit im Kontext der Netzwerkstruktur darstellen, nennt man Fingerprints. Diese Technik kann einerseits dazu dienen, eine traditionelle Netzwerkanalyse zu unterstützen, sie kann aber auch einen explorativen Charakter haben und aufzeigen und quantifizieren, welche Eigenschaften in einem Netzwerk vorhanden sind, unabhängig davon, ob diese noch unbekannt sind oder schon vorab in Erfahrung gebracht wurden.

Als eine wegweisende Technik zur Erstellung von Fingerprints haben wir LunarVis entwickelt. Der Visualisierungsalgorithmus von LunarVis ist darauf spezialisiert, eine benutzerdefinierte Partitionierung der Knotenmenge zusammen mit analytischen Eigenschaften wie Knotenzentralität oder Kantengewicht im Kontext der Nachbarschaftsstruktur der Knoten gut lesbar darzustellen.

*Visualisierung  
eines E-Mail-  
Netzwerkes mit  
LunarVis.  
Die Segmente  
zeigen die  
Lehrstühle auf;  
Farbe und Größe  
von Knoten geben  
Knotengrad und  
Zentralität wieder.  
Nachbarschaften  
bestimmen die  
Knotenpositionen.*

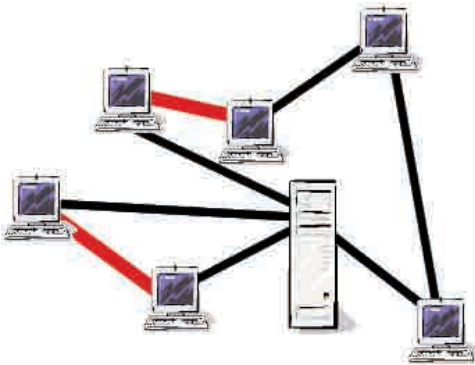


## **GeoNet – Geometrische Netzwerke und ihre Visualisierung**

*(M. Benkert, M. Nöllenburg, I. Rutter, A. Wolff)*

Ein zentrales Problem beim Entwurf von Netzwerken, wie etwa Kommunikationsnetzen, ist der Aspekt der Robustheit. Wir wollen ein gegebenes Netzwerk um zusätzliche Verbindungen erweitern, so dass das Netzwerk auch dann noch zusammenhängend bleibt, wenn eine einzelne Leitung ausfällt. In der Abbildung sind die zusätzlichen Verbindungen rot hervorgehoben. Ein verwandtes Problem ist das Absichern eines Netzwerks gegen Ausfall eines einzelnen Teilnehmers (und damit aller seiner Leitungen). Zum Beispiel ist das Netzwerk in der Abbildung nicht gegen den Ausfall des Servers abgesichert.

Aus Kostengründen sollen beim Absichern so wenig neue Leitungen wie möglich hinzukommen. Oftmals ergeben sich aus dem Kontext des Netzwerks weitere Anforderungen an die Leitungen, die hinzugefügt werden. Eventuell besitzt man schon eine kreuzungsfreie geradlinige Zeichnung des Netzwerks und will zu dieser Kanten so hinzufügen, dass die resultierende Zeichnung immer noch geradlinig und kreuzungsfrei ist. Eine andere Variante des Problems entsteht, wenn man erlaubt, die Knoten des Netzwerks zu bewegen, um wieder eine geradlinige kreuzungsfreie Zeichnung zu erhalten.



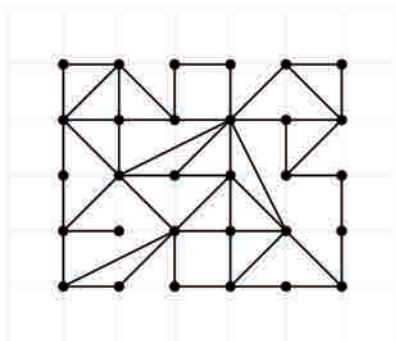
Ein Kommunikationsnetzwerk, das durch Hinzufügen der beiden roten Leitungen gegen Ausfall einer einzelnen Leitung abgesichert wurde.

### Geradlinige Gitterzeichnungen planarer Graphen

(M. Krug, D. Wagner)

Für viele Probleme, die sich mithilfe von Graphen modellieren lassen, spielt Visualisierung eine zentrale Rolle. Dabei gelten Zeichnungen, bei denen keine Kreuzungen auftreten und Kanten als Geradensegmente dargestellt werden, als besonders leicht lesbar. Häufig ist man zudem an Gitterzeichnungen interessiert, bei denen die Knoten des Graphen ausschließlich auf einem ganzzahligen Gitter gezeichnet werden dürfen. Solche Gitterzeichnungen treten unter anderem beim Entwurf von Schaltkreisen auf. Die Minimierung der Fläche von geradlinigen Gitterzeichnungen planarer Graphen ist dabei von zentraler Bedeutung.

An unserem Institut beschäftigen wir uns sowohl mit den theoretischen als auch mit den algorithmischen Aspekten dieses Problems. Wir konnten zeigen, dass das Problem der Flächenminimierung geradliniger Gitterzeichnungen planarer Graphen NP-vollständig ist, und haben ein Verfahren entwickelt, mit welchem sich Gitterzeichnungen planarer Graphen kompaktifizieren lassen. Darüber hinaus beschäftigen wir uns mit Algorithmen, die Zeichnungen mit minimaler Fläche approximieren oder diese (für kleine Probleminstanzen) sogar optimal berechnen können.



Gitterzeichnung eines planaren Graphen mit minimaler Fläche

## Kürzeste-Wege-Findung

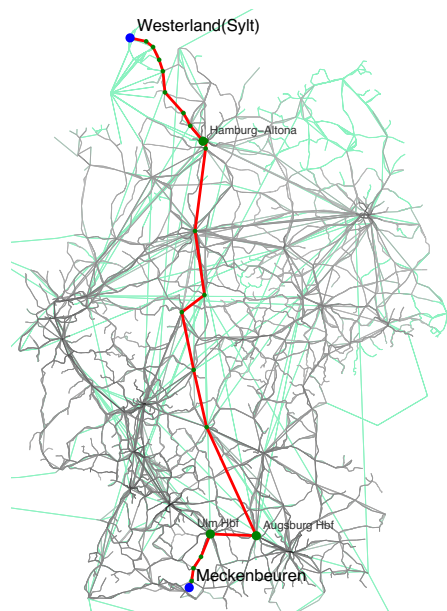
(R. Bauer, D. Delling, M. Holzer, D. Wagner)

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 den letzten Jahren hat sich die Forschung auf das Finden von kürzesten Wegen in Straßengraphen konzentriert. Wir haben uns mit der Fragestellung beschäftigt, inwieweit Lösungsansätze für Straßengraphen auf Fahrplanauskunftssysteme übertragen werden können. Dabei haben wir festgestellt, dass Straßengraphen viele Gemeinsamkeiten zu Eisenbahngraphen haben. Allerdings gibt es auch deutliche Unterschiede, die das Finden von optimalen Routen deutlich schwieriger machen.

Für eine multimodale Variante dieses Problems, bei der einschränkende Bedingungen an kürzeste Wege formuliert werden können, wurde eine gemeinschaftlich mit Kollegen der Virginia Tech und der Arizona State University entwickelte Implementierung verfeinert, um Beschleunigungskonzepte erweitert und in unterschiedlichen Szenarien unter Verwendung von Realdaten systematisch evaluiert.

Viele Techniken zur Beschleunigung von Kürzeste-Wege-Anfragen basieren darauf, fiktive Direktverbindungen in das zu durchsuchende Netzwerk einzufügen. In Kooperation mit der Universität L'Aquila wurde untersucht, wie komplex es ist, diese Direktverbindungen in optimaler Art und Weise einzufügen.



Verbindung zwischen  
Meckenbeuren und Westerland



## **SPP 1307 Algorithm Engineering, Teilprojekt “Clustering statischer und zeitbehafteter Graphen”**

*(M. Gaertler, R. Görke, D. Wagner)*

Viele Aspekte unseres Alltagslebens werden heute als Netzwerk modelliert, eine Struktur, welche bestens dazu geeignet ist, komplexe Zusammenhänge verwertbar zu repräsentieren. Beispiele solcher Netzwerke sind die Interaktionen von Proteinen in Organismen, wissenschaftliche Kollaborationen in der Forschungsliteratur und bei Patenten oder auch Netzwerke aus Waren, welche schon einmal gemeinsam in dem Einkaufskorb eines Webshops lagen. Netzwerke dieser Art bestehen oft aus Tausenden oder sogar Millionen von Knoten und zumeist noch mehr Relationen zwischen diesen. In zahlreichen Anwendungen ist es von großem Interesse, grobe Inhomogenitäten und dicht verbundene Subnetzwerke in solchen Netzen zu identifizieren, um Zusammenhänge, Interaktionen und Funktionsweisen besser zu verstehen und somit gezielter Einfluss auf das Netzwerk nehmen zu können. Verfahren, die dieses leisten, sind Algorithmen zum Clustern von Graphen, welche die mathematische Formalisierung der Netzwerke sind.

Für die Algorithmik stellt sich die Herausforderung, effiziente und praktikable Algorithmen zur Clustering von Daten zur Verfügung zu stellen. Dabei geht es nicht allein darum, gut funktionierende Algorithmen für bestimmte Anwendungen oder Datensätze zu entwickeln, sondern um den systematischen Entwurf von Algorithmen für formal sauber gefasste Probleme und deren Analyse und Evaluation unter Betrachtung angemessener Qualitätskriterien. Im Schwerpunkt unseres Interesses liegen Clusterungen, die auf der Intuition beruhen, dichte Teilgraphen, die untereinander nur lose verbunden sind, als Cluster zu identifizieren. Um nur wenige Beispiele zu nennen, lässt sich durch das Auffinden und Isolieren von Proteinfamilien die Ausbreitung von Krankheitserregern bekämpfen, Kollaborationsnetzwerke zeigen Forschungsinvestoren zukunftsweisende Wege auf, und die Warenkorbanalyse erlaubt es, Kunden personalisierte Empfehlungen zu machen.

Derzeit beschäftigen wir uns mit der Frage, wie Clusterverfahren und Qualitätskriterien zur Bewertung von gefundenen Clusterungen auf dynamische Szenarien übertragbar sind. Kann man eine gute Clustering eines sehr großen Netzwerkes so pflegen, dass eine Veränderung des zugrunde liegenden Graphen schnell in eine sinnvolle Änderung der Clustering umgesetzt wird? Kann man dabei garantieren, dass die gepflegte Clustering stets eine gewisse Qualität hat? Kann man aus der zeitlichen Entwicklung einer Clustering schließen, wie sich Trends in dem Netzwerk in Zukunft verhalten werden? Beweisbare theoretische Resultate spielen hierbei eine ebenso große Rolle wie die experimentelle Evaluation neuer Konzepte.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Mecke, S.:** MAC Layer and Coloring. In: Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks. Hrsg.: Wagner, D.; Wattenhofer, R.; Hamburg: Springer, 2007, S. 63-80

**Nöllenburg, N.:** Geographic Visualization. In: Human-Centered Visualization Environments. Hrsg.: Kerren, A.; Ebert, A.; Meyer, J.; Hamburg: Springer, 2007, S. 257-294

**Wagner, D.; Wattenhofer, R.:** Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks. Hamburg: Springer, 2007

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

**Bauer, R.; Delling, D.; Wagner, D.:** Experimental Study on Speed-Up Techniques for Timetable Information Systems. In: Proceedings of the 7th Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization, and Systems (ATMOS'07). Sevilla, 17.11.2007.

**Baur, M.; Brandes, U.:** Multi-Circular Layout of Micro/Macro Graphs. In: Proceedings of the 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07). 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07), Sidney, 22.09.2007. Springer, 2007, S. 255-267

**Delling, D.; Wagner, D.:** Landmark-Based Routing in Dynamic Graphs. In: Proceedings of the 6th Workshop on Experimental Algorithms (WEA'07). Rom, 07.06.2007. S. 52-65

**Goaoc, X.; Kratochvil, J.; Okamoto, Y.; Shin, C.; Wolff, A.:** Moving Vertices to Make Drawings Plane. In: Proceedings of the 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07). 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07), Sidney, 22.09.2007. Springer, 2007, S. 101-112

**Görke, R.; Gaertler, M.; Wagner, D.:** LunarVis – Analytic Visualizations of Large Graphs. In: Proceedings of the 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07). 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07), Sidney, 22.09.2007. Springer, 2007, S. 352-364

**Katz, B.; Gaertler, M.; Wagner, D.:** Maximum Rigid Components as Means for Direction-Based Localization in Sensor Networks. In: SOFSEM 2007: Theory and Practice of Computer Science. Miami, 28.06.2007. S. 330-341

**Krug, M.; Wagner, D.:** Minimizing the Area for Planar Straight-Line Grid Drawings. In: Proceedings of the 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07). 15th International Symposium on Graph Drawing (GD'07), Sidney, 22.09.2007. Springer, 2007, S. 207-212

**Maier, M.; Mecke, S.; Wagner, D.:** Algorithmic Aspects of Minimum Energy Edge-Disjoint Paths in Wireless Networks. In: SOFSEM 2007: Theory and Practice of Computer Science. Harrachov, 20.01.2007. S. 410-421

**Gaertler, M.; Görke, R.; Wagner, D.:** Significance-Driven Graph Clustering. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Algorithmic Aspects in Information and Management (AAIM'07). Portland, 07.06.2007. S. 11-26

**Maier, M.; Mecke, S.; Wagner, D.:** Algorithmic Aspects of Minimum Energy Edge Disjoint Paths in Wireless Networks. In: SOFSEM 2007: Theory and Practice of Computer Science. Harrachov, 20.01.2007. S. 410-421

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Bekos, M.; Kaufmann, M.; Symvonis, A.;**  
**Wolff, A.:** Boundary Labeling: Models and Efficient Algorithms for Rectangular Maps. In: Comput. Geom. Theory Appl., Band 36, 2007, S. 215-236

**Brandes, U.; Delling, D.; Gaertler, M.;**  
**Görke, R.; Hoefer, M.; Nikoloski, Z.;**  
**Wagner, D.:** On Modularity Clustering. In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Band 20, Heft 2, 2008, S. 172-188

**Wolff, A.:** Drawing Subway Maps: A Survey. In: Informatik – Forschung & Entwicklung, Band 22, 2007, S. 23-44

Forschungsbereich

**Institut für Theoretische Informatik**

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

Leiter:	Prof. Dr. A. Waibel
Sekretariat:	S. Dannenmaier, A. Römer (bis 27.07.2007)
Wiss. Assistent:	Dr. R. Stiefelhagen
Wiss. Mitarbeiter:	K. Bernardin (F), M. Danninger (F), H. Ekenel (F), C. Fügen (F), P. Gieselmann (bis 15.02.2007), H. Holzapfel, M. Kolss (F), F. Kraft (F), K. Kumatani (F, bis 30.06.2007), K. Nickel (F), C. Rochet (F, bis 30.06.2007), M. Rödder (F), S. Stüker (F), D. Valsan (F), M. Voit (F), M. Wölfel (F)

**CHIL**

*(K. Bernardin, M. Danninger, H. Ekenel, F. Kraft, K. Kumatani, K. Laskowski, K. Nickel, C. Rochet, M. Rödder, R. Stiefelhagen, S. Stüker, 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 sechsten Rahmenprogramm der EU bis Juli 2007 gefördert wurde. Das Projektkonsortium bestand aus 15 internationalen Forschungsgruppen und wurde gemeinsam vom ISL (wissenschaftliche Koordination) und Fraunhofer IITB (Administrative Koordination) geleitet. Insgesamt arbeiteten am Projekt ca. 100 Wissenschaftler.

Ziel dieses Projektes war 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. Menschen sollen nicht mehr den Zwängen isoliert agierender Computer unterworfen sein („humans in the loop of computers“), sondern wir binden den Computer in die zwischenmenschliche Interaktion ein: Computers in the Human Interaction Loop – CHIL. 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, wurden 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, selbstheilende und sich selbst pflegende Software, flexible Architekturen und eine vernetzte Infrastruktur, die eine dynamische Integration verschiedenster Komponenten ermöglicht.

Die Gruppe Waibel arbeitete – neben der wissenschaftlichen Gesamtleitung des Projektes – innerhalb des Projektes an folgenden Forschungsthemen:

- Spracherkennung mit Nahbesprechungs- und entfernten Mikrofonen bzw. Mikrofonarrays
- Audio-visuelle Spracherkennung
- Akustische Sprecherlokalisierung
- Emotionserkennung
- Visuelle Perception: 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 2007 fanden zum 2. Mal die Evaluationen von CHIL-Technologien mit internationaler Beteiligung im Rahmen eines Evaluationsworkshops statt ([www.clear-evaluation.org](http://www.clear-evaluation.org)). Dieser Workshop, welcher von CHIL gemeinsam mit dem National Institute for Standards and Technologies (NIST), USA, ins Leben gerufen wurde, stellt ein bisher fehlendes internationales Evaluationsforum für multimodale Technologien zur Perception von Menschen bereit. Mehr als 60 Wissenschaftler aus aller Welt nahmen an dem zweiten Evaluations-Workshop in Baltimore, USA, im Mai 2007 teil.

Vertreter von Industrie und Presse lud CHIL im Juli 2007 zum zweiten „CHIL-Technology Transfer Day“ nach Karlsruhe ein. Die CHIL-Partner zeigten an der Universität Karlsruhe und am Fraunhofer IITB in insgesamt 20 Demonstrationen die Neuheiten, die das Projekt hervorgebracht hat. Wie auch in Folge des ersten Technology Transfer Days im Sommer 2006 in Berlin waren die Industrievertreter sehr interessiert; Kooperationen wurden geschlossen.

Im Bereich interaktive Dialogsysteme beschäftigt sich der Lehrstuhl Prof. A. Waibel mit neuen Ansätzen, um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu verbessern. Dialogsysteme dienen nicht nur der Steuerung von Maschinen, PCs und dem Einsatz im Call-Center, sondern werden allgemein in interaktiven Systemen eingesetzt, um eine natürliche und intuitive Mensch-Maschine-Kommunikation zu ermöglichen.

Im Jahr 2007 wurden im Schwerpunkt Arbeiten zum interaktiven Lernen durchgeführt. Diese ermöglichen einem Roboter, im Dialog Wissen über neue Objekte und deren Semantik, unbekannte Personen und soziale Rollen zu erlangen. “Excellent Leadership”, “all the aspects related to the CHLEAR workshop have been assessed very positively”, “the consortium remains an enthusiastic, dynamic community”, “the scientific dissemina-

tion of the CHIL project as a whole has been extensive, of very high quality, and diversified” – dies sind nur einige Auszüge aus dem sehr positiven Final Report der Europäischen Kommission. CHIL publiziert seine wissenschaftlichen Ergebnisse im “CHIL-Buch”, voraussichtliches Erscheinungsdatum ist Sommer 2008.

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



*Die virtuelle Sekretärin,  
Teil eines CHIL-Services.*

### 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 2007 auf die Durchführung der dritten und letzten 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. Forschung im Bereich des diskriminativen Trainings von akustischen Modellen in der Themenadaptation für die Sprachmodellierung und der Segmentierung der Audiodateien wurde durchgeführt.

Außerdem wurden die Systeme in einen projektübergreifenden, integrierten Demonstrator für Sprach-zu-Sprach-Übersetzung auf Basis der Unstructured Information Management Architecture (UIMA) eingebunden. Zusätzlich zum Spracherkennungssystem wurden hierfür auch Komponenten entworfen, die korrekte Groß-/Kleinschreibung in die Erkennung einfügen und das Spracherkennungsergebnis mit Zeichensetzung annotieren.

Im Bereich Übersetzung gesprochener Sprache lag der Fokus auf der Verbesserung korpusbasierter, lernender Übersetzungsverfahren. Für die dritte, finale TC-STAR Evaluation 2007 wurden Übersetzungssysteme für die Sprachrichtungen Chinesisch-Englisch, Englisch-Spanisch und Spanisch-Englisch trainiert. Hierbei konnten gegenüber der vorhergehenden Evaluation im Frühjahr 2006 signifikante Verbesserungen erzielt werden, insbesondere durch den Einsatz besserer Heuristiken zur Extraktion bilingualer Phrasen aus den Trainingskorpora, die Berücksichtigung eines längeren Kontexts in der Sprachmodellierung und die Modellierung von Wortumstellungen mit Hilfe von Part-of-Speech-Informationen. Für das chinesisch-englische System wurde eine syntaxorientierte Dekodierstrategie verwendet. Das englisch-spanische System wurde in den projektübergreifenden, integrierten Demonstrator für Sprach-zu-Sprach-Übersetzung auf Basis der Unstructured Information Management Architecture (UIMA) eingebunden. Es wurde weiter an einer besseren Anpassung der Übersetzungskomponente an gesprochene Spontansprache gearbeitet, insbesondere an der automatischen Segmentierung von Spracherkennungshypothesen in satzähnliche Segmente auf Basis von Sprachmodell- und akustischen Merkmalen. 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)

### **SFB 588 – Multimodaler Mensch-Maschine-Dialog**

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

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende 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 diesem Jahr 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 -mikrofone 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.

In der Spracherkennung konzentrierten sich die Arbeiten weiterhin auf die Erhöhung der Robustheit bei der Verwendung von entfernten (far-field) Mikrofonen. Die hierbei angewandten Techniken reduzieren Störeinflüsse von Umgebungsgeräuschen durch explizites Einbeziehen von Wissen über die statistische Verteilung von akustischen Sprachmerkmalen. So genannte sequentielle Monte-Carlo-Methoden werden verwendet, um mit Partikeln die zeitliche Evolution und die Verteilungen der Geräusche adaptiv zu verfolgen und aus dem Sprachsignal zu entfernen. Es können nun in Echtzeit nichtstationäre dynamische Geräusche im Umfeld des Roboters berücksichtigt werden, wodurch sich eine deutlich verbesserte Erkennungsleistung ergibt.



*Multimodale Mensch-Maschine-Kommunikation  
mit dem humanoiden Roboter ARMAR-IIIa.*

## **Interaktive Dialogsysteme**

*(H. Holzapfel)*

Im Bereich interaktive Dialogsysteme beschäftigt sich der Lehrstuhl Prof. A. Waibel mit neuen Ansätzen, um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu verbessern. Dialogsysteme dienen nicht nur der Steuerung von Maschinen, PCs und dem Einsatz im Call-Center, sondern werden allgemein in interaktiven Systemen eingesetzt, um eine natürliche und intuitive Mensch-Maschine-Kommunikation zu ermöglichen.



Im Jahr 2007 wurden im Schwerpunkt Arbeiten zum interaktiven Lernen durchgeführt. Diese ermöglichen einem Roboter, im Dialog Wissen über neue Objekte und deren Semantik, unbekannte Personen und soziale Rollen zu erlangen.

### **Statistische Verfahren zur maschinellen Übersetzung**

*(M. Eck, M. Kolss, 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 verwaltungstechnisch hohes Ausmaß angenommen haben. In Anbetracht der Verfügbarkeit, Kosten und Zeitkriterien kann ein maschinelles Übersetzungssystem in ausgewählten 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.

Der Schwerpunkt war die Entwicklung von Systemen für die Übersetzung gesprochener Sprache. Für die automatische Übersetzung von Parlamentsdebatten, aber auch von Nachrichtensendungen, wurden unsere bestehenden Übersetzungssysteme um Sprachmodelle mit größerem Sprachkontext und besseren Verfahren zur Extraktion bilingualer Phrasenpaare erweitert und mit stärker syntaxbasierten Phrasenextraktions- und Dekodierstrategien experimentiert. Für die Modellierung von Wortumstellungen, die ein schwieriges Problem in der automatischen Übersetzung darstellen, wurden zusätzliche linguistische Merkmale verwendet.

Nachrichtensendungen und Parlamentsdebatten enthalten überwiegend gut vorbereitete oder gelesene Sprache. Daneben wurde auch an der Übersetzung von stärker spontaner Sprache gearbeitet, wie sie beispielsweise in freien Vorträgen, Vorlesungen, Meetings und Konferenzen vorkommt. Der Prototyp eines automatischen Vortragsübersetzungssystems für technische Vorträge und Vorlesungen wurde weiterentwickelt, insbesondere im Hinblick auf eine bessere Adaption auf die Domäne, die in der Regel im Voraus bekannt ist, und eine für das Übersetzungssystem optimierte selbstständige Segmentierung des Eingangswortstroms. Hierbei ist das Ziel, die Latenz des Gesamtsystems möglichst gering zu halten, und gleichzeitig einen ausreichend langen Kontext für die Übersetzungskomponente bereitzustellen, um die Übersetzungsqualität sicherzustellen.

Ferner wurden im Rahmen einer Industriekooperation Übersetzungskomponenten entwickelt, die als Service innerhalb von Telefonkonferenzen innerhalb einer begrenzten Domäne in Echtzeit Äußerungen in zwei Sprachrichtungen übersetzen. Hierzu kann der Nutzer während der laufenden Telefonkonferenzschaltung auf Knopfdruck („Push-to-Talk“) ein Sprach-zu-Sprach-Übersetzungssystem zuschalten, welches dann unmittelbar danach die Übersetzung entweder für alle Konferenzteilnehmer oder nur für den Einzelnutzer hörbar einspielt.

## Simultane Übersetzung eines freien Vortrags

(C. Fügen, M. Kolss)

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 selbst zu beherrschen. Aus diesem Grund arbeiten Forscher um Prof. Waibel an der freien simultanen Sprachübersetzung von Vorträgen und Reden. Hauptsächlich konzentrieren sie sich dabei auf die Übersetzung zwischen Englisch und Spanisch, jedoch werden die möglichen Sprachpaare kontinuierlich erweitert. So existieren schon erste Prototypen für Deutsch und Englisch oder Englisch und Arabisch. Hauptsächlich wird sich dabei auf die Übersetzung von fachbezogenen Vorlesungen des Lehrstuhls konzentriert.

Das Übersetzungssystem verwendet statistische Übersetzungsmodelle anstatt handgeschriebene Grammatiken, die den Vorteil bieten, dass sie mit Hilfe von übersetzten Dokumenten trainiert werden können. Hierzu werden die Modelle mit Dokumenten der Europäischen Union und der Vereinten Nationen initialisiert und mit einer kleineren Menge von übersetzten Vorträgen anschließend auf die Zieldomäne adaptiert. Zusätzlich dazu wird versucht, automatisch nach weiteren passenden Daten im Internet zu suchen, so dass nötige Vokabeln und Redewendungen hinreichend oft in verschiedenen Kontexten in den Trainingsdaten vorhanden sind, um die Modelle robust schätzen zu können. Der letzte Schritt wird sowohl für die Sprachübersetzung als auch für die Spracherkennung zur Sprachmodelladaption durchgeführt.

Neben der Adaption wird auch daran gearbeitet, die Latenz des Simultanübersetzers so gering wie möglich zu halten. Die Latenz menschlicher Interpreter bewegt sich etwa im Bereich von ein paar Sekunden, wobei menschliche Interpreter relativ einfach ihre Sprechgeschwindigkeit variieren können oder das Gesagte durch z. B. Weglassen von weniger wichtigen Nebenphrasen zusammenfassen können. Beides stellt für ein automatisches System durchaus eine Schwierigkeit dar, da zum einen die verwendeten Sprachsynthesysteme schwerer zu verstehen sind und zum anderen jedes erkannte Wort auch übersetzt werden muss. Hinzu kommen noch die Fehler, die automatische Spracherkennungs- und Übersetzungssysteme machen. Jedoch können zukünftige automatische Systeme in manchen Bereichen menschlichen Interpretern sogar überlegen sein. So besitzen sie z. B. ein unbegrenztes Gedächtnis und verlieren selbst bei schnellen Sprechern oder komplizierten Satzstrukturen nicht den Faden. Ferner können sie relativ kostengünstig wiederverwendet werden, sofern sie sich einmal auf den Sprecher, dessen Vortragsthemen und Sprachstil adaptiert haben.

## Robustheit in der Spracherkennung

(F. Kraft, M. Wölfel)

Damit die maschinelle Spracherkennung sich auch in Zukunft nicht weiter auf begrenzten praktischen Einsatz unter Zuhilfenahmungen von Nahbesprechungsmikrofonen beschränkt, ist es unablässig, die Robustheit der vorhandenen Systeme weiter zu verbessern. Mögliche Ansatzpunkte beziehen sich entweder auf die Normalisierung von Spracheigenschaften, wie z. B. Sprechgeschwindigkeit, Fundamentalfrequenz und Dialekt oder auf die Kompensation der akustischen Umgebung, wie z. B. Hintergrundgeräusche, Hall oder konkurrierende Sprecher. Während die Normalisierung der Spracheigenschaften schon weit fortgeschritten ist und allgemein anerkannte Verfahren vorhanden sind, steckt die Kompensation der akustischen Umgebung noch in den Kinderschuhen. So ist es durchaus möglich, bei statischen Annahmen des Hintergrundgeräusches oder der Raumimpulsantwort, einzeln auftretende Störungen, die künstlich hinzugefügt werden, zu kompensieren.

In der Realität sind die vorhandenen Störungen jedoch weder statisch noch treten sie getrennt voneinander auf. Daher scheitern viele der im Labor entwickelten und getesteten Verfahren, wenn sie auf echten Daten angewendet werden sollen. Im Rahmen des EU-Projekts CHIL (Computers in the Human Interaction Loop) wurden mehrere Stunden Sprachdaten von Seminaren mit verschiedenen Mikrofonen gesammelt, um auf realistischen Daten, die sowohl dynamische und additive Störungen als auch Hall enthalten, testen zu können. Durch die aktuelle Forschungsarbeit am Lehrstuhl von Prof. A. Waibel sind erste Verfahren entwickelt und veröffentlicht worden, die die verschiedensten Störungen gemeinsam kompensieren können und daher auch in der Praxis, z. B. auf den bereits genannten Aufnahmen, gute Verbesserungen erzielen.

## Maschinensehen für die Mensch-Maschine-Interaktion

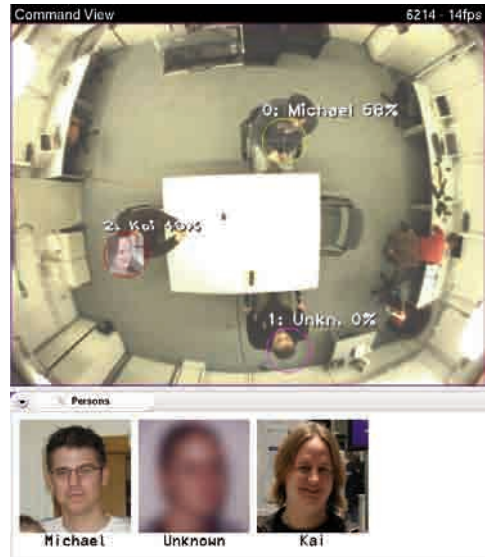
(K. Bernardin, H. Ekenel, K. Kumatani, K. Nickel, R. Stiefelhagen, M. Voit)

Eine natürliche Mensch-Maschine-Interaktion erfordert seitens der Maschine die Fähigkeit, den Menschen mit möglichst vielen seiner intuitiven Ausdrucksmöglichkeiten zu erkennen. Zu den visuellen Modalitäten gehören bspw. die Körperhaltung, Mimik, Gestikulation, Zeigegesten, Blickrichtung und Aufmerksamkeit von Personen. Die Arbeitsgruppe Maschinensehen für die Mensch-Maschine-Interaktion hat es sich zum Ziel gesetzt, automatische Verfahren für die visuelle Erfassung von Personen und ihrer Interaktion mit anderen zu entwickeln. Einsatz finden diese Techniken bei der Entwicklung perceptiver intelligenter Räume (Projekt CHIL) sowie in der Mensch-Roboter Interaktion (SFB 588 – Humanoide Roboter).

Schwerpunkte unserer Arbeit lagen im Jahr 2007 in folgenden Bereichen:

- Personenlokalisierung und -verfolgung (3D)
- Gesichtsidentifikation
- Schätzen von Kopfdrehung und Aufmerksamkeit
- Erkennen von Aktivitäten in Videosequenzen
- Klassifikation und Segmentierung von Filmmaterial

- Körpertracking mit Bewegungsmodellen
- Erkennen von Zeigegesten



Maschinensehen für die Mensch-Maschine-Interaktion

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Holzapfel, H.; Schaaf, T.; Ekenel, H.; Schaa, C.; Waibel, A.:** A Robot learns to know people – First contacts of a Robot. In: Advances in Artificial Intelligence. Hrsg.: Freska, C.; Kohlhase, M.; Schill, M.; Berlin: Springer, 2007, S. 302-316, (Lecture Notes in Computer Science; Volume 4314)

**Stiefelhagen, R.; Garofolo, J.:** Multimodal Technologies for Perception of Humans. Proceedings of the First International evaluation workshop on Classification of Events, Activities and Relationships, CLEAR 2006. Berlin: Springer Verlag, 2007 (Springer Lecture Notes in Computer Science; 4122)

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden

**Bernardin, K.; Stiefelhagen, R.:** Audio-visual multi-person tracking and identification for smart environments. In: MULTIMEDIA '07: Proceedings of the 15th Int. Conference on Multimedia 2007. Augsburg, Germany, 24.-29.09.2007. S. 661-670

**Danninger, M.; Takayama, L.; Wang, Q.; Schultz, C.; Beringer, J.; Hofmann, P.; James, F.; Nass, C.:** Can you talk or only touch-talk? A VoIP-based phone feature for quick, quiet, and private communication. In: Proc. of the 9th Int. Conference on Multimodal interfaces. Nagoya, Japan, 12.-15.11.2007. S. 154-161

**Fügen, C.; Kolss, M.:** The Influence of Utterance Chunking on Machine Translation Performance. In: Proceedings of the 10th European Conference on Speech Communication and Technology (INTERSPEECH). Antwerp, Belgium, 27.-31.08.2007. S. CD-ROM

**Holzapfel, H.; Waibel, A.:** Behavior models for learning and receptionist dialogs. In: Proceedings of 10th European Conference on Speech Communication and Technology (INTERSPEECH). Antwerp, Belgium, 27.-31.08.2007. S. CD-ROM

**Kraft, F.; Wölfel, M.:** Humanoid robot noise suppression by particle filters for improved automatic speech recognition accuracy. In: Proceedings of the 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. San Diego, CA, USA, 29.10.-02.11.2007. S. 1737-1742

**Nickel, K.; Stiefelhagen, R.:** Fast Audio-Visual Multi-Person Tracking for a Humanoid Stereo Camera Head. In: Proceedings of the IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots 2007. Pittsburgh, PA, USA, 29.11.-01.12.2007. S. CD-ROM

**Stalkamp, J.; Ekenel, H.; Stiefelhagen, R.:** Video-based Face Recognition on Real World Data. In: Proceedings of the International Conference on Computer Vision (ICCV '07). Rio de Janeiro, Brasil, 14.-20.10.2007. S. CD-ROM

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Ekenel, H.; Gao, H.; Stiefelhagen, R.:** 3-D Face Recognition using Local Appearance-Based Models. In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Band 2, Heft 3, 2007, S. 630-635

**Stiefelhagen, R.; Ekenel, H.; Fügen, C.; Gieselmann, P.; Holzapfel, H.; Kraft, F.; Nickel, K.; Voit, M.; Waibel, A.:** Enabling Multimodal Human-Robot Interaction for Karlsruhe Humanoid Robot. In: IEEE Transactions on Robotics, Special Issue on Human-Robot Interaction, Band 23, Heft 5, 2007, S. 1-11

Forschungsbereich

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

Leiter:	Prof. Dr. P. H. Schmitt
Sekretärin:	L. Beckert
Wiss. Mitarbeiter:	C. Engel (F), S. Schlager (bis 30.04.2007), Dr. I. Tonin (F, bis 28.02.2007), M. Ulbrich (ab 01.05.2007), B. Weiß (F, ab 02.04.2007), F. Werner (F)

## Verifikation von RTSJ-Programmen

*(C. Engel)*

Die Real Time Specification for Java (RTSJ) stellt eine Erweiterung der Programmiersprache Java dar, die darauf abzielt, das Laufzeitverhalten von Java deterministischer und so tauglich für Echtzeitsysteme zu machen. Hierzu bietet RTSJ dem Programmierer beispielsweise die Möglichkeit, Speicherbereiche zu definieren, die er explizit wieder freigeben kann. Dadurch kann auf den Java Garbage Collector verzichtet werden, der gemeinhin als ein Haupthindernis für die Echtzeittauglichkeit von Java angesehen wird.

Das KeY-System, der im Rahmen des KeY-Projekts entwickelte Theorembeweiser, wurde erweitert, um diese und andere RTSJ-Konstrukte effizient behandeln und so sequenzielle RTSJ-Programme verifizieren zu können. Außerdem wurden Konzepte zum modularen Spezifizieren und Verifizieren des Speicherverbrauchs von Programmen, der insbesondere für Echtzeitanwendungen von Relevanz ist, entwickelt und ebenfalls im KeY-System implementiert.

## Formale Methoden für MDA

*(M. Ulbrich)*

Das neue Paradigma der Modellgetriebenen Architektur (engl. Model-Driven Architecture, MDA) hat das Potential, den Softwareentwicklungsprozess dramatisch zu verändern. Das ultimative Ziel dieses Ansatzes ist es, die Anwendungsentwicklung auf eine höhere Abstraktionsebene zu verlagern: Neue Software wird auf der Ebene von Modellen erstellt, und die Transformation in Code kann automatisch durchgeführt werden, analog zur Übersetzung von Code höherer Programmiersprachen in Maschinencode durch einen Compiler. Obwohl diese Absicht im Allgemeinen wohl mehr Vision ist als Forschungsprogramm, ist ihre Umsetzung in bestimmten Anwendungsbereichen (wie Web-basierten Unternehmensportalen) durchaus vorstellbar.

Unabhängig vom letztendlichen Erfolg von MDA machen die Betonung von Modellen anstelle von Code und von Modellsemantiken mit genügend Präzision für automatische Transformationen den Ansatz für die Integration formaler Methoden ausgesprochen attrak-

tiv. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden Möglichkeiten einer solchen Integration untersucht.

### **Automatisches Generieren von Schleifeninvarianten**

*(B. Weiß)*

Dieses Forschungsvorhaben ist Teil des KeY-Projekts zur deduktiven Verifikation von Java-Programmen. Deduktive Programmverifikation benötigt zur Behandlung von Schleifen Invarianten, also Formeln über den Variablen des Programms, die zu Beginn eines jeden Durchlaufs der Schleife gelten. Klassischerweise müssen diese Schleifeninvarianten auch in einer ansonsten weitgehend automatisierten Beweisumgebung von Hand spezifiziert werden, was nicht immer einfach ist.

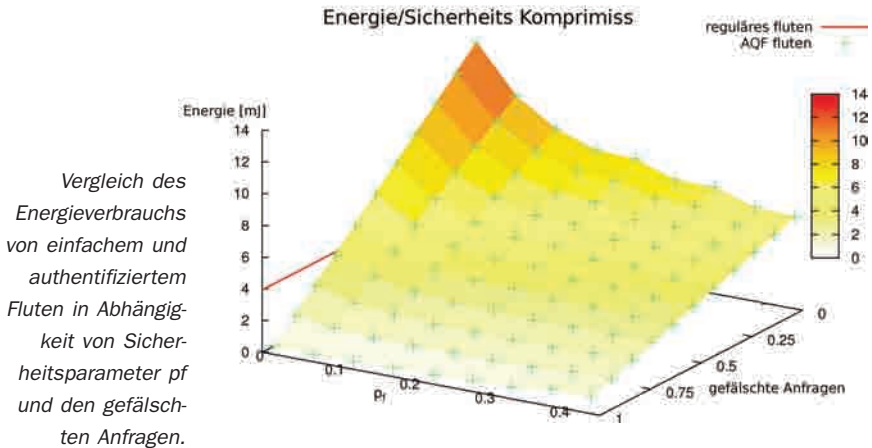
Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde ein Verfahren zum automatischen Generieren von Schleifeninvarianten entwickelt. Dieses Verfahren basiert auf der in den 1970er Jahren entwickelten Technik der Abstrakten Interpretation, d. h. der wiederholten approximativen, symbolischen Ausführung der Schleife bis zum Erreichen eines Fixpunktes. Im Gegensatz zu existierenden Umsetzungen ist dieser Prozess dabei in dem entwickelten Verfahren nahtlos in den eigentlichen Verifikationsvorgang integriert. Insbesondere wird die symbolische Ausführung mithilfe desselben logischen Kalküls durchgeführt, der auch der Verifikation selbst zugrunde liegt.

### **ZeuS: Verifikationsmodelle für zuverlässige Informationsverarbeitung in energiebewussten ubiquitären Sensornetzen**

*(F. Werner)*

Durchgeführt wurden Experimente zu probabilistischen Problemstellungen in drahtlosen Sensornetzen, wodurch Garantien bezüglich der Erreichbarkeit von Zielknoten und Energieverbrauch auf Grundlage automatentheoretischer Konzepte bestimmt wurden. Hierzu gehören auch Untersuchungen probabilistischer Flooding Protokolle (“Authenticated Query Flooding”) zum sicheren Verteilen einer Anfrage im Sensornetz. Durch Anwendung von Reduktionstechniken konnten Anzahl der Zustände und Transitionen drastisch reduziert werden, was eine abschließende Analyse von Netzen mit bis zu 18 Knoten erlaubt. Das Besondere an diesen Resultaten ist, dass sie mittels formaler Methoden bestimmt wurden, d. h. bei diesen Werten handelt es sich um fixe, verifizierte Schranken.

Ein Teilergebnis ist in Abbildung [“AQF-Energie”] zu finden. Es vergleicht die Effizienz des AQF-Algorithmus mit herkömmlichen, einfachen und unsicheren Varianten des Flutens. Aufgrund der probabilistischen Natur dieser Systeme und den hiermit verbundenen Wahrscheinlichkeiten sind die formalen Garantien für Korrektheits- und Effizienzaussagen weitaus genauer als Ergebnisse, die durch konventionelle Simulationen gewonnen werden.



### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Beckert, B.; Hähnle, R.; Schmitt, H. P. (Hrsg.):** Verification of Object-Oriented Software: The KeY Approach. LNCS 4334. Heidelberg: Springer, 2007

**Schmitt, P. H.; Tonin, I.:** Verifying the Mondex Case Study. In: 5th IEEE International Conference on Software Engineering and Formal Methods (SEFM'07). London, UK, 10.-14.09.2007. IEEE Press, 2007, S. 47-56

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden

**Ahrendt, W.; Beckert, B.; Hähnle, R.; Schmitt, P. H.:** KeY: A Formal Method for Object-Oriented Systems. In: 9th IFIP International Conference on Formal Methods for Open Object-based Distributed Systems (FMOODS '07). Paphos, Zypern, 06.-08.06.2007. Heidelberg: Springer, 2007, S. 32-43, (LNCS; 4468)

**Schmitt, P. H.; Weiß, B.:** Inferring Invariants by Symbolic Execution. In: 4th Int. Verification Workshop (VERIFY'07). 4th International Verification Workshop (VERIFY'07), Bremen, 15.-17.07.2007. S. 195-210

**Beckert, B.; Giese, M.; Hähnle, R.; Klebanov, V.; Rümmer, P.; Schlager, S.; Schmitt, H. P.:** The KeY System 1.0 (Deduction Component). In: 21st International Conference on Automated Deduction (CADE-21). Bremen, 17.-20.07.2007. Heidelberg: Springer, 2007, S. 379-384, (LNCS; 4603)

**Werner, F.; Schmitt, P. H.:** Model Checking for Energy Efficient Scheduling in Wireless Sensor Networks. In: 6. Fachgespräch Sensornetzwerke der GI/ITG Fachgruppe "Kommunikation und Verteilte Systeme". Aachen, 16.-17.07.2007. S. 27-30

**Werner, F.; Schmitt, P. H.:** Analysis of authenticated Query Flooding by Probabilistic Means. In: GI/ITG KuVS Fachgespräch "Systemsoftware und Energiebewusste Systeme". Karlsruhe, 11.10.2007. S. 21-26



## Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

Am IAKS wird ein breites Spektrum von Themen bearbeitet, die in die Bereiche Computer-Algebra, Algorithmen-Engineering, Grundlagen paralleler Systeme, Quanteninformatik sowie Bildfolgenauswertung und kognitive Systeme fallen. 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 Beweisen, um die Logik von Mediator- und Anfragesystemen zu entwerfen und zu untersuchen. CA-Methoden werden auch in der Algorithmentechnik u. a. zur Problemmodellierung über formale Methoden der Systementwicklung verwendet. Im hochaktuellen Forschungsgebiet Quanteninformatik hat dies besondere Bedeutung, aber auch in den Gebieten algorithmische Algebra, Anthropomatik sowie Codierungstheorie und Kryptographie.

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.

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 z. B. bei der Auswertung von Straßenszenen erprobt.

Die Kognitiven Systeme umfassen menschenzentrierte Technologien und Anwendungen auf der Basis von Biosignalen, wie beispielsweise der Erfassung, Erkennung und Interpretation von Sprache sowie Muskel- und Hirnaktivitäten. Im Bereich Multilinguale Sprachverarbeitung werden Verfahren zur effizienten Portierung auf ungesehene Domänen und Sprachen entwickelt. Darüber hinaus werden weitere Biosignale des Menschen für intuitive und effiziente Mensch-Maschine-Schnittstellen untersucht und eingesetzt.

### Kontakt

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

Prof. em. Dr. H.-H. Nagel  
608-4323  
nagel@iaks.uni-karlsruhe.de

Dr. J. Müller-Quade  
608-4327  
muellerq@ira.uka.de

Prof. Dr. T. Schultz  
608-6300  
tanja@ira.uka.de

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

Forschungsbereich

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**

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

Lehrstuhlvertretung:	Dr. J. Müller-Quade (F)
Sekretärin:	C. Helsberg
Akadem. Oberrat:	Dr. W. Geiselmann
Wiss. Assistent:	Dr. M. Grassl (bis 09.08.2007)
Wiss. Mitarbeiter:	I. Boesnach, J.-M. Bohli (F, bis 30.06.2007), D. Gehrig (F), C. Henrich (F), D. Kraschewski, H. Köhler (F, bis 30.06.2007), S. Röhrich (F), C. Stüber (ab 01.02.2007)
Systemprogrammierer:	H. Hellmuth, H. Scholl (bis 31.07.2007)

Forschungsstelle

**E.I.S.S.:**

Leiter:	Dr. J. Müller-Quade
---------	---------------------

3

**SFB 588: Humanoide Roboter: Lernende und kooperierende multimodale Roboter  
Projekt M2: Umwelt und Benutzermodellierung auf Basis von multimodaler Interaktion und  
Sensorbeobachtung; Projekt M3: Analyse und Modellierung menschlicher Bewegungen**

*(I. Boesnach, D. Gehrig, H. Köhler)*

Im Rahmen des SFB 588 werden am IAKS Modelle und Methoden zur Aufbereitung, Modellierung und Erkennung 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 in der Lage sein, den augenblicklichen Bewegungszustand des Benutzers zu erfassen bzw. die kurzfristige Fortführung der Bewegung zu schätzen.

Für die Modellierung menschlicher Alltagsbewegungen werden Hidden-Markov-Modelle (HMMs) eingesetzt. Elementare Modelle erfassen dabei die grundlegenden Bewegungsphasen. Zum Training dieser Modelle werden große Mengen an Bewegungsdaten benötigt, welche in die entsprechenden Bewegungsphasen zerlegt werden müssen. Dazu wurden Softwaremodule entwickelt, mit denen eine solche Zerlegung sowohl manuell als auch automatisiert durchgeführt werden kann. Die Softwaremodule zur Segmentierung sind in das am IAKS entwickelte Framework zur Visualisierung, Analyse und Modellierung (VAMOS) integriert worden. Die Methoden und Softwaremodule zur Modellierung menschlicher Bewegungen wurden außerdem für die Live-Erkennung optimiert. Neben der Entwicklung von Modellen und Methoden wurde eine Datenbank angelegt, in der alle zu einer aufgenommenen Bewegung verfügbaren Daten (wie z. B. Gelenkwinkeltrajektorien oder Zerlegungen in Bewegungsphasen) über das Internet abgerufen werden können.



*Erfassung typischer Küchenbewegungen  
mit IR-Tracking*

### **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. Seit einigen Jahren wird in Kooperation mit der Universität Sydney (Australien) eine Datenbank mit guten Codes aufgebaut und fortlaufend ergänzt. Ausgehend von den durch die Datenbank explizit gegebenen guten Codes wurden mit Hilfe so genannter sekundärer Konstruktionen neue Codes gefunden. Die Suche in einem exponentiell großen Raum konnte auf das Lösen von polynomialen Gleichungssystemen reduziert werden. In vielen Fällen konnten neue Codes gefunden werden, oder es wurde entschieden, dass die Konstruktion zu keiner Verbesserung führt.

In Zusammenarbeit mit der Texas A&M University, College Station, sowie NEC Laboratories America, Princeton, wurden verschiedene neue Konstruktionen für sogenannte Quantenfaltungscodes entwickelt.

### **Arbeitsgruppe Systemsicherheit**

*(J.-M. Bohli, W. Geiselmann, J. Müller-Quade)*

Die Arbeiten zum Thema Schlüsselaustausch wurden fortgesetzt. Wenn ein Schlüsselaustausch beispielsweise zur Übertragung medizinischer Daten vorgesehen ist, ist eine Geheimhaltung dieser Daten über einen langen Zeitraum erforderlich. Für derzeitige Public-Key-Protokolle kann eine solche langfristige Sicherheit nicht garantiert werden, die Verfahren sind nicht gegenüber Quantencomputern sicher. Für auf symmetrischer Kryptographie basierende Verfahren lässt sich der Zeitraum wesentlich besser abschätzen, es wird jedoch ein vertrauenswürdiger Server zur Schlüsselgenerierung benötigt.

Ein am E.I.S.S. entwickeltes Protokoll verbindet die Vorteile beider Welten. Für die kurzfristige Geheimhaltung muss keinem Schlüsselservers vertraut werden, nur für die langfristige Geheimhaltung ist erforderlich, dass der Schlüsselservers keine Daten speichert oder an Dritte weitergibt.

Ebenfalls untersucht wurden Gruppenschlüsselaustauschprotokolle, bei denen eine Gruppe von Benutzern einen gemeinsamen Schlüssel erhält. Dabei wurde die Sicherheit von Gruppenaustauschprotokollen, die zudem zur Authentifikation nur ein gemeinsames Passwort benötigen, untersucht und ein Protokollkompiler entwickelt, mit dessen Hilfe solche Protokolle erzeugt werden können.

Im Rahmen seiner kryptoanalytischen Untersuchungen hat das IAKS/E.I.S.S. die Arbeiten zu Algorithmen zur Faktorisierung von ganzen Zahlen weiter vorangetrieben. Dieses Jahr ist es uns gelungen, für den aufwendigsten Teilschritt bei Faktorisierungsalgorithmen, den Siebschritt, eine spezielle Hardware zu entwerfen, die das größte Problem der bisherigen Vorschläge, die Größe der einzelnen Chips, deutlich auf Chips von Standardgröße reduziert. Dadurch ist das größte Problem bei der technischen Machbarkeit einer Spezialhardware, die aktuell verwendete RSA-Schlüssel brechen kann, aus dem Weg geräumt.

Bei der Analyse von kryptographischen Primitiven konnten wir die von Shpilrain 2006 vorgeschlagene Hashfunktion, die auf der Arithmetik in Polynomringen aufbaut, vollständig brechen: Es ist uns gelungen, das Finden von Kollisionen auf das Finden von speziellen Elementen im Kern einer geeigneten linearen Abbildung zu reduzieren. Das neue Problem kann algorithmisch effizient gelöst werden, so dass wir für die konkret vorgeschlagene Hashfunktion innerhalb weniger Tage CPU-Zeit eine Kollision berechnen konnten.

### **EU-Projekt: “SECOQC”**

*(D. Kraschewski, J. Müller-Quade)*

Im Rahmen des groß angelegten Projekts “SECOQC”, das von der EU seit April 2004 gefördert wird, wurde 2006 ein bereits seit 1995 bekanntes Protokoll für die wichtige kryptographische Primitive “Oblivious Transfer” auf Basis von Bit Commitments und einem Quantenkanal dahingehend verbessert, dass durch Erweiterung des Protokolls unter Zuhilfenahme so genannter “decoy states” (variierende Laserleistung des Senders) nicht realisierbare technologische Anforderungen an die Protokollteilnehmer (perfekte Einzelphotonen-Emitter und eine absolut ungedämpfte Übertragung der Photonen) fallengelassen werden konnten. Im Gegenzug musste für den Sicherheitsbeweis die Klasse möglicher Angreifer allerdings etwas eingeschränkt werden. Während der Forschungstätigkeit im Jahre 2007 wurde intensiv daran gearbeitet, diese Restriktion zu überwinden und einen Sicherheitsbeweis gegen allgemeinere Klassen von möglichen Angreifern zu finden.

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

(J.-M. Bohli, C. Henrich, J. Müller-Quade, S. Röhrich, C. Stüber)

Ein Schwerpunkt der Arbeit 2007 befasste sich mit dem Thema elektronische Wahlen. Dabei wurde das Wahlverfahren "Bingo Voting" entwickelt, das es ermöglicht, trotz des Einsatzes von Wahlmaschinen sichere und vor allem korrekte Wahlen durchzuführen. Bei Wahlmaschinen, die heutzutage eingesetzt werden, wurden eklatante Sicherheitsmängel entdeckt, außerdem bieten diese keinerlei Kontrollmöglichkeiten, sondern man muss ihnen blind vertrauen, dass sie die abgegebenen Stimmen korrekt zählen. Verifizierbare Wahlverfahren ermöglichen dahingegen, dass der Wähler überprüfen kann, dass seine eigene Stimme korrekt gezählt wurde, dies wird selbst bei den Papier- und Urnenwahlen so nicht erreicht.

Bingo Voting erreicht diese Überprüfbarkeit durch einen Papierbeleg, den der Wähler erhält. Die Verifikation des von der Wahlbehörde zusammen mit kryptographischen Beweisen veröffentlichten Ergebnisses ist damit aber nur dem Wähler selbst möglich, für Dritte enthält der Beleg keine Information, wie abgestimmt wurde, um Erpressung und Stimmenkauf zu verhindern.

Die Kombination der Eigenschaften Überprüfbarkeit und Abstreitbarkeit (also nicht erpressbar zu sein) macht das Thema Wahlen aus kryptographischer Sicht sehr herausfordernd, da viele Standardmethoden, die z. B. zum Sichern von Finanztransaktionen benutzt werden und diese rückverfolgbar machen, damit nicht anwendbar sind. Bei Bingo Voting wird durch die Verwendung eines vertrauenswürdigen Zufallszahlengenerators (idealerweise in der Form eines Bingo-Käfigs oder einer Lottomaschine) dieses Ziel erreicht, ohne die Wahl selbst für den Wähler zu kompliziert zu gestalten. Insbesondere muss dieser keine weiteren Eingaben zusätzlich zu seiner Stimme tätigen, da dies oft Angriffsmöglichkeiten bietet, die wir in neuen Angriffen auf andere Wahlverfahren aufzeigen konnten.



Die Freischaltung der Bingo Voting Wahlmaschine erfolgt durch eine Chipkarte, die dem Wähler nach Überprüfung seiner Wahlberechtigung ausgehändigt wird.

Bei unserer Realisierung des Wahlverfahrens werden zum Erzeugen der Zufallszahlen zertifizierte Zufallsgeneratoren auf Signaturkarten und zur Freischaltung für den Wähler Chipkarten eingesetzt.

### **Quantenbasiertes Privates Netzwerk (QPN)**

*(W. Geiselmann, D. Kraschewski, J. Müller-Quade)*

Dieses Projekt wird von einem Konsortium aus Instituten der FAU Erlangen-Nürnberg, LMU München, TU Darmstadt und der Universität Karlsruhe (TH) (des IAKS/E.I.S.S.) sowie den privatwirtschaftlichen Unternehmen ATMedia GmbH (Saarbrücken) und qutools GmbH (München) im Auftrag des BSI durchgeführt.

Zielsetzung des Projekts ist die Implementierung eines praxistauglichen Prototyps zum verschlüsselten Nachrichtenaustausch über Standard-Ethernet, wobei es prinzipiell unmöglich sein soll, dass ein Angreifer die verwendeten Schlüssel aus abgefangenen Nachrichten des Schlüsselaustauschs errechnen kann (ewige Schlüsselsicherheit). Solch eine Sicherheit kann durch klassische Verfahren nicht gewährleistet werden, ist aber durch Verwendung von quantenmechanischen Effekten beim Schlüsselaustausch möglich: Die prinzipielle Machbarkeit wurde bereits weltweit mehrfach in verschiedenen Experimenten belegt.

Die Besonderheit des QPN-Projekts liegt darin, dass der resultierende Prototyp nicht nur ein Laboraufbau zur einmaligen Präsentation sein wird. Vielmehr ist angestrebt, dass sich die Geräte ohne allzu großen Konfigurations- und Wartungsaufwand real einsetzen lassen werden. Um die Kriterien einer Zulassung für den Nachrichtentransfer der Sicherheitsstufe VS-NfD auf möglichst naheliegende Weise zu erfüllen, wird ein bereits VS-NfD-zertifiziertes Schlüsselaustausch- und Verschlüsselungsgerät (GigaCrypt) der ATMedia GmbH so umgebaut, dass quantenkryptographisch erzeugte Schlüssel zusätzlich in den bereits vorhandenen klassischen Schlüsselaustausch einfließen. Dadurch wird außerdem erreicht, dass selbst bei einem Totalausfall der Quanten-Komponenten immer noch ein Mindestmaß an klassischer Restsicherheit gewährleistet ist. Eine tatsächliche Zertifizierung nach VS-NfD ist zwar nicht geplant, es wird jedoch eine entsprechende "quasi-Zertifizierbarkeit" angestrebt.

In der zweiten Hälfte des Jahres 2007 wurde der Gesamtaufbau des zu entwickelnden Prototyps konzipiert und einer a-priori-Sicherheitsanalyse unterzogen, um potentielle Schwachstellen des Gesamtsystems möglichst frühzeitig zu identifizieren. Diese Sicherheitsanalyse wurde zu wesentlichen Teilen am IAKS/E.I.S.S. vollzogen und in Form von Bedrohungsmodell, Risikoanalyse und Sicherheitskonzept entsprechend dokumentiert.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:****Bücher und Buchbeiträge:**

**Bohli, J.; Müller-Quade, J.; Röhrich, S.:** Long-term Secure Key Establishment. In: Long-Term and Dynamical Aspects of Information Security: Emerging Trends in Information and Communication Security. Hrsg.: A. Schmidt, M. Kreutzer, R. Accorsi. Hauptpage: Nova Science, 2007, S. 87-95

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Abdalla, M.; Bohli, J.; González Vasco, M.; Steinwandt, R.:** (Password) Authenticated Key Establishment: From 2-Party to Group. In: Theory of Cryptography Conference. TCC 2007, Amsterdam, 21.-24.02.2007. Springer, 2007, S. 499-514, (LNCS; 4392)

**Bohli, J.; Müller-Quade, J.; Röhrich, S.:** Bingo Voting: Secure and coercion-free voting using a trusted random number generator. In: Proceedings of Vote-ID. Vote-ID, Bochum, 4.-05.10.2007. S. 111-124, (LNCS; 4896)

**Geiselmann, W.; Steinwandt, R.:** Cryptanalysis of a Hash Function Proposed at ICISC 2006. In: Proceedings of Information Security and Cryptology. ICISC 2007, Seoul, 29.-30.11.2007. Springer, 2007, S. 1-10, (LNCS; 4817)

**Geiselmann, W.; Steinwandt, R.:** Non-Wafer-Scale Sieving Hardware for the NFS: Another Attempt to Cope with 1024-Bit. In: Proceedings of EUROCRYPT 2007. EUROCRYPT, Barcelona, 20.-24.05.2007. Springer, 2007, S. 455-471, (LNCS; 4515)

**Grassl, M.; Rötteler, M.:** Constructions of Quantum Convolutional Codes. In: Proceedings 2007 IEEE International Symposium on Information Theory. ISIT 2007, Nice, France, 01.06.2007. S. 816-820

**Müller-Quade, J.; Unruh, D.:** Long-term Security and Universal Composability. In: Theory of Cryptography Conference. TCC 2007, Amsterdam, 21.-24.02.2007. Springer, 2007, S. 41-60, (LNCS)

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Bohli, J.; González Vasco, M.; Steinwandt, R.:** Secure Group Key Establishment Revisited. In: International Journal of Information Security, Band 6, Heft 4, 2007, S. 243-254

**Boucher, D.; Geiselmann, W.; Ulmer, F.:** Skew Cyclic Codes. In: Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing, Band 18, 2007, S. 379-389

**Forney, G.D., Jr.; Grassl, M.; Guha, S.:** Convolutional and tail-biting quantum error-correcting codes. In: IEEE Transactions on Information Theory, Band 53, Heft 3, 2007, S. 865-880

Forschungsbereich

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**

**Kognitive Systeme**

Leiterin: Prof. Dr. T. Schultz (ab 05.03.2007)  
 Wiss. Mitarbeiter: D. Gehrig (F),  
 K. Laskowski (F, ab 01.11.2007)

### Analyse und Modellierung menschlicher Bewegungen

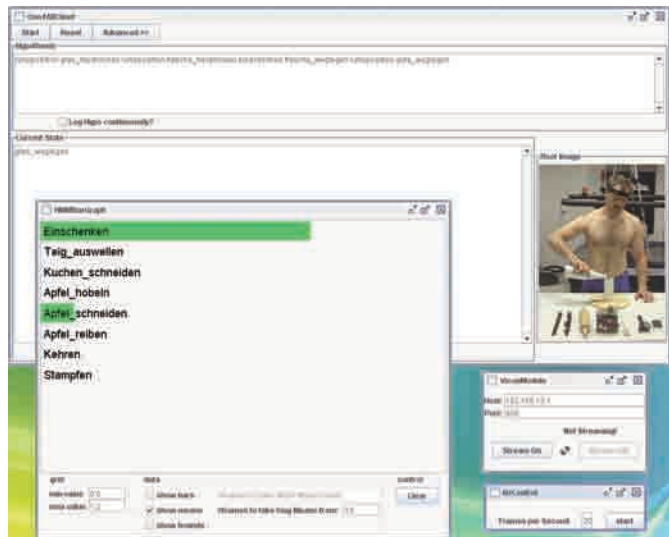
(D. Gehrig, T. Schultz)

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 588 “Humanoide Roboter: lernende und kooperative multimodale Roboter” werden am IAKS Modelle und Methoden zur Aufbereitung, Modellierung und Erkennung 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 in der Lage sein, den augenblicklichen Bewegungszustand des Benutzers zu erfassen bzw. die kurzfristige Fortführung der Bewegung zu schätzen.

Für die Erkennung menschlicher Alltagsbewegungen werden Hidden-Markov-Modelle (HMM) eingesetzt. Elementare Modelle erfassen dabei die grundlegenden Bewegungsphasen. Zur Erkennung menschlicher Alltagsbewegungen wurden grundlegende Bewegungsphasen für typische Küchenbewegungen bestimmt. Zur Erkennung dieser Bewegungen wurden Experimente bezüglich einer optimalen Vorverarbeitung und HMM-Topologie

3

Erkennerausgabe für eine typische Bewegung im Küchenszenario





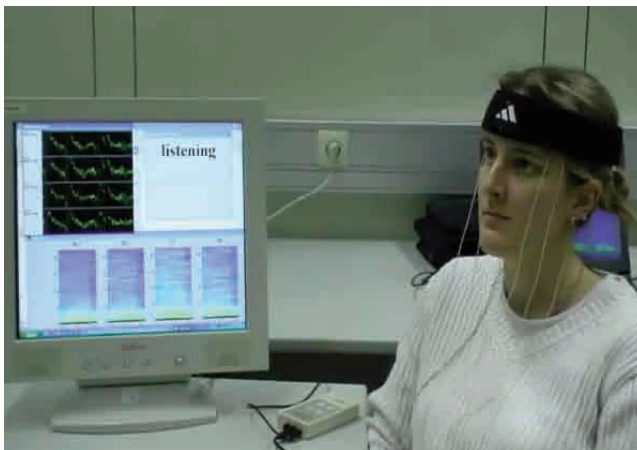
durchgeführt. Gleichzeitig wurden erste einfache Bewegungsgrammatiken entwickelt, mit denen die elementaren Modelle für die Erkennung sequentiell zu Gesamtbewegungen kombiniert werden können (Erkennerausgabe für eine typische Bewegung im Küchenszenario siehe Abbildung).

### **Empathisches Verhalten des Roboters in der Interaktion mit Menschen**

*(K. Schaaff, T. Schultz)*

Im SFB 588 sollen situative Benutzereigenschaften analysiert und beschrieben werden, deren Kenntnis für ein soziales Verhalten des Roboters in der Interaktion mit dem Menschen vorausgesetzt werden müssen. Dazu werden die im SFB typischen Formen der Interaktion zwischen Mensch und Roboter im Hinblick auf soziale Verhaltenskomponenten beobachtet und aufgezeichnet.

Zur Analyse und Beschreibung soll zwischen der menschlichen Tätigkeit, der kognitiven Arbeitsbelastung und dem emotionalen Zustand der Benutzer differenziert werden. Als Vorarbeiten werden am Cognitive Systems Laboratory (CSL) derzeit die Modellierung und Erkennung von Emotionen des Menschen auf der Basis von Hirnaktivitäten untersucht. Dazu wurde ein erstes System entwickelt, das Emotionen beim Benutzer durch Vorgabe von IAPS-Bildern induziert. Die resultierenden Hirnaktivitäten (Elektroenzephalographie – EEG) werden mit einer EEG-Kappe erfasst. Die erfassten Signale werden anschließend geeignet vorverarbeitet und typische Artefakte eliminiert. Neben Aufnahmen mit der EEG-Kappe wird ein bequemes selbstentwickeltes Stirnband mit hohem Tragekomfort eingesetzt (siehe Abbildung). Zur Modellbildung und Klassifizierung der inneren Benutzerzustände auf der Basis der erfassten Merkmale werden mehrere Verfahren erprobt und verglichen. Im Fokus stehen dabei statistische Modellierungsverfahren wie Gaussche Mischverteilungen und Klassifikatoren wie Neuronale Netze und Support Vektor Maschinen.



*Selbstentwickeltes  
Stirnband zur  
Messung von EEG-  
Signalen*

## Erkennung lautloser Sprache

(T. Schultz, M. Wand)

In diesem Arbeitsbereich wird kontinuierlich gesprochene Sprache erkannt, allerdings nicht – wie in der klassischen Spracherkennung üblich – auf Basis von Schalldruckwellen, sondern auf der Basis der Erfassung und Interpretation von Muskelaktivitäten. Zahlreiche Muskeln im Gesichtsbereich erzeugen die Bewegungen des artikulatorischen Apparates, der die Produktion von Sprache ermöglicht. Die bei der Aktivität der Muskulatur entstehenden Potenzialdifferenzen werden durch Elektroden erfasst (Elektromyographie – EMG) und darauf typische Muster bei der Sprachproduktion mittels statistischer Modellierungsverfahren gelernt.

Da die EMG-basierte Erkennung von Sprache ausschließlich auf Bewegung basiert und somit akustische Signale für die Erkennung keine Rolle spielen, kann die Spracherkennung mittels EMG auch dann erfolgen, wenn die Sprache lautlos artikuliert wird, d. h. wenn lediglich die Artikulationsmuskeln bewegt werden, aber nicht hörbar gesprochen wird. Dadurch bietet sich EMG-basierte Spracherkennung in all den Situationen an, in denen Störungen durch hörbare Sprache vermieden werden sollen, wie etwa in Meetings oder leisen Umgebungen, wie Bibliotheken. Außerdem bietet lautlose Sprache den Vorteil, dass sie nicht von umstehenden Zuhörern belauscht werden kann, so dass hierdurch die Übermittlung vertraulicher Informationen mittels Sprache möglich wird. Darüber hinaus wird das Signal nicht durch überlagernde Geräusche einer lauten Umgebung gestört und somit eine robuste Erkennung von Sprache in geräuschbehafteten Umgebungen, etwa im Restaurant oder am Flughafen, möglich. Zuletzt könnte die Erkennung unhörbarer Sprache eine Unterstützung für Menschen mit Sprachbehinderungen leisten.

## Vocal Interaction in Multiparty Scenario

(K. Laskowski, T. Schultz)

There is currently intense interest in the automatic processing of natural multiparty conversation. Useful types of processing include automatic summarization, search and indexing of recorded multichannel audio; all three rely heavily on the accuracy of speech recognition, to which of primary concern is the ability to attribute speech, as well other vocal phenomena such as laughter, to specific conversation participants. Current state-of-the-art speech activity systems treat participants in a largely independent manner, and/or assume strictly sequential speech production. Neither of these assumptions is valid in the context of natural conversation, as evidenced by the existence of turn-taking and/or contention. In our current research work in the area of vocal interaction we perform joint modeling of vocal activity for all participants to a conversation. We apply ergodic hidden Markov models and algorithms for addressing the problem of sparse data in the face of a large vocal interaction state space. Our results demonstrate the competitiveness of this approach, in spite of simplistic acoustic and state transition models. We currently extend our research to more complex acoustic models and speaker specific interaction models to improve multi-speaker speech activity detection and speech recognition performance. In additi-

on, we plan to assess the utility of vocal interaction modeling on other tasks directly impacting speech recognition and subsequent speech understanding.

## Multilinguale Sprachverarbeitung

(P. Liu, T. Schultz)

Am CSL wurde im Wintersemester 2006/2007 erstmalig ein Seminar in Kooperation mit der Carnegie Mellon University angeboten. Mittels Videokonferenz wurde dieses Seminar simultan an beiden Orten (Pittsburgh und Karlsruhe) abgehalten. Ziel des Seminars war die gemeinsame und verteilte Entwicklung von Spracherkennung, Sprachsynthese und einfacher Übersetzung in Sprachen und/oder Domänen, über die nur wenig Sprach- und Textmaterial vorliegt. Dazu wurde am CSL ein "Rapid Language Adaptation Server" eingerichtet, der es erlaubt, Sprachmaterial über das Internet zu sammeln, und der über ein Interface zu allen (Inhouse-)Technologien verfügt, um alle notwendigen Module zu entwickeln. Im Rahmen des Seminars wurden sprachverarbeitende Systeme in den Sprachen Englisch, Französisch und Tamil entwickelt.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Schultz, T.:** Speaker Characteristics. In: Speaker Classification. Hrsg.: C. Müller (Ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2007, S. 47-74, (4343)

**Schultz, T.; Kirchhoff, K. (Ed.):** Multilingual Speech Processing. San Diego, California (USA): Elsevier Verlag, Academic Press, 2007

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Schultz, T.; Black, A.; Badaskar, S.; Hornyak, M.; Kominek J.:** SPICE: Web-based Tools for Rapid Language Adaptation in Speech Processing Systems. In: Proceedings of Interspeech 2007. Interspeech 2007, Antwerpen, Belgien, 27.-31.08.2007, S. 2125-2128

**Tam, Y.-C.; Schultz, T.:** Bilingual-LSA Based Translation Lexicon Adaptation for Spoken Language Translation. In: Proceedings of Interspeech 2007. Interspeech 2007, Antwerpen, Belgien, 27.-31.08.2007, S. 2461-2464

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Jin, Q.; Schultz, T.; Waibel, A.:** Far-Field Speaker Recognition. In: Special Issue of IEEE Transaction on Audio, Speech & Language on Speaker and Language Recognition, Band 15, Heft 7, 2007, S. 2023-2032

Forschungsbereich

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme****Projektgruppe  
Bildauswertung und  
Mustererkennung**

Leiter:	Prof. em. Dr. H.-H. Nagel
Wiss. Mitarbeiter:	A. Fexa (F), H. Harland (F), N. Pirlo (F, ab 15.02.2007)

**Erzeugung natürlichsprachlicher Beschreibungen aus Videos***(A. Fexa, H. Harland, N. Pirlo)*

Im Berichtsjahr wurden Robustheit und Einsatzbreite eines – im Ansatz bereits vorhandenen – algorithmischen Systems zur Transformation digitalisierter Bildfolgen von Straßenverkehrsszenen in natürlichsprachliche Beschreibungen gesteigert. Dazu waren Untersuchungen an allen vier Subsystemen erforderlich: Bildfolgenauswertung zur Extraktion von Trajektorien bewegter Körper in der aufgezeichneten Szene, Umwandlung der quantitativen Trajektoriendaten in qualitative, begrifflich-logische Repräsentationen der erfassten Bewegungen und ihres Kontextes, Umsetzung dieser begrifflichen Repräsentationen in natürlichsprachliche Texte sowie Ausbau der Benutzungsoberfläche zur einfacheren Überprüfung und Nutzung dieses Gesamtsystems.

Zur Bildfolgenauswertung wurden sowohl ein 2D-datengetriebener als auch ein 3D-modellgestützter Ansatz untersucht, letzterer bisher nur zur Verfolgung von Kraftfahrzeugen. Beim 2D-datengetriebenen Vorgehen baute A. Fexa im Rahmen seines Promotionsvorhabens einen Erwartungswert-Maximierungs-Ansatz zur Verfolgung von Fußgänger- und Kraftfahrzeug-Abbildungen wesentlich aus. Dies ermöglichte I. Pop in seiner Diplomarbeit, eigene Beiträge zur Bildung, zur Verfolgung und Auflösung von Fußgängergruppen sowie zur Wechselwirkung zwischen Fußgängern und Kraftfahrzeugen zu erarbeiten. J. Munkel führte diese Untersuchungen im Rahmen seiner Diplomarbeit zur Klärung von Detailproblemen der Initialisierung und Verfolgung sowie zur Ausweitung auf andere Bildfolgen weiter – u. a. auch solcher aus anderen Laboratorien im Rahmen des EU-Projektes HERMES. Im Vordergrund stand dabei das Bemühen, möglichst zusammenhängende Trajektorien aller Straßenverkehrsteilnehmer zu bestimmen, um deren Verhalten korrekt analysieren und beschreiben zu können.

Dieselbe Stoßrichtung stand auch bei Untersuchungen zur 3D-modellgestützten Detektion und Verfolgung von Kraftfahrzeugen im Vordergrund. Das inzwischen verwendete Grundsystem wurde ausführlich beschrieben und vergleichend analysiert (Dahlkamp et al., IJCV). Ein Ansatz zur Erkennung der Verdeckung von Kraftfahrzeugen durch nicht-modellierte Körper in der abgebildeten Verkehrsszene – beispielsweise durch Bäume oder Verkehrsschilder – konnte verbessert werden (Fexa & Nagel, ICVS-2007, Pirlo & Nagel, interne Berichte), was die Leistungsfähigkeit einer algorithmischen Umschaltung auf eine verhaltensbasierte Verfolgung während der Verdeckung und damit die Bestimmung zusammenhängender Kfz-Trajektorien erleichterte. Ergänzend wurden Probleme beim Übergang auf Bildfolgen aus Oxford mit Linksverkehr (Studienarbeit M. Ikkert) analysiert sowie

Voruntersuchungen zur algorithmischen Unterscheidung verschiedener Fahrzeugtypen (Straßenbahn, Transporter, Kleinbus und Fließheck) in Bildfolgen vom Durlacher-Tor-Platz aufgenommen (Studienarbeit F. Riedel).

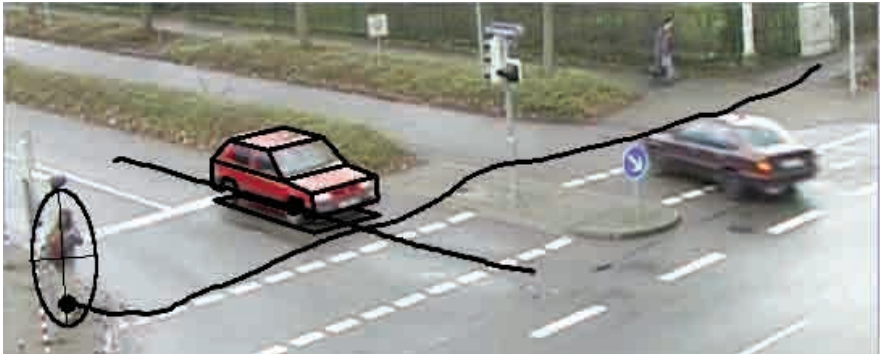
Die erwähnten Untersuchungen ermöglichten es A. Fexa, die Subsysteme zur begrifflich-logischen Repräsentation des Verhaltens von Straßenverkehrsteilnehmern sowie zur Vertextlichung solcher Repräsentationen erheblich auszuweiten. Dadurch konnten im selben Gesamtsystem Zwischenergebnisse aus der 2D-datengetriebenen Detektion und Verfolgung von Fußgängern mit 3D-modellgestützt ermittelten Kfz-Trajektorien kombiniert werden, um die Bildung von Gruppen von Verkehrsteilnehmern, deren Wechselwirkung miteinander sowie die Auflösung solcher Gruppen zu analysieren und zu beschreiben.

Die Abbildung zeigt eine Aufnahme aus einer neu aufgezeichneten Video-Bildfolge an der Einmündung der Straße 'Am Fasanengarten' in den Adenauerring mit überlagerten Trajektorien eines Fußgängers sowie eines Kraftfahrzeuges. Die mit Hilfe dieser Trajektorien algorithmisch erzeugte Beschreibung lautet: "Der Fußgänger steht auf dem nördlichen Bürgersteig. Er stoppt wegen des Fahrzeugs. Er geht auf den nördlichen Bürgersteig. Er geht entlang der Fußgängerfurt. Jetzt hat er die zentrale Verkehrsinsel erreicht. Er geht entlang der Fußgängerfurt. Er geht auf den südlichen Bürgersteig."

Die Entwicklung eines XML-basierten Daten-Austauschformates durch H. Harland ermöglicht es inzwischen, diese Optionen auch mit Verfolgungsergebnissen zu studieren, die durch anders geartete Ansätze unserer Partner im HERMES-Projekt gewonnen worden sind. Eine projektweite Analyse von Stärken und Schwächen unterschiedlicher Ansätze und Implementierungen trägt wesentlich zur Vertiefung des Verständnisses sowie zur effizienten Verbesserung der verschiedenen Ansätze bei.

Das gleiche Ziel wurde auch mit der inzwischen realisierten Ausweitung der algorithmischen Texterzeugung (zusätzlich zu Deutsch, Englisch, Japanisch, Spanisch und Tschechisch) auf das Dänische verfolgt. Eine im Rahmen der Diplomarbeit von J. Lang konzipierte und realisierte Systemkomponente für die Analyse und Beantwortung natürlichsprachlicher Anfragen zu Vorgängen in den aufgezeichneten und ausgewerteten Straßenverkehrsvideos stellt einen wichtigen Schritt in Richtung auf eine flexible und leistungsfähige Benutzungsoberfläche des Gesamtsystems dar.

Subsysteme für einen natürlichsprachlichen Dialog über Ergebnisse einer algorithmischen Auswertung von Straßenverkehrsvideos werden auch in adaptiven Fahrerassistenzsystemen (AFAS) an Gewicht gewinnen. Die Diskussion von in diesem Zusammenhang auftretenden Rechtsfragen gab Anlass zu einer zunächst unerwarteten Verknüpfung von Untersuchungen der Forschungsgruppe um Prof. Dreier vom Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft und unserer Forschungsgruppe (Meyer und Harland 2007).



Aufnahme aus einer Videosequenz mit überlagerten Trajektorien für einen Fußgänger und ein Kraftfahrzeug (freundlicherweise zur Verfügung gestellt von A. Fexa).

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

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

**Fexa, A.; Nagel, H.-H.:** Integrating Behavior-based Prediction for Tracking Vehicles in Traffic Videos. In: Proceedings of the Fifth International Conference on Computer Vision Systems (ICVS 2007). ICVS 2007, Bielefeld, Germany, 21.-24.03.2007. S. DVD; <http://www.icvs2007.org/>

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Dahlkamp, H.; Nagel, H.-H.; Ottlik, A.; Reuter, P.:** A Framework for Model-Based Tracking Experiments in Image Sequences. In: International Journal of Computer Vision, Band 73, Heft 2, 2007, S. 139-157

**Meyer, O.; Harland, H.:** Haftung für softwarebezogene Fehlfunktionen technischer Geräte am Beispiel von Fahrerassistenzsystemen. In: Computer und Recht, Band 23, Heft 11, 2007, S. 689-695

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

Leiter:	Prof. Dr. J. Calmet (i. R. ab 01.10.2007)
Sekretärin:	H. Scherer
Wiss. Mitarbeiter:	R. Endsuleit (bis 28.02.2007), R. Eberhardt (bis 31.01.2007), C. Stüber (01.02.2007 bis 30.09.2007)
Stipendiaten:	T. Mie, Y. Yang (bis 30.09.2007)

**Computeralgebra,  
Wissensrepräsentation****Virtuelle Wissensgemeinschaften***(J. Calmet)*

Dieses aktuelle Projekt wird durch die Suche nach Abstraktionsmechanismen für kognitive Systeme motiviert. Ein klassischer Ansatz zur Verwaltung von Wissen ist hierarchisch verfeinernd, welches zu großen, für viele Anwendungen unpraktischen Systemen führt. Dieser Ansatz wurde vor vielen Jahren im Rahmen der KOMET Mediator Methodik untersucht. Es erscheint daher vielversprechend, eine dynamische Verwaltung von Wissen zu haben, die es erlaubt, das Wissen genau auf den Anwendungsbereich zuzuschneiden. Außerdem ist dieser Ansatz zu der in dieser Gruppe definierten Agenten-Orientierten Abstraktion (AOA) konsistent.

Die Kernidee des Ansatzes ist es, ein IT-Wissensproblem so darzustellen, wie wir ein virtuelles Unternehmen darstellen. Wir nehmen dazu an, dass eine virtuelle Organisation durch ihr betriebliches Wissen im Rahmen eines Multiagentensystems als virtuelle Wissensgemeinschaft definiert und simuliert wird. Das Ziel dabei ist es, Wissen so einfach wie möglich auszutauschen und zu teilen. Mehrere Prototypen zur Implementierung virtueller Wissensgemeinschaften (VKC) wurden entworfen und zunächst Java-basiert, später Ontologie-basiert, implementiert. Sie wurden im Rahmen einiger der nachfolgend beschriebenen Projekte getestet, welche sich mit Entscheidungssystemen und Web-Services beschäftigen. Dieses Projekt ist mittlerweile eine Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von P. Maret (INSA Lyon).

**Probabilistically Checkable Proofs***(T. Mie)*

Probabilistically Checkable Proofs (PCP) erlauben eine alternative Charakterisierung der Komplexitätsklasse NP und finden Anwendung in vielen Bereichen der (theoretischen) Informatik. Wir beschäftigen uns mit der Weiterentwicklung von PCP und ihren Anwendungen in der Kryptographie, wobei unser Hauptaugenmerk auf der gleichzeitigen Minimierung der Parameter Anfragekomplexität, Laufzeit des Verifizierers und Länge des PCP liegt.

## Rechnerunterstützte Sicherheitsbeweise mit kryptographischen Spielen

(C. Stüber)

Eine verbreitete Form von Sicherheitsbeweisen ist die Darstellung der Interaktion zwischen einem Angreifer und seiner Umgebung durch ein Spiel. Die Chance des Angreifers, dieses Spiel zu gewinnen, wird durch sukzessive Umformung des Spiels ermittelt. Die Techniken des implementierten Prototyps, der eine Rechnerunterstützung dieses Beweisvorgangs erlaubt, wurden weiter untersucht. Es wurden Möglichkeiten zur Erweiterung des Prototyps erarbeitet und umgesetzt.

## GRACIA – Ein service-orientiertes Sicherheitsgateway

(J. Calmet, Dong Huang)

In diesem Projekt wurden innovative Sicherheitslösungen für virtuelle und service-orientierte Unternehmen geschaffen, welche eine sichere Ausführung von Geschäftsprozessen und eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Organisationen ermöglichen. Um ein effizientes Autorisierungsmanagement zu gewährleisten, müssen diese Lösungen zum einen die Geschäftsabläufe in eine Sicherheitspolice abbilden und zum anderen die Zusammenarbeit von unabhängig verwalteten Einheiten/Organisationen ermöglichen. Das Sicherheitsgateway Gracia erfüllt diese Anforderungen und ermöglicht das Formulieren von Sicherheitsanforderungen in einer auf OWL basierenden Sprache. Mittels des dazugehörigen Inferenzmodells können Policen abgeleitet werden, welche sowohl die Geschäftsregeln als auch regulatorische Einschränkungen berücksichtigen.

## Verteidigung gegen DoS und DDoS

(J. Calmet)

Denial of Service (DoS) und Distributed Denial of Service (DDoS) Angriffe zeichnen sich dadurch aus, dass sie schwer zu entdecken und zu stoppen sind, was durch aktuelle Vorfälle bei diversen Internetseiten in modernen Industrienationen dokumentiert wird. Ziel des vorliegenden Projektes war es, eine Verteidigung auf ein neues Paradigma der Datenrepräsentation zu stützen: Logische Faserungen. Dieses Konzept ging aus dem mathematischen Modell der Faserräume sowie zweiwertiger Logiken hervor. Eine Faser ist dabei eine zweiwertige Logik. Es ist möglich, gefaserte Faserungen zu bilden und dadurch recht komplexe Systeme zu gestalten. Diese flexible Datenrepräsentation führt zu einem vielseitigen System, das gegen DoS und DDoS verwendet werden kann. Die konkrete Implementierung bedient sich des Weiteren der Techniken des Datamining sowie der künstlichen neuronalen Netze zur Konzentrierung der Rohdaten.

## Ein Rahmenwerk für Entscheidungsunterstützungssysteme bei unscharfem Wissen

(J. Calmet, Y. Yang)

In dieser Arbeit wurde ein Rahmenwerk für ein Entscheidungsunterstützungssystem vorgestellt, welches auf dem unscharfen Modell, OntoBayes, und VKC basiert. Das Onto-



Bayes-Modell integriert Bayessche Netzwerke und Einflussdiagramme in Ontologien, um die Vorteile von allen Methoden zu bewahren. Als die grundlegende Sprache zur Wissenspräsentation in OntoBayes wurde OWL ausgewählt. OWL wurde durch eine Menge von Annotationen erweitert, um die Semantik von Bayesschen Netzwerken und Einflussdiagrammen anzupassen. Für den Wissensaustausch wurden VKC verwendet; da VKC nicht automatisch mit OWL verträglich sind, wurden sie erweitert. Für die Implementierung eines Entscheidungsunterstützungssystems wurde eine service-orientierte Architektur vorgestellt. Durch die Implementierung des Rahmenwerks wurde ein Entscheidungsunterstützungssystem am Beispiel von der Anwendung der Katastrophenversicherungen validiert.

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

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

**Calmet, J.; Yang, Y.:** From Agent Oriented Abstraction to Decision Making under Uncertain Knowledge. In: Proceedings of IIAS 19th International Conference on Systems Research Informatics and Cybernetics. InterSymp 2007, Baden-Baden, Germany, 30.07.-04.08.2007. S. noch nicht bekannt

**Endsuleit, R.; Amma, Ch.:** Agent Alliances: A Means for Practical Threshold Signatures. In: Proceedings of IEEE Conference ARES 2007. ARES 2007 (The Second International Conference on Availability, Reliability and Security), Wien, Österreich, 13.03.-10.04.2007. S. 655-662

**Yang, Y.:** Ein Rahmenwerk für Entscheidungsunterstützungssysteme bei unscharfem Wissen. In: Proceedings of the Final Symposium of the DFG research training groups "Natural Disasters". DFG-Abschluss-Symposium "Natural Disasters", Karlsruhe, Germany, 24.-25.07.2007. S. 155-167

Forschungsbereich

**Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme**
**Parallelverarbeitung,  
insbesondere  
Zellularautomaten**

Leiter:	Prof. Dr. R. Vollmar
Sekretärin:	M. Joram
Nachwuchsgruppenleiterin:	Dr. A. Wörner (F, ab 01.05.2007)
Wiss. Mitarbeiter:	T. Feldmann (F, ab 01.07.2007), H. Köhler (F, ab 01.07.2007), M. Rahn, M. Schulz, Dr. T. Worsch
Techn. Mitarbeiter:	R. Dosch

### Automatische Lastverteilung mit MPI für alle

(M. Rahn)

Dynamische Lastverteilung für unregelmäßige Prozesse in heterogenen Umgebungen gewinnt an Bedeutung. Verschiedene Verfahren sind gut untersucht und gut zugänglich, gute und sogar asymptotisch optimale Lastverteilung ist für eine große Klasse von Problemen möglich. Die Implementierungskomplexität der optimalen Verfahren ist leider recht hoch. Erfahrungsgemäß verwenden Nutzerinnen und Nutzer deshalb fehlerhafte oder nicht optimale Programme.

Aufbauend auf einer zuvor entwickelten Bibliothek zur Erkennung der Terminierung asynchroner verteilter Berechnungen stellen wir nun erstmals eine auf MPI basierende Bibliothek zur automatischen dynamischen Lastverteilung durch zufälliges Anfragen bereit, die für viele Anwendungen asymptotisch optimale Ergebnisse liefert. Die Schnittstelle ist so konzipiert, dass sich die Nutzerinnen und Nutzer weitestgehend auf ihre eigentliche Anwendung konzentrieren können. Vorhandene sequentielle Programme können mit geringem Aufwand an die Bibliothek angepasst werden.

### Lösbare Instanzen des Postschen Korrespondenz Problems

(M. Rahn)

Das Postsche Korrespondenz Problem (PKP) fragt nach nichttrivialen Elementen in der Gleichheitsmenge zweier Morphismen. Es handelt sich um ein unentscheidbares Problem, das in vielen Bereichen der Informatik als Referenzproblem dient. Trotz seiner einfachen Struktur gibt es nur wenige Angriffspunkte, um konkrete Instanzen zu lösen.

Wie in den vorherigen Jahren ging die konkrete Suche nach Instanzen mit langen kürzesten Lösungen weiter. Praktisch alle bekannten schweren Instanzen wurden mit unseren Programmen gefunden, dabei wurde im Berichtszeitraum verstärkt auf den Einsatz paralleler Verfahren gesetzt. Damit wurde es erstmals möglich, auf dem universitären Parallelrechner HP XC6000 Suchgraphen mit  $10^{15}$  Knoten zu bearbeiten, was zur Identifikation von zwei neuen Weltrekordhaltern führte.

Als Weiterführung der Untersuchung von Techniken zur Identifikation unlösbarer Instanzen wurden gemeinsame Grundprinzipien solcher Techniken gesucht. Das Ergebnis

ist ernüchternd, denn es konnte gezeigt werden, dass es im Wesentlichen nur zwei Prinzipien gibt: Balancieren und Suchen.

Alle in den letzten Jahren und Jahrzehnten entwickelten Techniken bauen entweder auf einfachen Argumenten über Balancen auf oder suchen nach einer Lösung und erkennen quasi nebenbei bestimmte unproduktive Strukturen in Suchgraphen. Es gibt verschiedene kreative Kombinationen, Abwandlungen und Mutationen und erfolgreiche Anwendungen auf ganze Klassen von Instanzen, doch jede bekannte Technik lässt sich den beiden Prinzipien zuordnen.

Eine genaue Untersuchung des Prinzips Suchen gibt Einblicke in die selbstreferentielle Natur unentscheidbarer Probleme: Immer wenn wir unseren Standpunkt verändern, um Vereinfachung zu erzielen, müssen wir schließlich feststellen, dass wir wieder dem Originalproblem gegenüber stehen.

### **Das Sandhaufenmodell**

*(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 kommutative Halbgruppe erhält, wobei die rekurrenten Konfigurationen der Markovkette eine Gruppe bilden.

Die Konfigurationen, die eine rekurrente Konfiguration unverändert lassen, wenn man sie hinzu addiert (Äquivalenz-Konfigurationen), wurden genauer untersucht. Insbesondere gibt es bei geeigneten Feldern sehr schnelle Methoden, kleine Äquivalenz-Konfigurationen zu berechnen, die sich jedoch nur bis zu einem gewissen Grad auf größere Äquivalenz-Konfigurationen verallgemeinern lassen.

Die Berechnung der Summe zweier rekurrenter Konfigurationen steigt mit der Größe des Feldes sehr stark an. Es wurde untersucht, ob sich der zeitliche Aufwand nach unten abschätzen lässt, und ob sich Äquivalenz-Konfigurationen effizient dazu einsetzen lassen, diese Additionen zu beschleunigen.

Weiterhin wurde eine Verallgemeinerung des Sandhaufenmodells betrachtet, auf die sich einige Sätze und Konstruktionen für Halbordnungen auf den transienten Konfigurationen des Sandhaufenmodells einfach übertragen lassen.

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

Zum einen wurden die Untersuchungen des Ein-/Ausgabeverhaltens von MPI/IO fortgesetzt. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre fanden Eingang in eine Diplomarbeit, in deren Rahmen Möglichkeiten untersucht wurden, die in manchen Parallelrechnern vorhandenen lokalen Platten der Rechenknoten über eine Programmierschnittstelle für relativ schnell zugreifbare "globale" Dateien nutzbar zu machen. Die zugehörigen Leistungsmessungen wurden natürlich mit SKaMPI 5 durchgeführt.

Zum anderen wurde eine erste Version eines Dokumentengenerators fertig gestellt, der es erlaubt, recht einfach aus Ausgabedateien von SKaMPI 5 Messergebnisse zu extrahieren und in graphischer Form aufzubereiten. Eine graphische Benutzerschnittstelle mit noch bequemerer Handhabung ist in Arbeit.

## Nachbarschaften in Zellularautomaten

(T. Worsch)

Bei den Arbeiten zu Zellularautomaten lag der Schwerpunkt im Berichtszeitraum auf der Fortsetzung der Untersuchungen zum Thema "Nachbarschaft" zusammen mit H. Nishio (Kyoto). Nachdem zunächst gezeigt werden konnte, dass Berechnungsuniversalität erreicht werden kann, wenn man eine lokale Überföhrungsfunktion fixieren muss und nur die relativen Positionen der Nachbarzellen variieren darf, stand und steht nun die Frage im Vordergrund, welche Eigenschaften des benutzten Simulationsbegriffes notwendig oder hinreichend für Berechnungsuniversalität sind. Erste Ergebnisse weisen in eine ähnliche Richtung wie entsprechende, die in einer anderen Situation (Simulation von irreversiblen auf reversiblen ZA) eine Rolle spielen. Es käme daher nicht unerwartet, wenn sich zukünftig allgemeinere Einsichten in Eigenschaften von Simulationsbegriffen ergäben.

## AutoTIP: Automatisierte Technikanalyse im Profisport

(T. Feldmann, H. Köhler, A. Wörner)

Ziel des Projekts ist die Bereitstellung und Evaluierung von Methoden, die eine automatisierte Bewertung der gezeigten Leistung eines Sportlers im Wettkampf bereitstellt. Dies ist insbesondere bei den Sportarten, die eine rein subjektive Begutachtung durch den visuellen Eindruck der Richter erfordern, wie z. B. das Turnen, von großem Interesse. Hierfür sind Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Modellbildung des Menschen, der Erfassung und Analyse von Bewegungsdaten über Methoden der Bildverarbeitung bis hin zur Optimierung der zugrunde liegenden Hardware zur Gewährleistung der optimalen Datenverarbeitung erforderlich. Insgesamt soll eine markerfreie Erfassung und Detektion des

Sportlers erreicht werden sowie ein Abgleich mit zuvor generierten Referenzdaten, deren Basis präzise markerbasiert erfasste und analysierte Bewegungsdaten darstellen.

Für diesen grundlegenden Aspekt der markerbasierten Analyse der Daten stand im ersten Projektabschnitt die automatische Parametrisierung verschiedener Menschmodelle im Vordergrund. Dazu wurden zum einen auf Basis existierender Menschmodelle (wie z. B. des SFB-588-Menschmodelles) diese so modifiziert, dass die Körperstruktur bestimmende Segmentlängen als zusätzliche Freiheitsgrade betrachtet und im Zuge der Posenrekonstruktion mit erfasst werden.

Somit wurde ein adaptives Modell realisiert, dessen Segmentlängen sich entweder zu Beginn der Aufnahmen in Form einer Modell-Kalibrierung erfassen lassen und mit denen im Folgenden mit einem statischen Modell gearbeitet werden kann. Alternativ können diese über den ganzen Aufnahmezeitraum angepasst werden, was z. B. die Modellierung von Dehnungen und Verkürzungen erlaubt.

Im Rahmen der automatischen Bestimmung von Gelenkrotationszentren aus gelabelten, aber nicht im Modell definierten Markerdaten, wurde erreicht, dass es mit Hilfe eines solchen Ansatzes möglich ist, mit undefinierten Markerpunkten einfache Mehrkörpersysteme zu bestimmen. Somit wurde eine wichtige Komponente zur automatischen Bestimmung eines Mehrkörpersystems aus sich bewegenden Markerpunkten realisiert.

Im Bereich der markerlosen Bewegungsanalyse werden Verfahren angestrebt, die eine möglichst genaue bildbasierte Rekonstruktion der Pose von Sportlern aus unterschiedlichen Kameraperspektiven ermöglichen. Die rekonstruierte Pose muss dabei konsistent mit allen Kameraperspektiven sein. Der Vorteil markerloser Verfahren ist hierbei der Wegfall der Bewegungseinschränkungen der Sportler durch Marker. Damit kann eine hohe Alltagstauglichkeit des Bewegungsanalyseystems erreicht werden.

Da eine hohe Genauigkeit der bildbasierten Poseschätzung von Sportlern unabdingbar ist, damit ausgehend von dieser Schätzung eine Aussage über die Güte der Bewegung getroffen werden kann, wurden in der ersten Phase als weiterer Schwerpunkt des Projekts Bildverarbeitungsverfahren untersucht, mit denen eine scharfe Trennung zwischen Mensch und Umgebung möglich ist. Ein Schwerpunkt sind hierbei Verfahren zur Berechnung von Personensilhouetten aus monokularen Kamerabildfolgen.

Eine besondere Herausforderung bildet hierbei die stabile Hintergrunderkennung bei Beleuchtungsveränderungen und zusätzlich auftauchenden Objekten. Daher wurde ein Ansatz zur dynamischen Anpassung des Hintergrunds implementiert und dieser um verschiedene Farbräume erweitert und evaluiert. Es wurde ein Set geeigneter Randbedingungen bestimmt, unter denen eine stabile Personenverfolgung bei lokalen Hintergrundänderungen, wie Bildrauschen, sowie globalen Hintergrundveränderungen, wie Weißabgleich und Beleuchtungsänderungen, durchführbar ist. Abschließend wurde analysiert, inwieweit eine Silhouettenbestimmung durch aktive Konturen verbessert und für das Tracking beschleunigt werden kann. Dabei wurde sichtbar, dass aktive Konturen den Vorteil besitzen, je nach Parametrisierung, glatter zu sein als eine Silhouette aus Kantenbildern.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:****Bücher und Buchbeiträge:**

**Vollmar, R.:** Professionalism and Morality in Informatics. In: Education, Labour & Science Perspectives for the 21st Century. Hrsg.: Szell, G.; Bösling, C.-H.; Szell, U.; Frankfurt: Peter Lang, 2007, S. 275-279

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Worsch, T.; Nishio, H.:** Variations on Neighborhoods in CA. In: Lecture Notes in Computer Science 4739. 11th International Conference on Computer Aided Systems Theory – EUROCAST 2007, Las Palmas, 12.-16.02. 2007. Springer, 2007, S. 581-588

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Schulz, M.:** An NP-complete Problem for the Abelian Sandpile Model. In: Complex Systems, Band 17, Heft 1, 2007, S. 17-28

**Vollmar, R.:** John von Neumann and Self-Reproducing Cellular Automata. In: Journal of Cellular Automata, Band 1, Heft 4, 2007, S. 353-376

## 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  
608-4053  
bellosa@ibds.uka.de  
(Sprecher)

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

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

## Forschungsbereich

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**
**Systemarchitektur**

Leiter:	Prof. Dr. F. Bellosa
Sekretärin:	A. Engelhart
Nachwuchsgruppenleiter:	Dr. T. Fuhrmann (F)
Wiss. Mitarbeiter:	P. Di (F), J. Eickhold (F), M. Y. Hourri (F), S. Kellner (F), K. Kutzner (F, bis 31.12.2007), C. Kämpfe (F, bis 30.09.2007), J. LeVasseur (bis 28.02.2007), G. Liefländer, A. Merkel, R. Neider, Dr. S. O'Donoghue (F, bis 31.01.2007), B. Saballus (F), J. Stöß
Programmierer:	J. McCuller, H. Zoller

**Energiemanagement für hypervisor-basierte virtuelle Maschinen**

(F. Bellosa, C. Lang, 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 gebe, welches volle Kontrolle über die zugrunde liegende Hardware und deren Betriebsparameter besitze. Zum anderen wähen sich 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 Komponente im System überhaupt findet, welche zugleich volle Kontrolle über jegliche Hardwaregeräte sowie 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 – im Gegensatz zu anderen physikalischen Größen wie der Temperatur – verteilbar und unterteilbar, bietet sich also als Basiseinheit für partitionierte Betriebssysteme geradezu an. Weitere Merkmale 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. Technologie und Ergebnisse wurden auf der 2007 USENIX Technical Conference in Santa Clara, CA, USA vorgestellt.

## **User-Level Scheduling für Mikrokernbasierte Systeme**

*(J. Stöß)*

Mikrokernbasierte Systeme erfreuen sich in jüngster Zeit einer zunehmenden Ausbreitung auf verschiedene Anwendungsfelder, von hypervisor-basierten Großrechnersystemen bis hin zu sicheren Systemen in eingebetteten Geräten. Diese vielseitige Verwendung von Mikrokernen hat dazu geführt, dass nunmehr ganz unterschiedliche Aktivitäten auf einem Mikrokern ausführbar sein müssen, und sich damit auch unterschiedliche Anforderungen an das “Scheduling”, wie man die Einplanung der Aktivitätsträger eines Betriebssystems nennt, stellen. Leider bieten die gängigen Mikrokernsysteme wenig Flexibilität in dieser Hinsicht: Üblicherweise werden alle Aktivitäten zentral vom Mikrokern eingeplant, und zwar unter Verwendung einer fixen, nicht austauschbaren Schedulingstrategie.

Um mikrokernbasierten Systemen mehr Flexibilität bei der Einplanung zu gewähren, haben wir am Lehrstuhl die Möglichkeit untersucht, das Scheduling ganz in den Nutzerbereich zu verlagern und im Rahmen dieser Untersuchung eine prototypische Adaption des L4-Kerns entwickelt. Der Prototyp fußt auf einem erweiterten Informationsaustausch zwischen Kern und dedizierten Schedulingern im Nutzerbereich, um relevante Ereignisse und Informationen zeitnah aus dem Kern zu exportieren und umgekehrt Planungsentscheidungen seitens der Nutzer-Scheduler in den Kern einzuspeisen. Nachfolgende Auswertungen unseres Prototypen, welcher testweise als Basissystem einer Virtualisierungsumgebung eingesetzt wurde, ergaben, dass der Ansatz zwar mit messbaren Performanceeinbußen verbunden ist, auf der anderen Seite aber eine akkurate und flexible Definition der Einplanungsstrategien durch den Nutzer ermöglicht. Ansatz und Ergebnisse haben wir im Rahmen eines Zeitschriftenbeitrags in der ACM SIGOPS Operating Systems Review veröffentlicht.

## **L4Ka**

*(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 Mikrokerne 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.

### Power Management

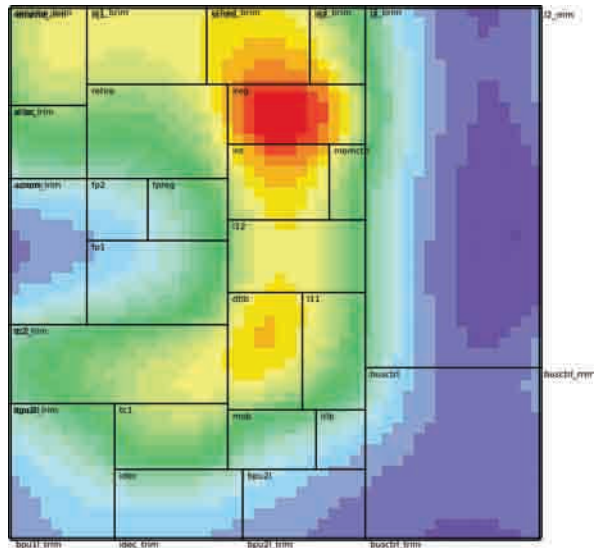
(F. Bellosa, A. Merkel)

#### Temperaturgewahres Scheduling mit Task-Aktivitäts-Vektoren

Unterschiedliche Programme weisen unterschiedliche Charakteristiken auf. So existieren z. B. Programme, die hauptsächlich Ganzzahlberechnungen durchführen, Programme, die viele Gleitkommaberechnungen durchführen oder Programme, die viele Speicherzugriffe durchführen. Je nach Programm werden deswegen unterschiedliche Teile des Prozessors, die so genannten funktionalen Einheiten, mehr oder weniger stark in Anspruch genommen. Dies führt zu unterschiedlichen Leistungsaufnahmen in verschiedenen Teilen des Prozessors und somit auch zu unterschiedlichen Temperaturen.

So können sich lokale Hotspots bilden, also Stellen auf dem Prozessorchip, die eine vergleichsweise hohe Temperatur aufweisen. Werden einzelne Stellen des Prozessors zu heiß, so muss durch Drosselungsmechanismen einem weiteren Aufheizen entgegengewirkt werden. Diese Mechanismen jedoch verringern die Anzahl der pro Zeit ausgeführten Instruktionen und wirken sich deswegen nachteilig auf den Systemdurchsatz aus.

Da die auf dem Prozessor ausgeführten Programme die Temperaturverteilung des Prozessors bestimmen, kann der Scheduler, der für das Einplanen verschiedener Tasks



Temperaturverteilung auf einem Prozessorchip

zuständig ist, durch gezieltes Einplanen von Tasks mit bestimmten Charakteristiken die Bildung von Hotspots und somit die Drosselung des Prozessors verhindern. Dies setzt jedoch voraus, dass der Scheduler um die Charakteristiken der Tasks weiß.

Hierzu haben wir das Konzept der Task-Aktivitäts-Vektoren entwickelt. Diese Vektoren sind Teil des Laufzeitkontextes einer Task und geben für jede funktionale Einheit des Prozessors an, wie stark die Task diese auslastet. Die Vektoren bestimmen wir durch das Auslesen von Ereigniszählern, Spezialregistern des Prozessors, die Informationen über die Aktivitäten des Prozessorchips liefern.

Auf Basis dieser Aktivitätsvektoren haben wir verschiedene Einplanstrategien entwickelt und ausgewertet, so das Ausführen von Tasks in einer sortierten Reihenfolge, die gewährleistet, dass Tasks, die unterschiedliche funktionale Einheiten verwenden, im Wechsel eingeplant werden, so dass keine Einheit zu lange am Stück voll ausgelastet ist und zwischendurch immer wieder abkühlen kann. Durch vektorbasierte Migrationsstrategien gewährleisten wir in Mehrprozessorsystemen, dass auf jedem Prozessor Tasks mit unterschiedlichen Charakteristiken verfügbar sind. Auf simultan mehrfädigen Prozessoren führen wir Tasks mit unterschiedlichen Charakteristiken parallel aus, was neben einer ausgeglicheneren Temperaturverteilung außerdem einen höheren Durchsatz zur Folge hat, da die Tasks so weniger um funktionale Einheiten konkurrieren.

Unsere Auswertungen ergaben, dass durch unsere Einplanstrategien die Temperaturverteilung verbessert und Hotspots erheblich reduziert werden können. Unseren Ansatz und unsere Ergebnisse stellten wir im April 2008 auf der ACM SIGOPS EuroSys-Konferenz vor. Siehe <http://www.dcs.gla.ac.uk/Conferences/EuroSys2008/program.cfm>

## **Hardware/OS-Codesign**

*(R. Neider)*

Um die Ausführung von Betriebssystemfunktionen zu vereinfachen und zu beschleunigen, können Standarddienste, wie die geschickte Seitenersetzung in Systemen mit virtuellem Speicherkonzept oder einfache Kopier- oder Löschoperationen, auf Speicherbereichen in die Hardware verlagert werden. In diesem Forschungsprojekt sollen derartige Dienste identifiziert, in Hardware implementiert und evaluiert werden.

Vorbereitend wurde daher die OpenProcessor-Plattform entwickelt, ein vollständig in einer Hardware-Beschreibungssprache implementiertes Rechnersystem mit einem einfachen RISC CPU-Kern, virtueller Speicherverwaltungseinheit in Form eines durch Software verwalteten TLBs und diversen Kontrollmodulen für Speicher (DDR SDRAM, Flash) und E/A-Geräte wie RS232, LCD, PS/2-Tastatur und Bildschirm. Die Einzelkomponenten können über einen Bus zu einem Gesamtsystem verbunden und auf einer FPGA-Entwicklungsplatine instantiiert und getestet werden. Durch die Verwendung von programmierbarer Hardware (FPGAs) und die Beschreibung aller Systemkomponenten in einer Hardware-Beschreibungssprache (Verilog) werden alle Komponenten anpassbar, so dass sich die oben beschriebenen Dienste beispielsweise in die virtuelle Speicherverwaltungseinheit oder die Speicherkontrollmodule integrieren und evaluieren lassen.

Nachdem die Entwicklung der Hardware-Basis mittlerweile erfolgreich abgeschlossen ist, soll im weiteren Projektverlauf zunächst ein geeignetes Betriebssystem gefunden und auf die Plattform portiert werden. Darauf aufbauend sollen Betriebssystemkomponenten in die Hardware ausgelagert und evaluiert werden. Ferner sind Modifikationen an der CPU geplant, die durch spezielle Zusatzregister oder Registerbänke die insbesondere in mikro-kernbasierten Multi-Server-Systemen leistungskritische Inter-Prozesskommunikation (IPC) unterstützen.

### **Power Management 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. Das Teilprojekt von Prof. Bellosa im BW-FIT Projekt ZeUS befasst sich deshalb mit Mechanismen zur Energieverwaltung in Sensornetzen.

Es wurde ein hardware-nahes Energiemodell für MICAz Knoten erstellt. Dabei wurden auch Eigenheiten komplizierterer Bausteine berücksichtigt, wie zum Beispiel der auf den Plattformen MICAz und Sun SPOT verwendete IEEE 802.15.4 Controller CC2420, der internen Zustand hält. Dies machte kleine Abweichungen vom auf endlichen Zustandsautomaten basierenden Energiemodell nötig, da sonst die Anzahl an Zuständen und Übergängen zu großer Platzverschwendung auf den Knoten geführt hätte.

Eine Architektur von Resource Containern (RC) für das auf der MICAz Plattform verwendete Betriebssystem TinyOS wurde entworfen. Verwendet wird dabei im Gegensatz zu Resource Containern für Rechner in PC-Größe eine eher starre Hierarchie mit drei Ebenen: Je eine für den Gesamt-RC eines Knotens, eine für benannte RC (z. B. benutzerdefinierte Aktion, Anfrage) und eine Ebene für temporäre, anonyme RC für schwierig zuordenbare Aktivitäten auf den Sensorknoten, z. B. in der Unterbrechungsbehandlung. Die Integration in TinyOS ist dabei nicht selbstverständlich, da hier keine CPU-Abstraktionen wie Prozesse oder Threads existieren.

### **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.

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

*(P. Di, 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.

### **EU-Projekt SIMDAT**

*(P. Di, M. Y. Hourii, K. Kutzner)*

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.

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

**Di, P.; Houri, Y.; Wei, Q.; Widmer, J.; Fuhrmann, T.:** Application of DHT-Inspired Routing for Object Tracking. In: Proc. 4th IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems; CD-ROM. Pisa, Italien, 08.-11.10.2007. S. 1-9, (ISBN: 978-1-4244-1455-0)

**Fuhrmann, T.:** Performance of Scalable Source Routing in Hybrid MANETs. In: Proc. of the 4th Annual Conference on Wireless On demand Network Systems and Services. Oberurgl, Austria, 24.-26.01.2007. S. CD-ROM

**Kellner, S.:** WIP: Energy Container for Database-Oriented Sensor Networks. In: 6. Fachgespräch Sensornetzwerke der GI/ITG Fachgruppe "Kommunikation und Verteilte Systeme". Aachen, 16.-17.07.2007. S. 5-7, (ISSN: 0935-3232)

**Kellner, S.; Bellosa, F.:** Energy Accounting Support in TinyOS. In: Proceedings GI/ITG KuVS Fachgespräch Systemsoftware und Energiebewusste Systeme. Karlsruhe, 11.10.2007. S. 17-20

**Kutzner, K.; Fuhrmann, T.:** Using Linearization for Global Consistency in SSR. In: Proc. 4th Int. IEEE Workshop on Hot Topics in P2P Systems. Long Beach, CA, USA, 26.-30.03.2007. S. CD-ROM

**Saballus, B.; Eickhold, J.; Fuhrmann, T.:** Towards a Distributed Java VM in Sensor Networks using Scalable Source Routing. In: 6. Fachgespräch Sensornetzwerke der GI/ITG Fachgruppe "Kommunikation und Verteilte Systeme". Aachen, 16.-17.07.2007. S. 47-50

**Saballus, B.; Volkmer, M. Wallner; S.:** Secure Group Communication in Ad-Hoc Networks using Tree Parity Machines. In: Proceedings of the 15th ITG/GI – Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" (KiVS 2007). Bern, Schweiz, 26.02.-02.03.2007. VDE, 2007, S. 457-468, (ISBN 978-3-8007-2980-7)

**Stoess, J.; Klee, C.; Domthera, S.; Bellosa, F.:** Transparent, Power-Aware Migration in Virtualized Systems. In: Proceedings GI/ITG Fachgruppentreffen Betriebssysteme. Karlsruhe, 12.10.2007. S. 3-8

**Stoess, J.; Lang, C.; Bellosa, F.:** Energy Management for Hypervisor-Based Virtual Machines. In: Proceedings of the 2007 USENIX Technical Conference. Santa Clara, CA, USA, 17.-22.06.2007. S. 1-14

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Stoess, J.:** Towards Effective User-Controlled Scheduling for Microkernel-Based Systems. In: ACM SIGOPS Operating System Review, Band 41/2007, Heft 3, 2007, S. 59-68

Forschungsbereich

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**
**Dialogsysteme und  
Graphische  
Datenverarbeitung**

Leiter:	Prof. em. Dr. A. Schmitt
Sekretärin:	G. Szameitat
Wiss. Mitarbeiter:	M. Baas (bis 18.02.2007), Dr. J. Bender (bis 31.10.2007), D. Finkenzeller, S. Preuß
Systemprogrammierer:	R. Lindner
Stipendiat:	F. Pizarro

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

(J. Bender, A. Schmitt)

Die dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen ist ein wichtiges Thema in den Bereichen virtuelle Realität, Robotik, Computeranimation, Spiele usw. Ein Mehrkörpersystem bezeichnet ein System von Starrkörpern, die durch Gelenke miteinander verbunden sein können. In den letzten Jahren wurde am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme ein impulsbasiertes Simulationsverfahren entwickelt, das insbesondere die hohen Anforderungen im Bereich virtuelle Realität erfüllt. Dieses Verfahren umfasst die dynamische Simulation von Gelenken und die Behandlung von Kollisionen und bleibenden Kontakten mit Reibung. Es wurde sogar ein impulsbasiertes Verfahren entwickelt und implementiert, das zyklensfreie Modelle in linearer Zeit und mit linearem Speicheraufwand simulieren kann. Die Ergebnisse wurden Anfang 2007 in einer Dissertation (Bender) dokumentiert.

Im Jahr 2007 wurde das Verfahren um die Simulation von zweidimensionalen deformierbaren Körpern wie z. B. Textilien erweitert. Solche Körper können durch ein Gitter von Partikeln simuliert werden. Zwischen je zwei benachbarten Partikeln wird eine Abstandsbedingung definiert. In bisherigen Arbeiten wird oft für jede Bedingung eine Feder



*Kollision von Starrkörpern  
mit einem Tuch*



in das Modell eingefügt, mit der die Bedingung annähernd eingehalten werden kann. Die Simulation mit Federn kann allerdings zu ungewünschten Schwingungen bzw. zu steifen Differentialgleichungen führen. Diese Probleme lassen sich vermeiden, wenn die Abstandsbedingungen mit Hilfe des impulsbasierten Verfahrens simuliert werden. Durch die iterative Berechnung von Impulsen können die Abstände sehr genau eingehalten werden. Da die Impulse sehr einfach berechnet werden können, ist die Simulation echtzeitfähig. Für die Visualisierung solcher Textilien bieten sich Subdivision Surfaces an.

(Animationen siehe <http://i31www.ira.uka.de/~jbender/>)

## **Objekt- und Texturrekonstruktion**

(S. Preuß)

Das aus dem CaRo-Projekt (Camera Robot) hervorgegangene ViSor-Rekonstruktionsverfahren wurde weiterentwickelt, um 3D-Modelle bewegter Personen in Echtzeit zu errechnen und zwar ohne Marker oder Sensoranzüge zu verwenden. Damit können Personen als 3D-Modelle in eine virtuelle Welt integriert werden. Die erzeugte dreidimensionale Oberflächenrepräsentation der Person lässt sich in anschließenden Visualisierungs- und Simulationsverfahren leichter weiterverarbeiten als die Volumendaten sonst üblicher Rekonstruktionsverfahren.

Bei diesem Verfahren werden zunächst in den Aufnahmen der zu rekonstruierenden Person die Silhouetten bestimmt. Mit dem Wissen über die Kamerapositionen und diesen Silhouetten wird ein grobes 3D-Modell – die visuelle Hülle – generiert, das mit weiteren Schritten verfeinert und schlussendlich mit den Aufnahmen texturiert wird.

Im Verlauf der Parallelisierung des Rekonstruktionsalgorithmus wurden für ähnliche Aufgabenstellungen Entwurfsmuster herausgearbeitet. Die erarbeiteten Entwurfsmuster wurden auf ihr Parallelisierungspotential und ihre Anfälligkeit gegenüber ausbleibenden Daten untersucht. Die Experimente zur Parallelisierung des Volumenschnittverfahrens haben ergeben, dass ausbleibende Daten bei paralleler Verarbeitung die Arbeitsgeschwindigkeit stärker als in einem seriellen Ansatz beeinflussen. Daher gilt es aufgrund der Zuverlässigkeit der eingehenden Daten eine Abwägung zwischen Parallelität und stabiler Verarbeitung zu finden.

Die erzeugten Geometrien sollen in einem weiteren Verarbeitungsschritt noch verfeinert werden, indem verrauschte Stellen des Netzes eliminiert und die vom Algorithmus bedingten Artefakte und die Übergänge an Kanten und Ecken abgerundet werden. Eine Vielzahl von aktuellen Glättungsalgorithmen behandelt das Problem, charakteristische Merkmale (scharfe Kanten) von Artefakten zu unterscheiden und zu erhalten. Dies benötigt meist Algorithmen mit Objektwissen oder solche, die das Objekt als Ganzes analysieren. In unserer Aufgabenstellung haben wir es jedoch mit humanoiden Formen zu tun, die im Allgemeinen keine scharfen Kanten aufweisen. Mit der geringen Auflösung der Kameras sind feine Erhebungen somit eher störende Artefakte als gewünschte feine Merkmale. Eine wichtige Eigenschaft in unserer zeitkritischen Anwendung hingegen ist, dass die Algorithmen unterbrechbar sind, also in der Lage sind, jederzeit ein konsistentes

Teilergebnis zu liefern. Ein optimales Glättungsergebnis ist in unserer Echtzeitanwendung weniger wichtig als die Bedingung, die Bearbeitungsergebnisse zeitgenau anzeigen zu können. Damit eignen sich besonders Algorithmen, die jeweils auf einem kleinen lokalen Bereich des Netzes arbeiten.

Das Volumenschnittverfahren liefert von Polygonflächen begrenzte Polyeder. Zur weiteren Verarbeitung und Darstellung der Objekte ist es ratsam, diese Polygonflächen durch Dreiecksflächen zu ersetzen. Wünschenswert ist es hierbei, lange schmale Dreiecke zu vermeiden, da diese oft zu numerischen Problemen und schlechten visuellen Ergebnissen führen. Als guter Kompromiss hat sich ein erweitertes Kong-Triangulationsverfahren erwiesen.

Um eine bessere Texturierung zu erhalten, müssen in den erzeugten Geometrien Selbstabschattungen erkannt werden. Wenn zum Beispiel die Seitenansicht einer Person zur Texturierung verwendet wird, sollte die Hand nicht als Textur auf der Hüfte erscheinen, da dieses Gebiet vom Arm abgeschattet wird. Mittels Shaderprogrammen auf moderner Grafikhardware ist es möglich, Schattenwürfe zu ermitteln. Diese Verfahren werden auf ihre Eignung zur Verbesserung der Texturierung untersucht.

## Modellierung von Gebäudefassaden

(D. Finkenzeller)

In den vergangenen Jahren wurden Methoden und Techniken zur prozeduralen Modellierung von Gebäudefassaden entwickelt. Dies beinhaltete die Grundlagen der Darstellung der groben Gebäudestruktur und der Fassadendetails. Im Weiteren wurde eine geeignete Repräsentation entwickelt, mit der die erworbenen Grundlagen so umgesetzt werden, dass eine Gebäudefassade (bestehend aus der Gebäudestruktur und den Fassadendetails) einheitlich und vollständig erfasst werden kann.

Die Gebäudestruktur repräsentiert grobe Gebäudeteile, wie Haupttrakt, Nebenflügel, Mauervorsprünge usw. Die Strukturierung detaillierter Fassadenelemente, wie die eines



*Fassade mit Ornamenten*

Fensters, Gesimses usw., wird hier zu einem Stil zusammengefasst. Ein Stil muss sich dabei nicht nur auf ein einzelnes Fenster, eine Tür oder ein Gesims beziehen, er kann sich über Wände und Stockwerke bis hin zum gesamten Gebäude erstrecken.

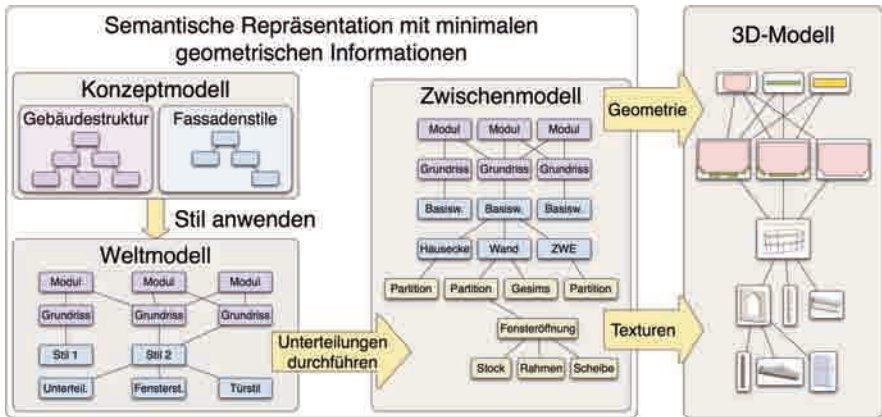
Die wichtigste Anforderung an die Darstellung der Gebäudefassade war die Trennung der groben Gebäudestruktur vom gewählten Stil. Das erforderte eine generische Beschreibung des Gebäudes ohne Stilinformation, die trotzdem die Anwendung und Austauschbarkeit beliebiger Stile gewährleistet. Eine weitere Anforderung war, dass Änderungen an der groben Gebäudestruktur und an Details der Fassade einfach durchgeführt und schnell sichtbar werden. Hierfür wurde eine Parametrisierung der gesamten Gebäudefassade in Form einer semantischen Repräsentation, basierend auf semantischen Netzen, entwickelt. Die Repräsentation erfolgt in drei Stufen, dem Konzept-, Welt- und Zwischenmodell.

Im Konzeptmodell werden die Elemente der Gebäudestruktur, wie auch die der Fassadendetails (Stil), als abstrakte Objekte beschrieben. Die Semantik wird als Beziehungen zwischen den Objekten definiert. Ebenso werden die Objekte mit notwendigen Attributen (Materialeigenschaften, geometrische Daten) versehen. Das Weltmodell enthält nun Instanzen der Objekte des Konzeptmodells, die eine konkrete Ausprägung einer Gebäudefassade darstellen. Des Weiteren liegen hier Vorschriften bereit, die die Unterteilung der groben Gebäudestruktur auf Ebene der Stockwerke regeln. Durch Anwendung der Unterteilungen entsteht aus dem Weltmodell das Zwischenmodell. Ganze Wände werden nun in Wandabschnitte und Ecken untergliedert. Den Wandabschnitten wird schließlich noch der gewünschte Stil zugewiesen. Anschließend wird aus dem Zwischenmodell das 3D-Modell des Gebäudes einschließlich geometrieabhängiger Texturen berechnet.

Der Vorteil der semantischen Darstellung liegt darin, dass die Modellierung der Gebäudefassade auf eine abstrakte, konzeptionelle Ebene verlagert wurde. Dadurch können Änderungen sehr einfach durchgeführt werden. Damit reduziert sich der Arbeitsaufwand, folglich können Zeit und Kosten eingespart werden. Die Arbeit zu diesem Thema konnte Anfang 2008 in einer Dissertation (Finkenzeller) vollständig dokumentiert werden.



*Das Fakultätsgebäude unterteilt in: Klassischer Stil, Gebäudestruktur und 80er Jahre Stil.*



Systemarchitektur



Das Karlsruher Schloss, erstellt mit dem Prototyp



Reihenhäuser, ähnlich den Industrievierteln in Manchester

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

**Bender, J.:** Impulse-based dynamic simulation in linear time. In: Journal of Computer Animation and Virtual Worlds. Hrsg.: Computer Graphics Society. Computer Animation and Social Agents (CASA) 2007, Hasselt, Belgien, 11.-13.06.2007. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2007, S. 225-233, (4-5; 18)

**Preuß, S.; Schmitt, A.:** Design Patterns for Multithreaded Software Pipelines in Real-Time Applications. In: WSCG Poster Proceedings. Hrsg.: Václav Skala. WSCG 2007 – The 15-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2007, Pilsen, Tschechien, 30.01.-02.02.2007. Pilsen, Tschechien: UNION Agency, 2007, S. 37-40

**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**

Leiter: Prof. Dr. H. Prautzsch  
 Sekretärin: G. Szameitat  
 Wiss. Mitarbeiter: Q. Chen (F),  
 B. Klimmek (bis 31.08.2007),  
 R. Straub

**Forschungsbereich****Angewandte Geometrie und Computergraphik****Objektrekonstruktion**

(R. Straub)

Da der am Institut entwickelte erschwingliche 3D-Scanner aus kostengünstiger Hardware – nämlich einem handelsüblichen Projektor und einer ebensolchen Digitalkamera – besteht, können Fertigungsungenauigkeiten in der Optik von Projektor und Kamera vorhanden sein, die zu Linsenverzerrungen führen. Eine Korrektur dieser Linsenverzerrungen kann Messungenauigkeiten des Scanners deutlich verringern. Es wurden Verfahren untersucht und implementiert, die aus einer verzerrten Kameraaufnahme von Objekten mit geradlinigen Strukturen, die Parameter eines gegebenen Linsenverzerrungsmodells – mithilfe eines Optimierungsverfahrens – schätzen und damit die Aufnahme vollautomatisch entzerren können.

Weiterhin wurde eine Kalibriermarkenerkennung für das 3D-Scansystem entwickelt. Auf ein mit einem farbigen schachbrettartigen Muster bedrucktes ebenes Brett wird dabei ein andersfarbiges ähnliches Muster projiziert. Auf mehreren Kamerabildern des Bretts in unterschiedlicher Lage werden dann die Kalibriermarken, d. h. die Ecken des Musters, erkannt und einander zugeordnet. Ein wesentlicher Vorteil der entwickelten Methode liegt in ihrer Robustheit gegenüber Störungen, so dass sowohl schlecht erkennbare als auch nicht vorhandene Marken zuverlässig erkannt und zugeordnet werden können.



Automatische Korrektur der Linsenverzerrung eines mit einer kostengünstigen Kamera erzeugten Bildes: vorher (links) und nachher (rechts).

### Vereinfachung texturierter Netze

(R. Straub)

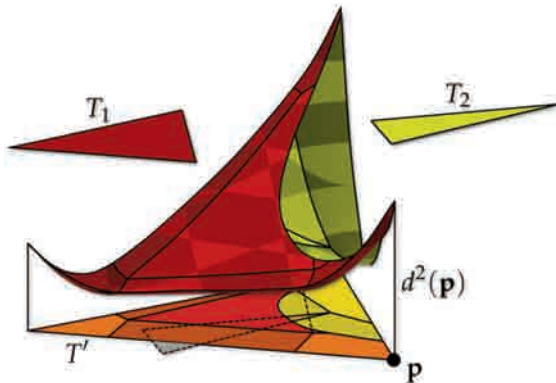
Die Forschungen an Netzvereinfachungsalgorithmen wurden fortgeführt. Insbesondere wurden Verfahren implementiert, die benachbarte, annähernd koplanare Facetten zu größeren Facetten verschmelzen und danach, wenn möglich, die Koplanarität aller Facetten wiederherstellen.

### Exakte Berechnung des Hausdorff-Abstands zweier Netze

(R. Straub)

Der so genannte Hausdorff-Abstand zweier, die Oberfläche eines Objekts repräsentierender Netze ist ein sehr intuitives und daher häufig verwendetes Abstandsmaß. Er ist als Maximum zweier einseitiger Hausdorff-Abstände definiert, wobei diese jeweils als das Maximum aller euklidischen Abstände von Punkten auf dem einen Netz zu den jeweils nächsten Punkten auf dem anderen Netz definiert sind. Der Hausdorff-Abstand wird oft zur Qualitätskontrolle von durch Netzvereinfachungsalgorithmen erzeugten Netzen verwendet.

Während bisherige Algorithmen zur Berechnung des Hausdorff-Abstands den wahren Abstand nur mithilfe von Abtastverfahren annähern, wurde am Institut ein neuer Algorithmus zur exakten Berechnung des Hausdorff-Abstands zwischen zwei Dreiecksnetzen entworfen. Das Verfahren berechnet eine quadrierte Abstandsfunktion über jedem Dreieck des einen Netzes zu allen relevanten Dreiecken des anderen Netzes. Diese Abstandsfunktion ist ein stückweise konvexes quadratisches Polynom, das über von Kegelschnitten begrenzten Gebieten definiert ist. Das Maximum dieses Polynoms, dessen Wurzel der einseitige Hausdorff-Abstand ist, liegt daher auf dem Rand eines solchen Gebiets. Die Effizienz dieses Verfahrens wird durch die Verwendung eines Voxelgitters zur Bestimmung relevanter Dreiecke und einer attributierten Halbkanten-Datenstruktur zur Speicherung der stückweise quadratischen Abstandsfunktion gewährleistet.



Der Graph der quadrierten Abstandsfunktion  $d^2$  zu zwei Dreiecken  $T_1$  und  $T_2$  über einem Dreieck  $T'$ . Die rot bzw. gelb eingefärbten Teile des Graphen gehören zu Punkten, die am nächsten zu  $T_1$  bzw.  $T_2$  liegen.

## Unterteilungsalgorithmen

(Q. Chen, H. Prautzsch)

Mit Unterteilungsalgorithmen lassen sich auf einfache Weise aus beliebigen polygonalen Netzen glatte Freiformflächen erzeugen. Es sind die so genannten Unterteilungsflächen. Für nicht reguläre Netze enthalten Unterteilungsflächen Ausnahmepunkte, in denen die Differenzierbarkeitsordnung in der Regel nur numerisch überprüfbar sind. Aussagen über unendlich große Klassen von Unterteilungsalgorithmen sind so nicht möglich. Im vergangenen Jahr konnte für die Klasse der Mittelpunktsalgorithmen beliebig hoher Ordnung auf geometrische Weise die  $C^1$ -Stetigkeit in Ausnahmepunkten gezeigt werden. Diese Überlegungen wurden verfeinert, Lücken in der Beweisführung geschlossen und Überlegungen zur Verallgemeinerbarkeit angestellt.

## Hüllflächenberechnungen

(H. Prautzsch)

Es wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem die Hüllfläche eines im Raum frei bewegten Rotationskörpers effizient und hochgenau an beliebigen Stellen ausgewertet werden kann. Es wurden geeignete Datenstrukturen entworfen und das Problem auf eine Berechnung des Schnitts einer Kurve mit einer Geraden im 2D reduziert. Numerisch kritische Operationen konnten weitgehend ausgeschlossen oder auf robuste Konvexkombinationen zurückgeführt werden.

## Parallelisierte Berechnung physikalischer Simulationen

(F. Pizarro)

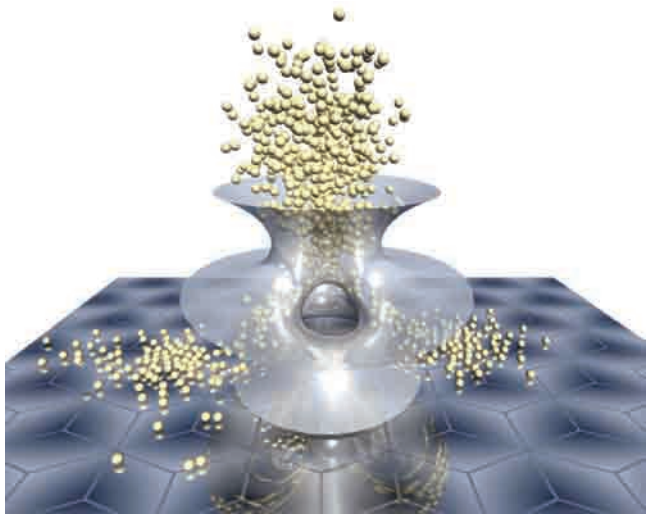
Die durch A. Schmitt und J. Bender eingeführten Impulsverfahren zur physikalischen Simulation wurden weiter entwickelt. Durch die Verwendung einer neuen Parallelarchitektur konnte die Technologie der Mehrkernsysteme ausgenutzt werden. Dies verbesserte die Simulationsgeschwindigkeit beträchtlich. Für die Parallelarchitektur werden Aufgaben verworfen, zugeordnet oder geteilt und die Raumaufteilung der geometrisch hoch komplexen



Objekte ausgenutzt. Die räumliche Verteilung der Objekte erlaubt die Zuweisung der Simulationsphasen Bewegung, Kollisionentdeckung und Kollisionsantwort auf mehreren Prozessoren. Außerdem erlaubt sie sogar eine Parallelisierung, falls nur zwei Körper kollidieren. Insgesamt ermöglicht die Kombination von räumlicher Trennung und zeitlicher Kohärenz, die Simulationsgeschwindigkeit im Mehrkernsystem deutlich zu erhöhen.

Bei der Parallelisierung physikalischer Simulationen müssen zwei kritische Punkte betrachtet werden: konkurrierende Speicherzugriffe und Aufgabensynchronisation. Da einzelne Objekte mit vielen anderen interagieren und durch diese beeinflusst werden können, muss dieselbe Speicherinformation von mehreren Threads ausgelesen und modifiziert werden. Des Weiteren sind Teilaufgaben der Simulation von den Ergebnissen anderer Teilbereiche abhängig, so dass eine gut organisierte Synchronisation die Hauptaufgabe ist, um eine gute parallel programmierte Ausführung zu erzielen.

*Auf einem  
Mehrkernsystem  
gerechnete Simulation  
mit einem  
hyperbolischen Objekt.*





**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

**Straub, R.:** Exact Computation of the Hausdorff Distance between Triangular Meshes. In: Short Paper Proceedings of Eurographics 2007. Hrsg.: Paolo Cignoni, Jiri Sochor (Hrsg.). Eurographics 2007, Prag, Tschechische Republik, 3.-07.09.2007. S. 17-20

**Vorträge:**

**Chen, Q.:** Analyzing Midpoint Subdivision for all Orders. Tenth SIAM Conference on Geometric Design & Computing, San Antonio, USA, 4.-08.11.2007

**Chen, Q.:** Anwendung der Mathematik in Computer Aided Geometric Design (Dieser Vortrag wurde auf Chinesisch gehalten). Jahrestagung der Gesellschaft chinesischer Mathematiker und Anwender in Deutschland e.V. (GCMA) 2007, Karlsruhe, 24.-25.11.2008

**Straub, R.:** Exact Computation of the Hausdorff Distance between Triangular Meshes. Eurographics 2007, Prag, 3.-07.09.2007

## 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 zu Verfahren für die Sicherung von Qualität und Wirtschaftlichkeit der Programmierung und moderne Arten der Datenhaltung. Die enge Verzahnung von Software-Architektur, Software-Komponenten, Modellgetriebener Entwicklung und Software-Qualität ist Schwerpunkt des 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  
608-3968  
klemens.boehm@ipd.uka.de

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

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

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

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

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Leiter: Prof. Dr. R. Reussner  
 Sekretariat: E. Kienhöfer (ab 27.05.2007 beurl.),  
 E. Sauer (ab 29.05.2007)  
 Wiss. Mitarbeiter: S. Becker (F), V. Firus (ab 01.12.2007),  
 K. Krogmann, M. Kuperberg (F), A. Martens  
 (ab 01.12.2007), C. Rathfelder (ab  
 15.03.2007)  
 Stipendiaten: J. Happe, H. Koziolk

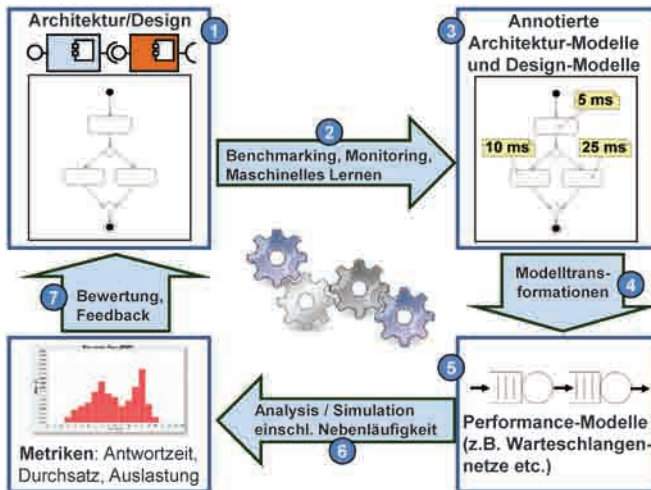
Leiter: Prof. Dr. R. Reussner  
 Bereichsleiter: Dr. M. Mevius  
 Sekretärin: S. Kvitta  
 Wiss. Mitarbeiter: Th. Goldschmidt, H. Groenda (ab  
 15.04.2007), J. Stammel (ab 01.03.2007)

Forschungsbereich

**Software-Entwurf und  
-Qualität**

Forschungsbereich

**Software Engineering  
am Forschungszentrum  
Informatik (FZI)**



- 1 Editoren und konkrete textuelle Syntaxen für Metamodelle (Th Goldschmidt)  
 Bewertung der Architekturwartbarkeit (J. Stammel), Dynamische und adaptive Architekturen (A. Martens)
- 2 Benchmarking/Monitoring der Ablaufumgebung (M. Kuperberg)  
 Reengineering des Verhaltens von Legacy-Komponenten (K. Krogmann)
- 3 Performance-Einfluss des Benutzungsprofils zur Ausführungszeit (H. Koziolk)
- 4 Gekoppelte Transformationen und Generierung ablauffähiger Code-Gerüste (St. Becker)  
 Entwurfsmuster für nebenläufige Architekturen (L. Kapova)
- 5 Erweiterung mathematischer Modelllösungsverfahren (V. Firus, J. Happe)
- 6 Parallelität und Scheduler-Modellierung (J. Happe)
- 7 Bewertung der komponentenbasierten Software-Architekturen (Chr. Rathfelder, H. Groenda)

*Forschungs-  
kompetenzen  
am Lehrstuhl  
Software  
Design and  
Quality*

## **Modellgetriebene Software-Entwicklung unter Berücksichtigung von Quality-of-Service-Aspekten (4)**

(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 so genannter Transformationen in weitere Modelle sowie finalerweise in Quellcode übersetzt wird.

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 erstmalig diesen 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. Empirische Messungen bestätigen die gewonnene Präzision.

## **Konkrete textuelle Syntaxen für Metamodelle im industriellen Einsatz (1)**

(T. Goldschmidt)

Graphische Modellierung ist mittlerweile weit verbreitet in der modellgetriebenen Softwareentwicklung. Rahmenwerke zur einfachen Erstellung graphischer Editoren, wie z. B. das Graphical Modelling Framework (GMF) von Eclipse erlauben es, solche Editoren schnell und einfach zu erstellen. Einige Meta-Modelle, besonders solche für mathematische Ausdrücke, modellbasierte Abfragen (z. B. Object Constraint Language (OCL)) oder flussorientierte Sprachen (z. B. Verhaltensbeschreibungen) lassen sich besser textuell als graphisch beschreiben. Hierfür bedarf es einer Abbildung zwischen einer Beschreibung der konkreten textuellen Syntax, also einer Art Grammatik und dem Meta-Modell.

Mittlerweile gibt es einige Ansätze, die dies bewerkstelligen und Zerteiler (engl. parser), Generatoren sowie Editoren für ein Meta-Modell basierend auf einer solchen Abbildungsbeschreibung generieren können. Jedoch haben diese Ansätze noch diverse Schwächen, vor allem wenn es darum geht, diese in einem industriellen Umfeld, sprich in großem Maßstab, einzusetzen.

Zunächst wurde eine ausführliche Klassifikation der benötigten sowie optionalen und erweiterten Eigenschaften dieser Ansätze entwickelt. Anhand dieser Klassifikation wurden existierende Ansätze untersucht und deren wesentliche Schwächen identifiziert. Weiterhin wurde eine prototypische Implementierung eines Frameworks entwickelt, die es erlaubt, aus den erwähnten Abbildungsbeschreibungen einen kompletten Zerteiler sowie einen

Editor mit Grundfunktionalität zu generieren. Dieses Framework soll nun als Basis für die weiteren Entwicklungen dienen.

Das Ziel dieses Forschungsansatzes ist nun, es weiterführend zu erlauben, die textuell spezifizierten Modelle inkrementell aus dieser textuellen Darstellung zu aktualisieren. Weiterhin soll es möglich sein, in der Abbildungsbeschreibung Annotationen hinzuzufügen, um z. B. Autovervollständigungsunterstützung für die generierten Editoren zu spezifizieren. Ebenso sollen Konzepte erarbeitet werden um sowohl partielle als auch aus mehreren Modellen zusammengeführte Sichten zu beschreiben.

## **Bewertung von komponentenbasierten Softwarearchitekturen (7)**

*(H. Groenda, C. Rathfelder)*

Auf dem Weg hin zu einer ingenieurmäßigen Softwareentwicklung ist es wichtig, schon während der Entwicklung Qualitätsprüfungen durchzuführen und sich nicht auf den Abschlusstest zu verlassen. Viele Qualitätsmängel von Software haben ihren Ursprung in einer schlechten Architektur und basieren nicht auf Fehlern der Implementierung. Um den Schaden, der durch eine zu späte Erkennung solcher Probleme entsteht, zu verhindern, ist es notwendig, schon die Architektur selbst ohne Berücksichtigung der eventuell später erfolgenden Implementierung zu bewerten. Hinzu kommt, dass bei komponentenbasierten Architekturen z. T. der Quellcode der eingesetzten Komponenten nicht verfügbar ist.

Existierende Verfahren zur Bewertung von Software-Architekturen stützen sich hauptsächlich auf das Wissen von Experten, was zur Folge hat, dass je nach Wissensstand der Evaluatoren unterschiedliche Ergebnisse ermittelt werden. Automatisierte Vorhersagemethoden, wie sie im Palladio Projekt am IPD Reussner entwickelt werden, stellen eine Möglichkeit dar, um die Reproduzierbarkeit und damit Vergleichbarkeit von Architekturbewertungen zu erzielen. In aktuellen Arbeiten geht es darum, unter Berücksichtigung verschiedener Vorhersage- und Simulationstechniken eine Bewertungsmethodik für komponentenbasierte Softwaresysteme zu entwickeln, welche reproduzierbare Ergebnisse liefert. Um Vorhersagen über das Verhalten einer Architektur zu machen, werden Modelle von Komponenten benötigt, welche eine Abstraktion der Implementierung darstellen und nur die notwendigen Informationen beinhalten. Die Qualität dieser Komponentenmodelle spielt eine wichtige Rolle für die Verlässlichkeit der Bewertungsergebnisse. Aus diesem Grund ist die Entwicklung einer Technik zur Überprüfung der Konsistenz von Modell und Implementierung eine weitere wichtige Aufgabe im Kontext der Architekturbewertung.

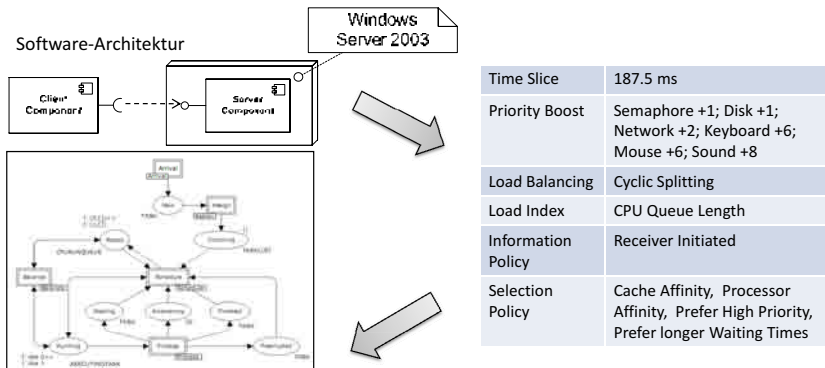
## **Modellierung und Analyse komponentenbasierter Software-Systeme mit Nebenläufigkeit (5)**

*(J. Happe)*

Mit der Einführung von Mehrkernprozessoren auf dem Massenmarkt hat auch die Entwicklung nebenläufiger Software-Systeme immer mehr an Bedeutung gewonnen. Nebenläufigkeit ist notwendig, um die Ressourcen dieser Systeme optimal nutzen zu können und so die Performanz-Eigenschaften, wie z. B. Antwortzeit und Durchsatz der Anwendungen zu

verbessern. Bei der Entwicklung nebenläufiger Software-Systeme ist die Performanz des Systems eine zentrale Eigenschaft. Sie überwiegt oft das Risiko zusätzlicher Fehlerquellen nebenläufiger Systeme, wie Wettlaufsituationen oder Verklemmungen.

Um die Performanz solcher Systeme vorhersagen zu können, müssen die Einflüsse der unterliegenden Ablaufumgebung in Betracht gezogen werden. Bei Mehrkernprozessoren hat insbesondere der Scheduler des Betriebssystems einen starken Einfluss auf die Performanz einer Anwendung. Das im Rahmen dieses Forschungsansatzes entwickelte Vorhersageverfahren ermöglicht es, den Einfluss unterschiedlicher Scheduler der Betriebssysteme Linux und Windows auf die Performanz einer Software-Anwendung in Mehrprozessor-Systemen vorherzusagen. Dabei stützt sich der Ansatz auf eine Kombination von analytischen und simulationsbasierten Verfahren. Dies ermöglicht eine effiziente und genaue Vorhersage der Performanz nebenläufiger Software-Systeme.



Modellierung des Betriebssystem-Schedulers für simulationsbasierte Performance-Vorhersage

### Einfluss von Benutzungsprofilen bei Dienstqualitätsvorhersagen für Software-Komponenten (3)

(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 so genannte Dienstbedarfsautomaten für Software-Komponenten weiterentwickelt, um mit einem abstrakten Modell die Performanz- und Zuverlässigkeitseigenschaften eines Dienstes in Abhängigkeit von Eingabeparametern

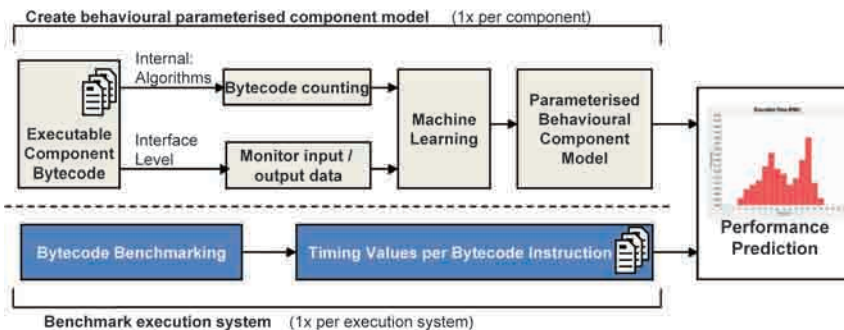
möglichst einfach aber hinreichend genau zu beschreiben. Die Spezifikationen einzelner Dienste können zu größeren Software-Architekturen komponiert werden. Mittels Modelltransformationen werden anschließend Abbildungen in formale Modelle wie Warteschlangennetze oder in Simulationsmodelle überführt, mit denen dann Vorhersagen für die zu erwartenden Performanz- und Zuverlässigkeitseigenschaften einer Software-Architektur gemacht werden können.

## Auf Architekturrekonstruktion basierende Performanzvorhersage in Abhängigkeit der Ausführungsumgebung (2)

(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 berücksichtigen wir mehrere interdependente Faktoren, wie z. B. die Architektur des Software-Systems, die Implementierung der einzelnen Bestandteile, aber auch die Ablaufumgebung, in der die Software ausgeführt wird. Für die systematische Ermittlung der Qualitätseigenschaften ist es also zunächst notwendig, dass eine Architekturrekonstruktion vorgenommen wird, indem Komponenten im vorliegenden Software-System identifiziert werden.

Ein solches Rekonstruktionsverfahren für die Architektur komponentenbasierter Software-Systeme namens ArchiRec wurde von uns entwickelt und erfolgreich evaluiert. Es zeichnet sich durch eine innovative Weiterentwicklung von zugrunde liegenden Codemetriken aus. Die rekonstruierten Architekturen ermöglichen ein vereinfachtes Verständnis bestehender Software. Um das Performanz-Verhalten einer Komponentenimplementierung bei verschiedenen Benutzungsprofilen und in verschiedenen Ausführungsumgebungen vorherzusagen, rekonstruieren wir zusätzlich eine automatenbasierte Verhaltensbeschreibung der Komponente. Dabei werden der Einfluss des Benutzungsprofils und die Ausführungsumge-



Bytecode-basierte Performance-Vorhersage von Software aus Komponenten

bung als expliziter Parameter der Verhaltensbeschreibung modelliert. Die Performanz der einzelnen Aktionen in diesem Automaten wird über die Ausführungsumgebung parametrisiert, indem ein neuartiger Bytecode-Benchmark benutzt wird. Aktuell wird daran geforscht, die Ausführungsumgebung noch genauer zu modellieren und zu berücksichtigen.

Aktuelle Arbeiten verfolgen ferner das Ziel, Architekturrekonstruktion für große Anwendungen aus der Industrie zu ermöglichen, die auf Enterprise Java Beans basieren. Danach sollen mit Modellierungstechniken (z. B. Queuing Networks oder Colored Petri Nets) analytische bzw. simulationsbasierte Performanzvorhersagen gemacht werden.

(<http://www.palladio-approach.net>)

### **Performanzvorhersage für dynamische, adaptive Software-Architekturen (1)**

(A. Martens)

Heutige Software-Systeme sind mehr und mehr in der Lage, sich ihrer Umgebung anzupassen, um Anforderungen auch bei veränderten Konditionen erfüllen zu können. Dabei rekonfiguriert das System unter Umständen auch seine zugrunde liegende Software-Architektur dynamisch selbst. Um Software zielgerichtet entwerfen zu können ist es wichtig, auch nicht-funktionale Eigenschaften der Software, wie ihre Performanz, bereits während des Entwurfs vorhersagen zu können. Bestehende Verfahren unterstützen allerdings häufig nicht die Dynamik von Software-Architekturen.

Das Forschungsvorhaben zielt darauf ab, Performanzvorhersagen für dynamische, adaptive Software-Architekturen zur Entwurfszeit zu ermöglichen. Dabei muss zunächst die Modellierung der Dynamik der Umgebung eines Software-Systems ermöglicht werden. Es wird weiter erforscht, wie zusammen mit einem gegebenen Entwurf eines dynamischen Systems, das Rekonfigurationsregeln beschreibt, die resultierenden dynamischen Veränderungen der Software-Architektur abgeleitet werden können. Schließlich sollen zur tatsächlichen Vorhersage von Performanz-Metriken Analysewerkzeuge entwickelt werden, die die erstellten Modelle verarbeiten können.

### **Entwicklung von Bewertungsansätzen für die Architekturwartbarkeit (1)**

(J. Stammel)

Damit Softwaresysteme über einen längeren Zeitraum einsetzbar bleiben, müssen sie permanent an geänderte bzw. neue Anforderungen angepasst werden. Wie schnell und kostengünstig Änderungen und Erweiterungen durchgeführt werden können, hängt sehr stark von der so genannten inneren Softwarequalität oder auch Wartbarkeit ab.

Zahlreiche Ansätze beschäftigen sich mit der Bewertung der Wartbarkeit von Softwaresystemen auf Codeebene und objektorientierter Entwurfsebene. Bei sehr großen Systemen spielt jedoch vor allem die Wartbarkeit auf Architekturebene eine entscheidende Rolle. Das Wissen über die Wartbarkeit kann beispielsweise dabei helfen, den Aufwand für anstehende Änderungen abzuschätzen.

Das Forschungsvorhaben setzt sich zum Ziel, Ansätze zur Beschreibung und Bewertung der Architekturwartbarkeit zu entwickeln. Konkrete Fragestellungen richten sich unter



anderem nach der Güte und Angemessenheit von eingesetzten Strukturen (Stilen und Mustern) unter der Berücksichtigung von Evolutionsszenarien und behandeln die Untersuchung und Modellierung verschiedener Einflussfaktoren auf die Architekturwartbarkeit. Als Ergebnis der Arbeit werden Ansätze erwartet, welche die Bewertung der Architekturwartbarkeit ganzheitlich betrachten, d. h. die Phasen der Modellierung, Analyse und Interpretation miteinbeziehen, systematisch und werkzeuggestützt durchgeführt werden können, sowie Expertenwissen explizit zugänglich und nutzbar machen.

#### **Performance-Vorhersage unter Verwendung von Entwurfsmustern für nebenläufige, komponentenbasierte Software-Architekturen (4)**

*(L. Kapova)*

Die Entwicklung komplexer Software erfolgt nach strukturierten Software-Entwicklungsprozessen. Zu Anfang werden in der Anforderungsanalyse die funktionalen und extra-funktionalen Anforderungen der zu entwickelnden Software vereinbart. Der Fokus ist oft bei der Entwicklung allein auf die funktionalen Eigenschaften gerichtet und die extra-funktionalen Anforderungen fließen nicht systematisch den Entwurf ein. Allerdings wird bereits beim Software-Entwurf die Grundlage dafür gelegt, dass das spätere Endprodukt auch die extra-funktionalen Anforderungen erfüllt. Dabei werden die extrafunktionalen Eigenschaften eines Systems erst in späten Prozessphasen betrachtet. Zu diesem Zeitpunkt werden Qualitätsprobleme festgestellt.

Methoden zur Bewertung extra-funktionaler Eigenschaften während früher Entwicklungsphasen können hier Abhilfe schaffen. Das Komponentenparadigma soll mit Entwurfsmustern für nebenläufige Systeme kombiniert werden. Die Einführung von Modellstrukturen für Entwurfsmuster kapselt Expertenwissen und vereinfacht die Modellierung. Insgesamt verspricht die Kombination beider Ansätze eine Steigerung der Vorhersagbarkeit. Um dieses zu vereinfachen, sollen schon validierte Schablonen für häufig auftretende Software-Entwurfsprobleme genutzt werden. Damit wird die Qualität der Vorhersage gesteigert und die Modellierung erleichtert.

#### **Performanz-Vorhersage komponenten-basierter Software-Architekturen (5)**

*(V. Firus)*

Eine ingenieurmäßige Software-Entwicklung setzt voraus, dass funktionale und nicht-funktionale Eigenschaften des Gesamtsystems während des Entwurfs vorhersagbar sind. Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Untersuchung eines Vorhersagemodells, das das Zeitverhalten von einzelnen Komponenten und deren Art der „Verschaltung“ nutzt, um die Performanz-Eigenschaften des Gesamtsystems zu berechnen.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Performanz-Vorhersageverfahren werden im Palladio-Vorhersageverfahren beliebige Verteilungsfunktionen zur Beschreibung der Bearbeitungs- und Antwortzeit verwendet.

Weiterhin soll im Rahmen der Untersuchung der Sensitivität der Vorhersage der Änderungseinfluss in den Eingabeparametern auf das Ergebnis der Vorhersage erforscht werden.

Hierfür muss ein geeignetes Abstandsmaß zwischen zwei Verteilungsfunktionen mathematisch definiert werden, da die Eingabe für das Verfahren in Form von Verteilungsfunktionen erfolgt.

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

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

**Becker, St.; Koziolk, H.; Reussner, R.:** Model-based Performance Prediction with the Palladio Component Model. In: Workshop on Software and Performance (WOSP 2007). Hrsg.: ACM Sigsoft. Buenos Aires, 05.-08.02. 2007. S. 54-65

**Goldschmidt, T.; Winzen, J.; Reussner, R.:** Evaluation of Maintainability of Model-driven Persistency Techniques. In: IEEE CSMR 07 - Workshop on Model-Driven Software Evolution (MoDSE2007). Workshop on Model-Driven Software Evolution (MoDSE2007), Amsterdam, 20.03.2007. S. 14-21

**Koziolk, H. Becker, St.; Happe, J.:** Predicting the Performance of Component-based Software Architectures with different Usage Profiles. In: Proceedings of the 3rd International Conference on the Quality of Software Architectures (QoSA). 3rd International Conference on the Quality of Software Architectures (QoSA), Medford, Massachusetts, USA, 12.-13.07.2007. S. 145-163, (LNCS)

**Krogmann, K.:** Reengineering of Software Component Models to Enable Architectural Quality of Service Predictions. In: Proceedings of the 12th International Workshop on Component Oriented Programming (WCOP 2007). 12th International Workshop on Component Oriented Programming (WCOP 2007), Berlin, 31.07.2007. S. 23-29

**Kuperberg, M.; Becker, St.:** Predicting Software Component Performance: On the Relevance of Parameters for Benchmarking Bytecode and APIs. In: Proceedings of the 12th International Workshop on Component Oriented Programming (WCOP 2007). 12th International Workshop on Component Oriented Programming (WCOP 2007), Berlin, 31.07.2007. S. 30-35

**Rathfelder, Chr.; Groenda, H.:** Geschäftsprozessorientierte Kategorisierung von SOA. In: 2. Workshop Bewertungsaspekte serviceorientierter Architekturen. 2. Workshop Bewertungsaspekte serviceorientierter Architekturen, Karlsruhe, 13.11.2007. S. 11-22

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Leiter:	Prof. em. Dr. Dr. h. c. G. Goos
Sekretärin:	K. Weißhaupt
Wiss. Mitarbeiter:	M. Beck, R. R. Geiß
Systemprogrammierer:	B. Traub

Forschungsbereich

**Innovatives Rechnen und Programmstrukturen**

Leiter:	Prof. em. Dr. Dr. h. c. G. Goos
Wiss. Mitarbeiter:	H. Bär, V. Kuttruff, O. Seng (bis 30.04.2007), P. Szulman, A. Trifu (bis 31.10.2007), M. Trifu, J. Wiesenberger

Forschungsbereich

**am Forschungszentrum Informatik (FZI)**

## Übersetzerbautechnologie

(M. Beck)

Kern der Übersetzerbau-Aktivitäten am Lehrstuhl stellt die graphbasierte SSA-Zwischensprache Firm dar. Auf Grundlage dieser Zwischensprache wurde am Institut einer der weltweit ersten akademischen, komplett auf SSA basierten Übersetzer für C und Java geschaffen, dessen Codequalität zu kommerziellen Übersetzern vergleichbar ist.

Das Hauptaugenmerk der aktuellen Entwicklung lag auf der Verbesserung des Zusammenspiels verschiedener Optimierungen insbesondere unter Berücksichtigung von Ausnahmebehandlungen und der Registerauslagerung im Backend des Übersetzers. 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.

## Graphersetzung

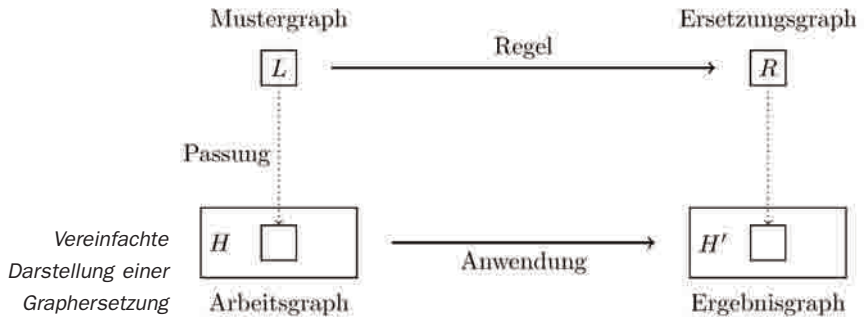
(R. R. Geiß)

Aus den Übersetzerbauaktivitäten der letzten Jahre ging das Graphersetzungssystem GrGen hervor, das das derzeit schnellste System mit solch umfangreichem Leistungsspektrum ist. Dieses System wurde auf die Microsoft .NET Plattform portiert und dabei einer umfangreichen Erneuerung und Erweiterung unterzogen. Mit GrGen.NET steht nun ein Graphersetzungsrasterwerk zur Verfügung, das Anwender in eigenen Projekten integrieren und einsetzen können. GrGen.NET kommt interdisziplinär in verschiedenen internationalen Projekten zur Anwendung.

Der Begriff Graphersetzung, wie er von GrGen.NET umgesetzt wird, ist eine Methode zur deklarativen Spezifikation von Änderungen an Graphen. Normalerweise werden eine oder mehrere Graphersetzungsgesetze 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 Ersetzungsgesetzgraph 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  $H'$ .



### Software-Konstruktion 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. Um das Einsatzpotenzial einer Komponente in unterschiedlichen Anwendungen innerhalb einer Domäne zu erhöhen, muss eine Komponente über konfigurierbare Freiheitsgrade verfügen, da so die Anpassung an den jeweiligen Verwendungskontext ermöglicht wird. Zur Realisierung dieser Anforderung entwickeln wir Methoden und Werkzeuge zur Konstruktion und Konfiguration solcher anpassbarer Komponenten. Ferner erforschen wir aufbauend auf etablierten Übersetzerbautechniken zur Programmanalyse neue Methoden und Verfahren, die es uns erlauben, nicht funktionale Eigenschaften sowie die Laufzeit von komponentenbasierten Systemen zu verifizieren.

### Belangorientierte Software-Entwicklung

(V. Kuttruff, M. Trifu)

Im Bereich belangorientierter Software-Entwicklung forschen wir ebenfalls sowohl an der Zusammenführung als auch an deren Umkehrung, der Trennung 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 ent-

standen 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. Aktuell beschäftigen wir uns mit der Entwicklung von geeigneten Methoden und Werkzeugen zur Erkennung, Kapselung und Komposition von Belangen.

### **Qualitätsuntersuchung von Software-Systemen**

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

Die Beurteilung der inneren Qualität von Softwaresystemen ist für viele Unternehmen von wachsender Bedeutung, denn sie bestimmt 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 Software-Assessments konnten wir ein Portfolio von besonders aussagekräftigen Analyseverfahren zusammenstellen, mit dessen Hilfe sich heute objektive Qualitätsaussagen für Softwaresysteme in Java, C/C++ und Delphi gewinnen lassen. Aktuell beschäftigen wir uns mit der Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Auswirkungsanalyse von Strukturänderungen auf die Qualitätseigenschaften bei der Evolution dienstorientierter Software.

### **Werkzeugunterstützung für die Evolution von Software-Systemen**

*(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 (Diagnosen) erforderlich, um Schwachstellen im Entwurf und in der Implementierung dieser Systeme zu identifizieren. Damit Systeme wartbar bleiben, muss die Struktur verbessert werden. Um die durch die Diagnose gefundenen 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. Unser aktueller Forschungsschwerpunkt besteht darin, die Verfahren zur Diagnose, Lösungsplanung und Restrukturierung von Systemen zusammen zu bringen und weitgehend zu automatisieren.

## Mobile Process Performance Engineering

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

Die erfolgreiche Planung, Steuerung und Kontrolle von kollaborativen Prozessen stellt insbesondere bei der Realisierung von komplexen Projekten einen kritischen Erfolgsfaktor dar. Unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse werden zunehmend durch mobile, service-orientierte Applikationen unterstützt und gesteuert. Zum effizienten und effektiven Prozessmanagement in mobilen Szenarien bedarf es einer strukturierten Dokumentation, Analyse und Kontrolle der relevanten Prozesse. Formal modellierte Prozesse können interpretiert und somit aktiv zur generativen Erzeugung von prozessorientierten Softwarekomponenten im Rahmen von service-orientierten Systemen eingesetzt werden.

Forschungsbedarf besteht insbesondere im Bereich der Erfassung und Verarbeitung von mobil erfassten Echtzeitdaten sowie in Bezug auf die hierfür geeigneten Softwarearchitekturen.

## CollaBaWü Plus

(V. Kuttruff, J. Wiesenberger)

Im Rahmen der Fortführung der Forschungsthemen des erfolgreich abgeschlossenen Verbundprojektes CollaBaWü beschäftigt sich das Nachfolgeprojekt CollaBaWü Plus mit Unterstützungsmethoden für kollaborative Softwareerstellung, die sich an den Besonderheiten der kundengetriebenen, kooperativen Softwareerstellung durch mittelständische Unternehmen orientiert. Der im Rahmen des Projektes zu entwickelnde Demonstrator sollte nicht so sehr einen offenen Komponentenmarktplatz als vielmehr eine offene und dynamische Kooperationsumgebung bieten. Die Plattform muss es zwar erlauben, bewährte Methoden und Komponenten vorzuhalten, aber eben auch Werkzeuge zur Verfügung stellen, mit denen sich umgehend neue Technologien und Standards verwerten lassen. Somit soll es mittelständischen Unternehmen ermöglicht werden, ihre Stärke einer raschen Reaktionsfähigkeit auf neue Kundenbedürfnisse und technische Entwicklungen auszuspielen.

## Wissensaustausch bei der verteilten Entwicklung von Software (WAVES)

(V. Kuttruff, P. Szulman)

Um eine Wiederverwendungskultur erfolgreich im Unternehmen zu etablieren, ist die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter eine wichtige Voraussetzung, um mit allgemein steigenden Anforderungen in den technischen Grundlagen Schritt halten zu können. Gerade die Vermittlung genereller wiederverwendungsspezifischer Kenntnisse sei die Grundlage für die Einbettung einer Wiederverwendungskultur. Ziel des Verbundprojekts WAVES ist es, in verteilten Softwareprojekten den Aufbau und den Austausch von informellem Wissen zu fördern und seine schrittweise Strukturierung und Vernetzung zu unterstützen. Um dieses Ziel zu erreichen, verfolgt WAVES einen Lösungsansatz auf zwei Ebenen: Auf methodischer Ebene wurde ein sehr empirischer und fallstudien-orientierter Ansatz gewählt. Auf der technischen Ebene spielen Wikis und Innovationen im Bereich der Wissensartikulation

und der Metadatenerzeugung aus unstrukturierten Artefakten sowie der effektiven Wissensnutzung durch kontextsensitive, ontologiebasierte Retrieval-Methoden eine wichtige Rolle.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Mevius, M.; Dumke, R. R.; Schmietendorf, A.:** BSOA 2007: 2. Workshop Bewertungsaspekte serviceorientierter Architekturen. Karlsruhe: Shaker Verlag, 2007

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

**Schösser, A.; Geiß, R.:** Graph Rewriting for Hardware Dependent Program Optimizations. In: 3rd International Workshop on Applications of Graph Transformation with Industrial Relevance (AGTIVE '07). Hrsg.: A. Schürr, M. Nagl, A. Zündorf. AGTIVE 2007, Kassel, Deutschland, 10.10.2007. Springer, 2007 (LNCS)

**Grund, D.; Hack, S.:** A Fast Cutting-Plane Algorithm for Optimal Coalescing. In: Compiler Construction 2007. 16th International Conference on Compiler Construction, Braga, Portugal, 26.03.2007. Springer, 2007, S. 111-125, (LNCS; 4420)

**Batz, G. V.; Kroll, M.; Geiß, R.:** A First Experimental Evaluation of Search Plan Driven Graph Pattern Matching. In: 3rd International Workshop on Applications of Graph Transformation with Industrial Relevance (AGTIVE '07). Hrsg.: A. Schürr, M. Nagl, A. Zündorf. AGTIVE 2007, Kassel, Deutschland, 10.10.2007. Springer, 2007 (LNCS)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Kuttruff, V.:** Realisierung von Produktlinien durch Komposition modularer Belangimplementierungen. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Band 49, Heft 3, 2007, S. 171-179

<b>Forschungsbereich</b>	<b>Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation</b>	
<b>Projektgruppe Verteilte Informationssysteme</b>	Leiter:	Prof. em. Dr. P. Lockemann
	Sekretärin:	E. Götz
	Wiss. Mitarbeiter:	A. Dietrich (F), Dr. R. Witte (F, bis 30.09.2007)
<b>Forschungsbereich am Forschungszentrum Informatik (FZI)</b>	Bereichsleiter:	A. Schmidt
	Sekretärin:	H. Döhmer
	Wiss. Mitarbeiter:	S. Braun, J. Nimis, H. Paoli, A. Schmidt, M. Schneider, A. Walter, P. Wolf (ab 15.09.2007)

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

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

SESAM verbindet Technologien für robuste und sichere Informations- und Transaktionsdienste mit ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, um mit Hilfe des Internet kurzfristig Ressourcen wirtschaftlich nutzen zu können. Das Anwendungsszenario ist die dezentrale Erzeugung und Versorgung mit elektrischer Energie. Im Teilprojekt "Verträge im Netz" soll dabei juristischen Laien Rechtssicherheit beim Vertragsabschluss gegeben werden. Informationstechnisch werden die Marktteilnehmer durch Vertragsagenten repräsentiert, die dessen Bedürfnisse über individuelle Benutzerpräferenzen berücksichtigen. Für den automatisierten Vertragsabschluss steht dem Vertragsagent ein Rechtsmediator zur Seite, der das Verhandlungsergebnis aus zivilrechtlicher Sicht prüft.

Die Arbeiten im Berichtsjahr galten dem Überwinden der starren, den spontanen Vertragsschluss auf elektronischen Marktplätzen behindernden rahmenvertraglichen Regelungen. Dazu wurden die agentenbasierten Vertragsverhandlungen durch die Integration von weiteren rechtsnotwendigen Präferenzregeln im Workflow verfeinert, die Vollständigkeit bei der automatisierten Rechtsfolgenermittlung im Rechtsmediator wurde besser gewährleistet, und der partiellen Unvollständigkeit der betrachteten Regelungskomplexe des Zivilrechts wurde durch "Metaregeln" abgeholfen. Erstmals wurden auch komplexe Normketten des Stellvertretungsrechts in der zur automatisierten Verarbeitung notwendigen Form dargestellt und implementiert, so dass automatisierte Verhandlungen in Bezug auf benutzerdefinierte elektronische AGB möglich werden.



## **DEAF - Lexikon des Altfranzösischen**

*(P. Lockemann, R. Witte)*

In der Heidelberger Akademie der Wissenschaften wird in einem langjährig angelegten linguistischen Vorhaben ein Lexikon des Altfranzösischen erstellt (dictionnaire étymologique de l'ancien français, DEAF). Dazu müssen mehr als 12.000 Texte von hochqualifizierten Linguisten und Historikern analysiert werden. Beginnend mit einer reinen Sammlung der Wörter entsteht in mehreren Teilschritten eine oft mehrseitige Kommentierung etwa des historischen Verlaufs, der unterschiedlichen Anwendungen und der Entwicklung der Wortformen.

Um die Erstellung des Lexikons zu beschleunigen, soll an die Stelle einer weitgehend manuellen Bearbeitung ein elektronisches Redaktionssystem treten, das auf die besonderen Bedürfnisse der Anwendung Rücksicht nimmt und erste Ergebnisse frühzeitig ins Netz stellt, um internationalen Gruppen frühe Einsichten und die Mitarbeit zu ermöglichen. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Implementierung weitgehend Open Source Software nutzen und das System für mindestens 10 Jahre ohne größere Eingriffe einsatzfähig bleiben.

Nach einer eingehenden Systemanalyse in Zusammenarbeit mit den Heidelberger Sprachforschern wurden für das Redaktionssystem als Komponenten eine Verwaltung der Artikel-, Fichier- und Bibliographiedaten, eine Benutzerverwaltung, eine Prozessverwaltung für den Workflow der Artikelerstellung, eine Unterstützung der Arbeitsprozesse durch situationsabhängige Anzeige, Such-, Sortier- und Exportfunktionen der Daten, ein LaTeX-Export zur gedruckten Veröffentlichung und die Möglichkeit zur Internet-Veröffentlichung entwickelt. In unserer Gruppe entstandene Ansätze der elektronischen Textverarbeitung wurden dabei eingebracht.

## **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. Das FZI konzentrierte sich dabei auf eine ontologiebasierte Modellierung des pädagogischen Hintergrundwissens für die Unterstützung von Schülern mit Dyslexie und darauf aufbauende Adaptionenregeln. (<http://www.agent-dysl.eu>)

## **Wissensnetz – Vernetzte Informationsprozesse in Forschungsverbänden**

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

Wissensmanagement in der Forschung ist angesichts der kaum vorhersagbaren Wissensbedürfnisse besonders herausfordernd. Als zugrunde liegendes Modell wurde hierfür der so genannte “Wissenschöpfungsprozess” auf der Grundlage konstruktivistischer Informationsprozesse erarbeitet, der ein grobes Phasenmodell zur Strukturierung der wissenschaftlichen Arbeit darstellt und wissenschaftliche Arbeit 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. Das wichtigste Ergebnis war hierbei SOBOLEO, ein leichtgewichtiger, web-basierter, kollaborativer Ontologieeditor für SKOS-Ontologien, der an ein Social-Bookmarking-System gekoppelt ist. Konzeptionell baut er auf dem erarbeiteten Ontologiereifungsprozess auf, der die Entwicklung von Ontologien als kollaborativen Lernprozess mit schrittweiser Formalisierung sieht. (<http://www.im-wissensnetz.de>)

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

*(G. Nagypal, A. Walter)*

IMAGINATION soll die zeitaufwendige Erstellung semantischer Beschreibungen von Bildinhalten erleichtern. Dazu kann man die gezeigten Personen und Objekte auf Bildteilen markieren und mit den passenden semantischen Elementen annotieren sowie Hintergrundinformationen über die gezeigten Personen, den Ort der Aufnahme des Bildes oder des dargestellten Ereignisses auf einem Bild hinzufügen. Bildsucher können diese Annotationen dann ausnutzen, um durch ein Bildarchiv zu navigieren. Wird einem Benutzer etwa ein Bild mit zwei Politikern angezeigt, werden ihm die Namen der abgebildeten Personen genannt, wenn er über diese Bildteile navigiert, und von den Bildteilen kann er dann beispielsweise zu Bildern gelangen, welche die jeweilige Person bei einem anderen Ereignis zeigt.

Um automatisiert semantische Bildbeschreibungen mit einer hohen Qualität zu erstellen, geht IMAGINATION einen neuen Weg. Es werden mehrere Algorithmen zur Gesichtsdetektion und -erkennung, Personen- und Objekterkennung sowie Textmining-Techniken kombiniert. Diese Techniken arbeiten iterativ, nutzen Annotationen der anderen Algorithmen und domänenspezifisches Hintergrundwissen aus. IMAGINATION baut auf der am FZI entwickelten ImageNotion-Anwendung auf, welche die arbeitsintegrierte, kollaborative Erstellung von Ontologien und die manuelle Erstellung von semantischen Annotationen in einer Web 2.0 basierten Anwendung ermöglicht. (<http://www.imagination-project.org>)

## **SOPRANO – Service-Oriented Programmable Smart Environments for Older Europeans**

(A. Schmidt, P. Wolf)

SOPRANO ist ein EU-Forschungsprojekt mit über 25 Partnern im Bereich Ambient-Assisted Living (AAL), das durch eine technische Infrastruktur älteren Menschen länger ein unabhängiges Leben in ihrer gewohnten Umgebung ermöglichen soll. Unterstützung soll nicht nur in Problem- oder Notfallsituationen gegeben, sondern grundsätzlich die Lebensqualität verbessert werden. Am Ende des Projektes steht eine Evaluierung in 300 Haushalten.

Als methodische Vorgehensweise wird ein partizipativer Ansatz entwickelt. Potenzielle Nutzer des Systems werden in allen Phasen des Entwicklungsprozesses, von der Formulierung der Anforderungen, über die iterative Generierung von Konzeptions- und Gestaltungsideen bis hin zu Funktions- und Bedienbarkeitsstudien im realen Lebensumfeld konsequent einbezogen. Als Ergänzung wurde vom FZI eine ontologiezentrierte Entwicklungsmethodik erprobt, die Ontologien als vermittelndes Artefakt begreift, über die ein Moderator im verteilten und interdisziplinären Entwicklungsprozess Konsens herstellt.

Auf technischer Ebene wird eine Ambient Middleware geschaffen, die in den Wohnungen installiert werden kann und flexibel unterschiedliche Sensoren (z. B. Temperatur, Rauchmelder oder Lokalisierung über Radar) und Aktuatoren (z. B. Haustechnik, Sprachausgabe, interaktives Fernsehen mit Avataren) anbinden kann. Hierbei wird auf einen dienstorientierten Ansatz auf der Basis von OSGi gesetzt, um so ein offenes System zu erstellen. Bei der Middleware wird auf eine ontologiezentrierte Architektur gesetzt, die eine hohe semantische Kohärenz bei der Integration sicherstellt und den Einsatz aktueller semantischer Technologien ermöglicht. Mit deren Hilfe werden am FZI Komponenten entwickelt, die im Hintergrund auf Änderungen der Umgebung, das Verhalten der Person oder explizite Kommandos reagieren. Hierzu nutzen sie eine Repräsentation des Kontextes des Benutzers und seiner Umgebung und eine Spezifikation von Reaktionen auf Kontextänderungen, die dann in Dienstaufrufe der Aktuatoren übersetzt werden. (<http://www.soprano-ip.org>)

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

(J. Nimis)

Ein Großteil der Rechnerressourcen in Unternehmen liegt 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 für ein bestimmtes Ressourcen-Gesuch, die Modellierung der Geschäftsmodelle bzw. Kundenpräferenzen und die Unterstützung eines geschickten Bietverhaltens auf dem Marktplatz durch intelligente Agenten. (<http://sorma.fzi.de>)

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Dietrich, A.; Lockemann, P. C.; Raabe, O.:**

Agent Approach to Online Legal Trade. In: Conceptual Modelling in Information Systems Engineering. Hrsg.: Krogstie, J.; Opdahl, A. L.; Brinkkemper, S.; Heidelberg: Springer, 2007, S. 177-194

**Schmidt, A.:** Impact of Context-Awareness on the Architecture of E-Learning Solutions. In: Architecture Solutions for E-Learning Systems, Information Science Reference. Hrsg.: Pahl, C.; Hershey, Pennsylvania, USA: IGI Publishing, 2007, S. 306-319

**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, Ch. J. O.; Cheung K.-H.; Heidelberg: Springer, 2007, S. 281-313

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

**Braun, S.; Schmidt, A.; Walter, A.; Zacharias, V.:** The Ontology Maturing Approach to Collaborative and Work-Integrated Ontology Development: Evaluation Results and Future Directions. In: Proceedings of the First International Workshop on Emergent Semantics and Ontology Evolution (ESOE-2007), ISWC 2007. Busan, Korea, 12.11.2007. S. 5-18

**Walter, A.; Nagypal, G.:** IMAGENOTION - Collaborative Semantic Annotation of Images and Image Parts and Work Integrated Creation of Ontologies. In: Proceedings of the 1st Conference on Social Semantic Web (CSSW). Leipzig, 26.09.2007-28.09.2007. S. 161-166

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. K. Böhm
Sekretariat:	A. Bohlinger, E. Götz, E. Sauer
Wiss. Mitarbeiter:	Dr. E. Buchmann (F), T. Burghardt (F, ab 01.04.2007), F. Eichinger (F), B.-O. Hartmann (F), C. Kühne (F), J. Mülle, G. Sautter, H. Schepperle (F), S. Schosser, M. Stern (F), C. von der Weth
Systemtechniker:	M. Bestehorn
Techn. Mitarbeiterin:	H. Teune
Stipendiaten:	N. Iakovlev (ab 01.10.2007), A. Khachatryan (ab 19.02.2007), N. Kostanyan (ab 01.07.2007), J. Z. Yue (ab 01.07.2007)

**Systeme der  
Informationsverwaltung**

### 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 und über semantische Suchfunktionen online zur Verfügung zu stellen.

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.

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 wird 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.

Unter Verwendung der oben genannten Systeme wurde mittlerweile ein Test-Corpus von über 2.500 Seiten biosystematischer Literatur digitalisiert und nach dem entwickelten XML-Schema markiert. Die dabei gesammelten Erfahrungen helfen, den verwendeten Markup-Prozess für die Verarbeitung weiterer Dokumente zu optimieren. Die aufbereiteten Daten dienen als Basis für die Gestaltung weiterer Anwendungen und Systeme.

### **Driver Assistance using Multi-Agent Systems in Traffic (DAMAST)**

*(H. Schepperle)*

DAMAST ist eine Kooperation des IPD 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. Wir untersuchen unter anderem Mechanismen, die die Überfahrtsrechte an die einzelnen Fahrer versteigern. Wir verwenden dazu agentengestützte Fahrerassistenzsysteme und Kreuzungssteuerungssysteme. Die Mechanismen werden mit Hilfe eines selbstentwickelten Simulators evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass mit einer Auktion die durchschnittliche wertschätzungsgewichtete Wartezeit um bis zu 41.8% reduziert werden kann. Die frühe Vergabe von Überfahrtsrechten bietet einen zusätzlichen Vorteil: Fahrzeuge können ihre Geschwindigkeit rechtzeitig anpassen. Somit vermeiden sie unnötige Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge, sparen damit Kraftstoff und reduzieren ihre Emissionen.

Weitere Informationen sind unter <http://www.ipd.uni-karlsruhe.de/~damast/> zu finden.

### **Effektive und effiziente Auswertung von Trust Policies**

*(J. Z. Yue, C. von der Weth)*

Online-Dienste, bei denen Teilnehmer autonom miteinander interagieren, wie, z. B. Social Network Sites, Auction Sites oder Distributed Computing, besitzen eine steigende Popularität. Mit der Autonomie besteht zugleich die Gefahr, dass sich einzelne Teilnehmer unkooperativ verhalten. Als Lösungsansatz dienen Reputationssysteme, mit denen das Verhalten und damit die Reputation eines Teilnehmers quantifiziert werden kann. In dieser Arbeit wurde ein neuartiges Reputationssystem entworfen und realisiert, bei dem jeder Teilnehmer selbst eine so genannte Trust Policy formulieren kann. Trust Policies sind Richtlinien, mit denen ein Teilnehmer festlegt, unter welchen Voraussetzungen er mit anderen bereit ist zu interagieren.

Dieser Ansatz eröffnet zwei Forschungsrichtungen: (1) Fragen aus ökonomischer Sicht sind z. B., was für Policies von Teilnehmern formuliert werden und wie erfolgreich sie in Interaktionen sind. Dazu werden ökonomische Spiele entworfen und durchgeführt. (2) Die Auswertung von Policies entspricht der Verarbeitung von Daten über das frühere Verhalten von Teilnehmern. Um unser Reputationssystem für große Netzwerke einsetzbar zu machen, untersuchen wir Ansätze für die effiziente Auswertung von Trust Policies.

## **Effiziente und datenschutzkonforme Interaktionen im Internet und in ubiquitären Umgebungen**

*(T. Burghardt)*

Das Internet, RFID und mobile Dienste werden immer stärker in den Alltag integriert, mit unvorhersehbaren Konsequenzen für die Privatheit des Einzelnen. Mit den ständig wachsenden Verarbeitungsmöglichkeiten personenbezogener Informationen ist es erforderlich, den Schutz der Privatheit sowohl aus juristischer als auch technischer Sicht zu betrachten.

Im Rahmen dieses Projektes, das zusammen mit dem Lehrstuhl für Öffentliches Recht und Immobilienrecht durchgeführt wird, werden aktuelle Datenschutzpraktiken analysiert und bewertet. Dabei ist es erforderlich, Interaktionen im Hinblick auf den Dienstgeber als auch den Dienstnehmer zu untersuchen. Von besonderem Interesse ist, inwieweit das Bewusstsein des Anwenders erforderlich ist, um von der aktuellen Gesetzgebung zu profitieren, und inwieweit die Provider dem Transparenzgebot der EU folgen und dem bewussten Nutzer Einblick in die Datenschutzpraktiken ermöglichen.

Darüber hinaus wird untersucht, wie Anwender neue Technologien, die vielfach Ursache aktueller Datenschutzprobleme sind, nutzen können, um eben diese zu mindern. In Vorbereitung auf ein Projekttreffen der Regensburger und Karlsruher Arbeitsgruppe wurde eine Umfrage mit Studierenden im Vordiplom durchgeführt. Wir konnten zeigen, dass Anwender sich der Auswirkung unkontrollierter Preisgabe personenbezogener Informationen nicht bewusst sind. Im Anschluss wurden die Dienstanbieter untersucht, bei denen die Teilnehmer der Umfrage personenbezogene Informationen preisgegeben haben. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass viele Anbieter mit großem Marktanteil über Datenschutzpraktiken verfügen, die dem Dienstnehmer unzureichende Transparenz in Bezug auf die Sammlung und Preisgabe personenbezogener Informationen zulassen. Die Ergebnisse wurden während des Projekttreffens diskutiert und anschließend für eine Veröffentlichung aufbereitet.

## **Graph Mining**

*(F. Eichinger)*

In den letzten Jahren wurden verschiedene Graph Mining Algorithmen entwickelt, die in der Lage sind, häufige Teilgraphen in einer Datenbank von Graphen zu finden. Diese Algorithmen eröffnen viele neue Möglichkeiten der Datenanalyse in Gebieten, in denen Daten hauptsächlich nicht numerisch oder Text-basiert, sondern in struktureller Form vorliegen. Anwendungsgebiete finden sich oft in der Analyse von chemischen Molekülen, die ebenso wie Transportnetzwerke und Workflows als Graph repräsentiert werden können.

Am IPD wurde im letzten Jahr ein Verfahren als Anwendung in der Softwaretechnik entwickelt, welches in der Lage ist, auf der Basis von Call-Graphen bestimmte Fehler in Software zu lokalisieren. Die Herausforderung dabei ist die Integration von struktureller Graph-basierter Information mit numerischen Daten. In der laufenden Forschung beschäftigen wir uns mit dem Problem der Analyse von großen Graphen, da z. B. Graphen aus der Logistik und der Softwaretechnik oft so groß sind, dass herkömmliche Algorithmen nicht skalieren. In einer Kooperation mit Prof. Karl (Lehrstuhl für Rechnerarchitektur) wollen wir Graph-Mining-Techniken für ein gänzlich neues Gebiet zum Einsatz bringen, der Analyse von Programmflussgraphen zur Unterstützung der Auswahl von Hardware-Architekturen für gegebene Programme.

### **Netzwerkbildung in verteilten Systemen**

*(B.-O. Hartmann)*

Teilnehmer in natürlichen, verteilten Systemen können ihre Kontakte und ihre Interaktions-Strategie frei wählen. Ziel dieses Projektes ist es, Kontaktwahl-Strategien und Interaktions-Strategien einzelner Teilnehmer in sich dynamisch verändernden Systemen zu verstehen und ggf. Anreiz-Mechanismen zu schaffen, die ein effizientes Verhalten der Teilnehmer begünstigen. Zum Verständnis autonomer Teilnehmer wird in diesem Projekt die folgende Methodik angewendet: 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 Software-Agenten abgebildet und (d) Simulationen mit Software-Agenten durchgeführt. Simulationen ermöglichen Aussagen über Systeme mit vielen Teilnehmern, die sonst nur mit großem Kostenaufwand möglich wären.

Im Berichtsjahr wurde ein Nutzenmodell für Teilnehmer in strukturierten P2P-Systemen erstellt. Aus diesem konnte abgeleitet werden, dass es für einen einzelnen Teilnehmer 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 Systemen führen, in denen es als Folge zu mehr Weiterleitungen kommt, resultieren für realistische Kontakt- und Weiterleitungskosten ineffiziente Netzwerke. Des Weiteren wurden Versuche mit menschlichen Teilnehmern durchgeführt, die diese Vorhersage bestätigen. Um dem Problem kontaktfauler Teilnehmer 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.

### **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 Freifahrer, 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 menschlichen Verhaltens, um dann Rückschlüsse auf die technische Realisierung von Peer-To-Peer Systemen zu ziehen. Diese Untersuchungen hatten folgende Schwerpunkte: (1) Strategien von Nutzern, die indirekt über Nutzungsstatistiken das Verhalten anderer beobachten können. (2) Strategien, bei welchen Informationen bezüglich der Kooperativität anderer ausgetauscht werden können. (3) Strategien unter Einfluss unterschiedlicher Dienstbereitstellungskosten. Aktuell wird im Rahmen dieses Projektes der Einfluss freier Wahl der Interaktionspartner auf menschliche Strategien untersucht.

### **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. Der Schwerpunkt der Betrachtung lag im Jahr 2007 auf der effizienten Ausführung des Verbund- (Join-)Operators. Dieser ist der Standardoperator zur Exploration von Zusammenhängen in den gemessenen Daten und einer der komplexesten relationalen Operatoren. Zunächst wurde im Zuge einer theoretischen Analyse untersucht, wie die Berechnung des Joins am besten verteilt werden sollte in Abhängigkeit der diversen Parameter. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde eine Join-Methode konzipiert und implementiert, welche die Selektivität des Operators nutzt und frühzeitig diejenigen Datentupel verwirft, welche nicht zum Ergebnis beitragen. In Ergänzung zu diesen Forschungstätigkeiten waren drei internationale Wissenschaftler zu Gast am Institut, Prof. Dr. Christian S. Jensen, Prof. Mohamed F. Mokbel, Ph.D. und Prof. Dr. Ralf Hartmut Güting, um im Rahmen des Projekts einen internationalen Austausch zu fördern. Im weiteren Verlauf des Projekts ist geplant, zu untersuchen, ob durch die Berücksichtigung einer durch den Nutzer vorgegebenen Ergebnisqualität der Aufwand der Join-Berechnung weiter reduziert 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. VG 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 z. B. 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.

## Privacy Awareness in Information Systems and its Implications on Society

(E. Buchmann, N. Kostanyan)

Bereits heute werden im Internet große Mengen personenbezogener Daten zusammengetragen. Aktuelle Entwicklungen in den Bereichen Sensornetze, RFID oder Ubiquitous Computing sind dabei, die Kluft zwischen der digital vernetzten und der physischen Welt zu überbrücken und eine Vielzahl von vernetzten, personenbezogenen Dienstleistungen in das Alltagsleben breiter Bevölkerungsschichten einzuführen. Es bestehen Zweifel, ob aktuelle gesetzliche oder technische Datenschutzmaßnahmen diesen Anforderungen gewachsen sind. Ohne neuartige Ansätze für den Datenschutz besteht die Gefahr, dass das Zusammenstellen detaillierter Persönlichkeitsprofile in Zukunft so einfach wird wie heute das Bedienen einer Internet-Suchmaschine.

Das Ziel der Young Investigator Group "Privacy Awareness in Information Systems and its Implications on Society" besteht darin, einen neuen Ansatz zu entwickeln: Die Anwendung von sozialen Softwaremechanismen für den Datenschutz. Ähnlich wie bei bekannten Web2.0-Plattformen wie del.icio.us, Technorati oder Wikipedia, sollen die Nutzer Beobachtungen, Erfahrungen und Empfehlungen hinsichtlich der Datenverarbeitungspraktiken von Diensteanbietern untereinander austauschen. Ein wesentlicher Aspekt dieses "sozialen" Ansatzes ist die Multidisziplinarität. Während Informatiker die Basistechnologien entwickeln müssen, sind Technikfolgenabschätzer und Sozialwissenschaftler gefordert, um die Zusammenhänge zwischen der Wahrnehmung von Datenschutzvorfällen, kommunizierten Bedrohungen und dem Verhalten der Nutzer zu bestimmen. Weiterhin ist eine enge Zusammenarbeit mit Juristen und Wirtschaftswissenschaftlern ange-

raten, um die ökonomischen und rechtlichen Interessen der Nutzer und der Datensammler zu berücksichtigen.

Die Young Investigator Group nahm im Juli 2007 ihre Arbeit auf. Zunächst wurde das Forschungsgebiet in zwei Teile untergliedert, die parallel untersucht werden. Ein Teil befasst sich mit der technischen Infrastruktur. Dazu gehört die Realisierung einer Folksonomy, welche die Datenschutzbedrohungen, Nutzerempfehlungen, Beobachtungen etc. speichert und die Spezifikation von Datenbankoperatoren zur Bearbeitung derartiger Daten. Der zweite Teil befasst sich mit dem multidisziplinären Aspekt des Themas. Bis Ende 2007 wurden die Grundlagen für eine Basisinfrastruktur formal spezifiziert. Eine Veröffentlichung dazu ist anhängig, weitere sind in Vorbereitung. Weiterhin wurde der Grundstein für eine intensive Zusammenarbeit mit dem Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und dem Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale (ZAK) gelegt. Um die Zusammenarbeit mit dem ZAK zu vertiefen, soll in Kürze ein DFG-Antrag eingereicht werden.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Buchmann, E.:** Erkennung und Vermeidung von unkooperativem Verhalten in Peer-to-Peer-Datenstrukturen. In: *Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2006*. Hrsg.: Wagner, D. et al.; Heidelberg: Springer, 2007, S. 19-28

**Buchmann, E.:** Trust Mechanisms and Reputation Systems. In: *Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks*. Hrsg.: Wagner, D.; Wattenhofer, R.; Heidelberg: Springer, 2007, S. 325-336

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

**Buchmann, E.; Zadorozhny, V. (Hrsg.):** *Proceedings of the 1st International Workshop on Data Intensive Sensor Networks. DISN'07*, Mannheim, Deutschland, 11.05.2007

**Hartmann, B.-O.; Böhm, K.; Khachatryan, A.; Schosser, S.:** The Dangers of Poorly Connected Peers in Structured P2P Networks and a Solution Based on Incentives. In: *Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*. Silicon Valley, USA, 2.-5.11.2007. S. 500-508

**Sautter, G.; Agosti, D.; Böhm, K.:** Semi-automated XML Markup of Biosystematics Legacy Literature with the GoldenGATE Editor. In: *Proceedings of the Pacific Symposium on Bio-computing*. Wailea, HI, USA, 03.-07.01.2007. S. 391-402

**Sautter, G.; Böhm, K.; Padberg, F.; Tichy, W.:** Empirical Evaluation of Semi-Automated XML Annotation of Text Documents with the GoldenGATE Editor. In: *Proceedings of 11th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 07)*. Budapest, Ungarn, 16.-21.09.2007. S. 357-367

- Schepperle, H.; Böhm, K.:** Agent-Based Traffic Control Using Auctions. In: Cooperative Information Agent XI Workshop (CIA 2007). Delft, Niederlande, 19.-21.09.2007. Heidelberg: Springer, 2007, S. 119-133
- Schepperle, H.; Böhm, K.; Forster, S.:** Towards Valuation-Aware Agent-Based Traffic Control. In: Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2007). Honolulu, Hawaii, USA, 14.-18.05.2007. S. 364-366
- Schepperle, H.; Böhm, K.; Forster, S.:** Traffic Management Based on Negotiations between Vehicles – a Feasibility Demonstration Using Agents. In: 9'th International Workshop on Agent-Mediated Electronic Commerce. Honolulu, Hawaii, USA, 14.05.2007. S. 85-98
- Schossner, S.; Böhm, K.; Vogt, B.:** Indirect Partner Interaction in P2P Networks – Stimulating Cooperation by Means of Structure. In: Proceedings of the ACM Conference on Electronic Commerce. San Diego, Kalifornien, USA, 11.-15.06.2007. S. 124-133
- Steinhaus, H.; Böhm, K.; Schossner, S.:** Anreizmechanismen für Peer-to-Peer Web-Crawling unter Berücksichtigung bössartiger Teilnehmer. In: Proceedings der GI-Fachtagung für Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web. Aachen, Deutschland, 05.-09.03.2007. S. 262-276
- Stern, M.:** Optimal Locations for Join Processing in Sensor Networks. In: International Workshop on Data Intensive Sensor Networks (DISN'07). Mannheim, 11.05.2007. S. 336-340
- von der Weth, C.; Böhm, K.:** Towards an Objective Assessment of Centrality Measures in Reputation Systems. In: Proceedings of the IEEE Joint Conference on E-Commerce Technology (CEC'07). Tokyo, Japan, 23.-26.07.2007. S. 270-277
- Walter, A.; Böhm, K.; Schossner, S.:** Building Data-Intensive Grid Applications with Globus Toolkit – an Evaluation Based on Web Crawling. In: Proceedings of the International Conference on Service Oriented Computing. Wien, Österreich, 17.-20.09.2007. S. 570-581
- Walter, A.; Böhm, K.; Schossner, S.:** Überlegungen zur Entwicklung komplexer Grid-Anwendungen mit Globus Toolkit. In: Proc. der GI-Fachtagung für Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web. Aachen, Deutschland, 05.-09.03.2007. S. 532-541

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Leiter:	Prof. Dr. W. F. Tichy
Sekretärin:	R. Ghafari
Wiss. Mitarbeiter:	T. Gelhausen, A. Höfer (F), A. Jannesari Ladani, G. Malpohl (bis 30.11.2007), F. Otto (ab 01.12.2007), A. Paar (F), Dr. F. Padberg (bis 30.09.2007), Dr. V. Pankratius (ab 01.09.2007), J. Reuter (F, bis 31.10.2007), W. Schnerring (F, ab 01.10.2007), G. Szeder (F, bis 31.10.2007)
Systemprogrammierer:	H. A. Herrmann
Stipendiaten:	S. Körner, T. Moschny, C. Schäfer

Forschungsbereich

**Programmiersysteme**

Leiter:	Prof. Dr. Walter F. Tichy
Wiss. Mitarbeiter:	O. Denninger, B. Herd (ab 01.11.2007), Dr. J. Mäkiö, G. Szeder, K. Weidner

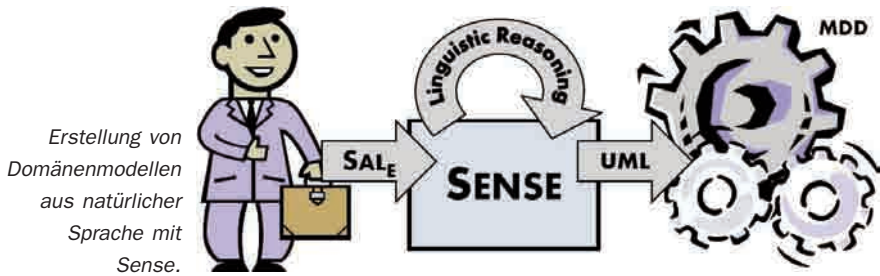
Forschungsbereich

**Software Engineering  
am Forschungszentrum  
Informatik FZI**

## 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 die Annotationssprache SALE samt zugehörigem Übersetzer entwickelt. Grundlage bildet ein neuer Graphenformalismus namens Omnigraphen. Auf der Grundlage dieser Techniken entstand ein erster Prototyp für die Transformationen von annotierten natürlichsprachlichen Anwendungsdomänenbeschreibungen in UML-Modelle. Gegenwärtige Schwerpunkte der Arbeit sind die Evaluation von UML-Modellen bezüglich ihrer Vollständigkeit, die Erweiterung der Transformationsregelmengen und die Unterstützung von standardkonformem UML zur Anbindung des Prototypen an existierende Werkzeuge.



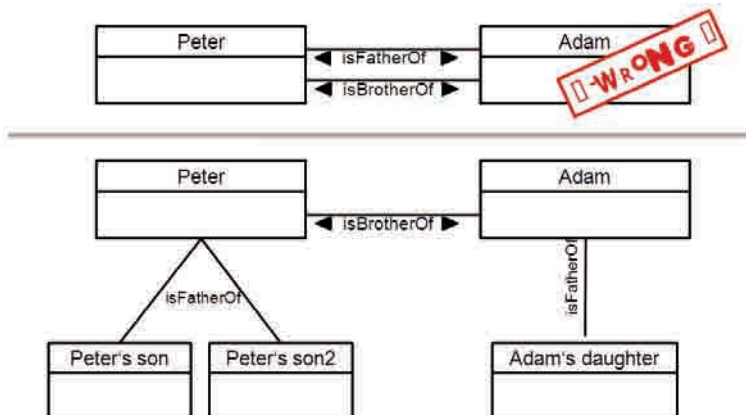
### AutoModel – Reasoning bei der Modellerstellung von UML

(S. Körner)

Modelle aus natürlichsprachlichen Spezifikationstexten zu erzeugen ist Teil des Entwicklungsprozesses. Um die automatische Verarbeitung dieser Informationen durch Computersysteme zu gewährleisten, ist es notwendig, Unschärfen, Mehrdeutigkeiten und irrelevante Teile zu entdecken und anzupassen.

Beim Verstehen von Sprache arbeiten Menschen auf einem Schatz von 6 bis 30 Millionen angelegten Artefakten, mit deren Hilfe es möglich ist, Zusammenhänge zu erkennen, die nicht explizit erwähnt wurden. Der Satz „Adam und Peter sind Brüder“ zeigt uns eine Beziehung zwischen den beiden Personen. Beim Satz „Adam und Peter sind Väter“ ist aber klar, dass sie nicht Väter voneinander sind.

Reasoning auf Basis von Ontologien unterstützt den Prozess, dem Rechner in Hinblick auf die Modellerzeugung gesunden Menschenverstand beizubringen und die Modellqualität erheblich zu verbessern. Unterstützt wird das Projekt von der eC4u Expert Consulting AG.



Verbesserung der automatischen Modellerzeugung mit Hilfe von Ontologien.

3

## Computers in the Human Interaction Loop (CHIL)

(A. Paar)



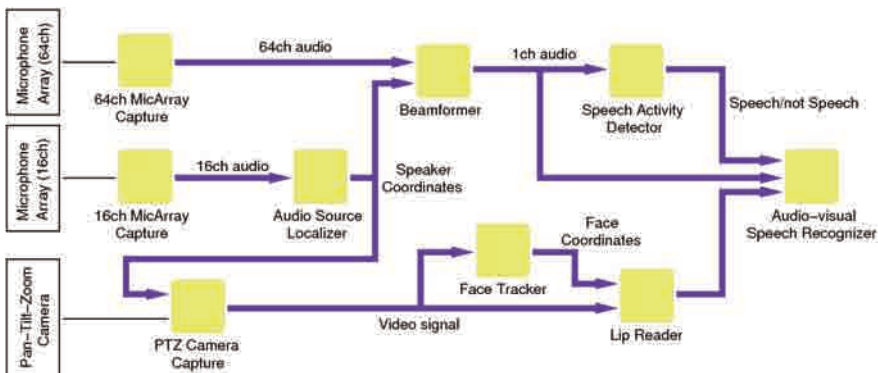
Im Jahre 2007 wurde das CHIL Architekturmodell im Rahmen des CHIL Technology Day in Karlsruhe vorgeführt. Der CHIL Knowledge Base Server, ein Adapter für existierende Ontologie Management Systeme, wurde in einem "Besprechungsraum"-Szenario zum Einsatz gebracht. Dieses Szenario wurde in der Web Ontology Language OWL DL modelliert. Die formal spezifizierte CHIL OWL API machte es besonders einfach, automatische Schlussfolgerungen auf die Beschreibung des Szenarios anzuwenden. Die eingebaute Unterstützung für typisierte Literale (d. h. Instanzen von Datentyp-Klassen) erleichterte die Handhabung von XML Schema Definitionen, wie sie von OWL Ontologien referenziert werden können. Die Entwicklung der CHIL Ontologie wurde abgeschlossen mit der Beschreibung aller relevanten Teile der CHIL Diskursdomäne.

Die CHIL Ontologie ermöglicht außerdem die formale Beschreibung der perceptiven Komponenten (d. h. der bild- und spracherkennungs-basierten Anwendungen). Automatische Schlussfolgerungen über ontologische Konfigurationsinformationen ermöglichen die autonome Auswahl und Zusammenstellung von perceptiven Komponenten zu korrekten Konfigurationen. Die Datentransfer-Middleware CHILFlow wurde für die Übertragung von multimodalen Datenströmen hoher Bandbreite verwendet.

## Die ChilFlow Kommunikationsmiddleware

(G. Szeder)

Im Rahmen des Projekts CHIL wurde ChilFlow, eine Kommunikationsmiddleware für die speziellen Bedürfnisse von Smart-Room-Umgebungen, ständig weiterentwickelt. Schwerpunkte der Entwicklung waren die Performanz und die Programmierschnittstelle der Middleware. Durch Optimierung der Netzwerkhandhabung konnte die Prozessorbelastung von ChilFlow deutlich reduziert werden, in bestimmten Fällen sogar um mehr als 75%.



Die Kommunikationsmiddleware ChilFlow

Die verbesserte Programmierschnittstelle bietet Typsicherheit für Daten, die zwischen verschiedenen Sensoren, Kameras und Mikrofonen des Smart-Rooms und Bearbeitungskomponenten wie Sprach- oder Gesichtserkennern übertragen werden. Die gleichzeitige Bearbeitung von mehreren Eingangsdatenströmen wurde durch nicht blockierende Operationen und Hilfskonstrukte für die Synchronisierung der Datenströme vereinfacht. Zusätzlich wurde eine Schnittstelle für Visualisierungskomponenten entworfen. ChilFlow wurde am CHIL Technology Transfer Day am 12. Juli 2007 in Karlsruhe erfolgreich präsentiert.

### Semantic Software Engineering

(A. Paar)

Semantic Software Engineering bezeichnet die Integration von Semantic Web Technologien, wie z. B. XML und der Web Ontology Language OWL in Programmiersprachen und Werkzeuge. Aufgrund fehlender Compilerunterstützung ist es bis heute immer noch aufwendig und fehlerträchtig Programme zu entwickeln, die XML Instanzdokumente und ontologische Informationen verarbeiten. Die CHIL OWL API und die XSD Validierungskomponente des CHIL Knowledge Base Servers bildeten die Grundlage für die Integration von OWL und XSD mit C# in der neuartigen Programmiersprache Zhi#. Das Zhi# Compiler-Framework ermöglicht die kooperative Nutzung von externen Typsystemen innerhalb von C#. XSD und OWL Compiler-Plugins wurden implementiert, um statische Typüberprüfung für beschränkte atomare Wertedatentypen und Ontologien zu bieten. XSD Beschränkungsmuster und ontologische Schlussfolgerungsregeln konnten integriert werden mit Merkmalen der Wirtssprache, wie zum Beispiel dem Überschreiben von Methoden. Es konnte gezeigt werden, dass XSD Beschränkungsmuster nahezu uneingeschränkt in einer objektorientierten Programmiersprache mit Unterstützung für Wertedatentypen verwendet und dass domänenspezifische Typüberprüfung und Programmtransformationen kooperativ zu einer konventionellen, objektorientierten Programmiersprache hinzugefügt werden können.



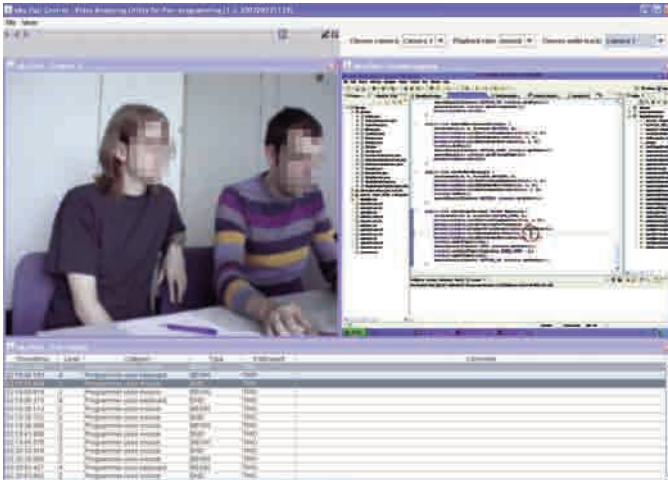
### Empirische Untersuchung agiler Entwicklungsprozesse

(A. Höfer)

Die testgetriebene Entwicklung und Paar-Programmierung sind Schlüsseltechniken beim Extreme Programming. Ziel des Projektes "Leicht" ist die Untersuchung und Verbesserung dieser und anderer agiler Programmiertechniken. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Im Rahmen des Projektes wurde eine Studie veröffentlicht, welche den testgetriebenen Entwicklungsprozess von Studenten mit dem von erfahrenen Entwicklern vergleicht. Die Studie zeigt, dass sich die Entwicklungsprozesse der beiden Gruppen in mehreren Punkten unterscheiden, vor allem hielten sich die erfahrenen Entwickler besser an die Regeln der testgetriebenen Entwicklung.



Weiterhin wurde mit einem neuen Experiment begonnen, in dem Merkmale erfolgreicher Programmierer-Paare bestimmt werden sollen. Dazu wurden Studenten während der Paar-Programmierung gefilmt. Um die Analyse der Videos zu erleichtern, wurde ein eigenes Videoauswertungswerkzeug (VauPair) entwickelt.



Das Videoanalysewerkzeug  
"VauPair"

### Multicore Group: Software Engineering für Multicore-Systeme

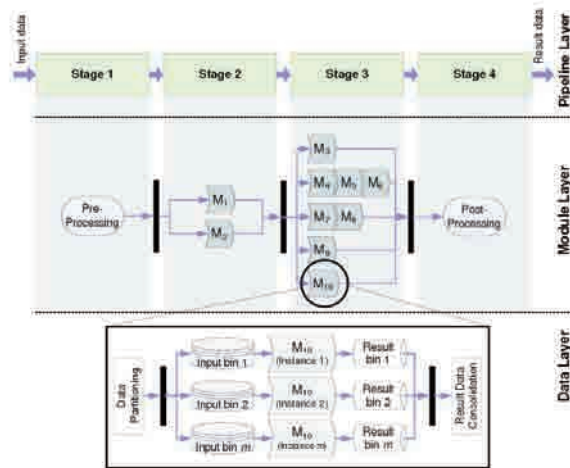
(B. Herd, A. Jannesari Ladani, F. Otto, V. Pankratius, W. Schnerring, C. Schäfer)

Multikern-Prozessoren stellen die Softwaretechnik vor die Herausforderung, leistungskritische Anwendungen aller Art zu parallelisieren. Bereits heute bieten handelsübliche Chips bis zu 64-fache Parallelität, und eine Verdopplung der Prozessorzahl wird für jede neue Chip-Generation vorhergesagt. Da die Taktfrequenzen nicht mehr wesentlich steigen werden, müssen Leistungssteigerungen über Parallelisierung erreicht werden.

Da die Softwaretechnik für diese Herausforderung schlecht vorbereitet ist, hat sich die Multicore Group zum Ziel gesetzt, alltagstaugliche Software-Engineering-Methoden zu entwickeln, die es jedem Software-Entwickler ermöglichen, korrekte und effizient ausführbare parallele Programme systematisch zu erstellen.

Seit der Gründung im September 2007 wurden umfangreiche Fallstudien durchgeführt, die ein recht deutliches Bild ergaben: Multicore-Systeme haben ein hohes Leistungspotenzial, aber um dieses auszuschöpfen sind bei bestehenden sequentiellen Programmen massive Umstrukturierungen nötig. Die entstehenden Architekturen umfassen oft Parallelität auf mehreren Abstraktionsebenen. Eine manuelle Konfiguration von Leistungsparametern wie Pipeline-Stufen oder Blockgrößen ist umständlich und fehleranfällig, so dass Autotuner benötigt werden, die den optimalen Parallelitätsgrad gezielt finden. Weiterhin sind Programmiermodelle und -sprachen, die eine prägnante Formulierung von parallelen Abläufen ermöglichen, sowie robuste Fehlerfindungsmethoden erforderlich.

Die Multicore Group wird geleitet von Dr. Victor Pankratius und besteht aus wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls, des Software Engineering Bereichs am FZI und einer Young Investigator Group aus der Exzellenzinitiative. Außeruniversitär haben wir uns durch die Gründung des Arbeitskreises “Software Engineering für parallele Systeme (SEPAS)” in der Gesellschaft für Informatik engagiert. Auf internationaler Ebene bringen wir das Gebiet voran, indem wir den “International Workshop on Multicore Software Engineering (IWMSE2008)” im Rahmen der “International Conference on Software Engineering (ICSE 2008)”, der weltweit größten Softwaretechnik-Tagung, organisieren.



*Konzeptionelle Struktur  
einer parallelisierten  
Anwendung*

## Parallele Programmierumgebungen

(T. Moschny)

In verteilten Java-Umgebungen ist die Platzierung von Objekten und Kontrollfäden von entscheidender Bedeutung für die Performance einer parallelen Anwendung. Für JavaParty, unsere Programmier- und Ausführungsumgebung für parallele Java-Anwendungen, wurde eine Erweiterung zur Verbesserung der Objektverteilung entwickelt. Bislang musste eine optimale Verteilung von Hand ermittelt werden, was verschiedene Nachteile mit sich bringt. Die vorgestellte Erweiterung basiert auf einem früheren, statischen Ansatz, misst jedoch Ausführungs- und Kommunikationszeiten zur Laufzeit und bestimmt daraus eine verbesserte Objektverteilung, bei der jedes Objekt einer bestimmten virtuellen Maschine zugeordnet wird. Diese Verteilung wird anschließend, soweit möglich, durch Migration der betroffenen Objekte realisiert. Der Ansatz wurde anhand zweier typischer Anwendungen evaluiert, wobei jeweils die Performance einer handoptimierten und der dynamisch verbesserten Version derselben Anwendung verglichen wurden. Es zeigte sich, dass der Ansatz seine Leistungsfähigkeit insbesondere bei solchen Anwendungen ausspielt, bei denen sich die optimale Verteilung zur Laufzeit ändert.

## Checkpointing

(T. Moschny)

Im Projekt FrozenParty werden mehrfädige, verteilte Java-Anwendungen so transformiert, dass sie ihren Zustand in einen Sicherungspunkt extrahieren können und sich später daraus wieder starten lassen. Im Fokus liegen dabei langlaufende, rechenintensive Anwendungen, bei denen im Falle eines Programmabbruches der Verlust der bis dahin gewonnenen Daten besonders schwer wiegt. Meist sind die dafür verantwortlichen Fehler transienter Art, d. h. treten bei erneuter Programmausführung wahrscheinlich nicht wieder auf oder lassen sich beheben. Bei den transformierten Anwendungen kann anstelle eines kompletten Neustarts auf den Zustand des letzten verfügbaren Sicherungspunktes vor dem Fehler zurückgesetzt werden. Bei mehreren, über gemeinsamen Speicher kommunizierenden Kontrollfäden muss das Ensemble der gesicherten Teilzustände stets einen konsistenten Zustand darstellen. FrozenParty versucht dies, anders als andere Projekte, ohne global koordiniertes Stoppen aller Kontrollfäden zu erreichen. Durch die Verwendung von Quelltext-Transformationen kann FrozenParty mit jeder standardkonformen virtuellen Maschine eingesetzt werden.

## Verteilte Metadatenysteme für Cluster

(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 im Clusterfile die Metadaten auf mehrere Stellvertreter verteilt, die miteinander kooperieren und so die auf einem zentralen Knoten entstehenden Engpässe vermeiden.

## Education Support Centre Deutschland (ESCde)

(K. Molitorisz, C. Schäfer)

Das ESCde ist ein von Studenten geführtes Gemeinschaftsprojekt mit Microsoft und bietet dem öffentlichen Sektor seit mehr als 13 Jahren Supportdienstleistungen für Microsoft-Produkte an. Im vergangenen Jahr arbeitete das ESCde daran, seinen Kundenkreis zu erweitern und im Speziellen auf Gemeinden im süddeutschen Raum und Schulen in der Schweiz auszudehnen.

Die Hauptziele des Infrastruktursupports waren zum einen die Kundenzufriedenheit auf gleichhohem Niveau zu halten und zum anderen die im Jahr 2007 veröffentlichten Produkte in den Support zu integrieren. Zusätzlich bearbeitete das ESCde vermehrt Consulting-Anfragen und baute die proaktiven Dienstleistungen aus.



Der .NET Entwicklertsupport des ESCde übernahm in Zusammenarbeit mit MSDN Deutschland eine Hotline für allgemeine Entwickleranfragen. Diese kann per Telefon oder Messenger erreicht und kostenlos in Anspruch genommen werden. Zusätzlich veranstaltete das ESCde ein erfolgreiches Praktikum zum Thema "Spieleentwicklung unter .NET" am IPD Tichy und fertigte dazu eine inzwischen steile WebCast-Serie an, die zusammen mit dem Quellcode bei MSDN erhältlich ist.

### **Microsoft Innovation Center (MIC) – Zentrum für Softwarekonzepte Karlsruhe (ZfS)**

*(J. Mäkiö)*

Das Microsoft Innovation Center (MIC) und das MIC mit dem Zusatz "Zentrum für Softwarekonzepte" (ZfS) wurden von Microsoft in Zusammenarbeit mit renommierten akademischen Einrichtungen ins Leben gerufen. Das Forschungszentrum Informatik (FZI) ist eine von diesen Einrichtungen. Unser Ziel ist die herstellerneutrale Unterstützung von mittelständischen Unternehmen hinsichtlich von Technologiewissen. Dies geschieht durch Schulungen, Workshops und gemeinsame Entwicklungsprojekte.

Das ZfS Karlsruhe hatte im Jahr 2007 mehrere Fernseh- und Messeauftritte. Zum Beispiel wurde am 30.09.2007 ein Interview mit Dr. Marco Mevius in der Sendung BW Family ausgestrahlt. Auf der "Systems" in München demonstrierten wir dem Leiter der Bayerischen Staatskanzlei, Staatsminister Eberhard Sinner, unseren Fischertechnik-Roboterarm mit seinem XNA- und SecondLife-Pendant. Die Vorführung wurde in einem Bericht und einem großen Foto in der Süddeutschen Zeitung dokumentiert.

*Der bayerische  
Staatsminister  
Eberhard am  
ZfS-Stand bei  
der "Systems  
2007"*



## OUTSHORE

*(J. Mäkiö)*

Unternehmen lagern IT-Aufgaben und Software-Herstellung aus, unter anderem um sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren und um deren Kosten zu reduzieren. Jedoch verbergen sich in der Auslagerung auch erhebliche Risiken. Das OUTSHORE-Projekt fokussiert die Beherrschung dieser Risiken und – a priori – die Bewertung eines Offshoring-Vorhabens.

Das Verbundprojekt OUTSHORE ist ein Forschungsprojekt im Themenfeld “Entwicklung von Software-Systemen in (räumlich) verteilten Umgebungen” der Forschungsoffensive “Software Engineering 2006” des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und behandelt die Thematik der Vergabe von Softwareentwicklungsprojekten nach Niedriglohnländern. Es handelt sich um eine Kooperation des Forschungszentrums Informatik (FZI) und des AIFB der Universität Karlsruhe sowie drei industrieller Verbundpartner. Das Projekt hat eine Laufzeit von 30 Monaten (2006 - 2008) und läuft noch bis Ende Oktober 2008.

## XNA

*(O. Denninger)*

XNA ist ein Framework von Microsoft zur Spielentwicklung. Basierend auf Direct X bietet XNA neben einer einheitlichen Schnittstelle für Grafikhardware auch grundlegende Spielfunktionen. XNA-Anwendungen werden in C# programmiert und über die .NET-Laufzeitumgebung ausgeführt, die für Windows und Xbox 360 implementiert ist, so dass der Code mit geringfügigen Anpassungen auf beiden Plattformen läuft.

Am FZI hat der Fachbereich Software Engineering das Potential von XNA bei der Entwicklung von Prototypen grafischer Anwendungen sowie für Simulationen untersucht. Dazu wurde ein zu Demonstrationszwecken entwickelter Fischertechnik-Roboterarm um eine XNA-Simulation erweitert. Die XNA-Simulation besitzt ein 3D-Modell des Arms und die gleichen Steuerbefehle, so dass Algorithmen sowohl auf dem Roboter als auch simuliert ablaufen können. Darüber hinaus kam XNA in einem Praktikum zum Einsatz, in dem die teilnehmenden Studenten ein vollständiges Spiel entwickelt haben.

Mit XNA können bei der Entwicklung grafischer Anwendungen schnell erste Ergebnisse erzielt werden. Allerdings ist zu beachten, dass XNA nicht den Aufwand für die Erzeugung grafischer Inhalte (z. B. 3D-Modelle) reduziert.

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

**Denninger, O.; Gelhausen, T.; Geiß, R.:** Supergraphs - Simplifying Model Transformation for Advanced UML Structures. In: Applications of Graph Transformation with Industrial relevance (AGTIVE 2007). Kassel, Germany, 10.10.2007

**Gelhausen, T.; Tichy, W.:** Thematic Role based Generation of UML Models from Real World Requirements. In: First IEEE International Conference on Semantic Computing (ICSC 2007). Irvine, CA, USA, 17.09.2007. S. 282-289

**Paar, A.:** Zhi# - Programming Language Inherent Support for Ontologies. In: 4th International Workshop on Software Language Engineering. Nashville, USA, 01.10.2007. S. 165-181

**Reuter, J.; Padberg, F.:** Towards a Change Specification Language for API Evolution. In: Proceedings of the 1st Workshop on Refactoring Tools (WRT07) in conjunction with the 21st European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP2007). Berlin, Germany, 31.07.2007. S. 37-38

**Sautter, G.; Böhm, K.; Padberg, F.; Tichy, W.:** Empirical Evaluation of Semi-automated XML Annotation of Text Documents with the GoldenGATE Editor. In: Proceedings of the 11th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries. Budapest, Hungary, 16.09.2007. S. 357-367

**Szeder, G.; Tichy, W.:** A Communication Middleware for Smart Room Environments. In: European Conference of Ambient Intelligence. Darmstadt, Germany, 07.10.2007. S. 195-210

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Müller, M.; Höfer, A.:** The Effect of Experience on the Test-Driven Development Process. In: Empirical Software Engineering, Band 12, Heft 6, 2007, S. 593-615

**Paar, A.; Reuter, J.; Soldatos, J.; Stamatis, K.; Polymenakos, L.:** A Formally Specified Ontology Management API as a Registry for Ubiquitous Computing Systems. In: The International Journal of Artificial Intelligence, Neural Networks, and Complex Problem-Solving Technologies (Applied Intelligence), 2007

**Padberg, F.; Tichy, W.:** Schlanke Produktionsweisen in der modernen Softwareentwicklung. In: Wirtschaftsinformatik, Band 49, Heft 3, 2007, S. 162-170

**Interne Berichte:**

**Pankratius, V.; Schaefer, C.; Jannesari, A.; Tichy, W.:** Software Engineering for Multicore Systems - An Experience Report. IPD, University of Karlsruhe, Technischer Bericht, 2007

## Institut für Prozessrechentchnik, 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 Forschungsschwerpunkt 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 Prozessrechentechnik, Automation  
und Robotik**

Leiter:	Prof. Dr. H. Wörn
Sekretariat:	E. Franzke, F. Lutz (ab 14.05.2007), M. Sy (bis 31.03.2007)
Akadem. Oberrat:	Dr. J. Raczkowsky
Wiss. Assistentin:	Dr. C. Burghart
Wiss. Mitarbeiter:	M. Aschke (F, bis 31.08.2007), D. Braun (F), J. Burgner (F), M. Ciucci (F), A. DeMauro (F), Dr. R. Estaña (F), M. Gauß (F), N. Gorges (F), J. Graf (F, ab 19.02.2007), D. Göger (F), H. Hamann (F), Dr. B. Hein, L. Kahrs (F), B. Kaiser (F), A. Klein (F, 01.02.2007- 01.05.2007), M. Mehrwald (F, ab 16.07.2007), M. Mende (F, ab 18.06.2007), H. Mönnich (F, ab 01.07.2007), S. Notheis (F), G. Reimann (F, ab 01.04.2007), M. Riechmann (F), K. Safronov (F), A. Schmid (F), C. Schönfelder (F), A. Steiger (F), D. Stein (F, ab 05.03.2007), M. Szymanski (F), R. A. Tauro (F), Dr. I. Tchouchenkov, M. Thiel (F, bis 28.02.2007), Dr. K. Weiß, M. Wenz (F), L. Winkler (F, ab 01.10.2007), Dr. A. Wörner (F, bis 30.04.2007), S. Zimmermann (F, ab 14.05.2007), J. von Delft (F, ab 01.02.2007)
Programmierer:	N. Maizik, M. Pfitzer
Techn. Mitarbeiter:	F. Linder, H. Regner
Stipendiaten:	S. J. Chen, A. L. Fernandes Perez (ab 01.04.2007), C. C. Ngan (bis 28.02.2007), A. Senkin (ab 15.02.2007)

**Räumlich präzise Repositionierung von Knochen in sechs Freiheitsgraden bei der Gesichtsschädelrekonstruktion**

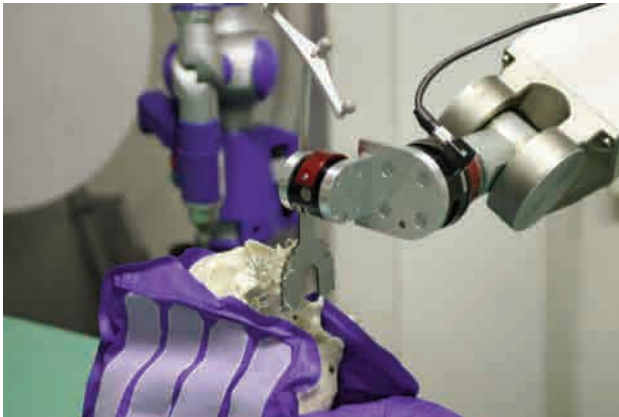
*(J. Burgner, J. Raczkowsky, H. Wörn)*

Ziel des von der deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes ist die räumlich präzise Repositionierung von Knochen in sechs Freiheitsgraden bei der Gesichtsschädel-



rekonstruktion mit Hilfe eines Roboters. Intraoperativ soll das Robotersystem das abgetrennte Knochenstück, welches durch angehängtes Weichgewebe 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 2007 wurde der entwickelte Prototyp eines Endeffektors für Le-Fort-I Osteotomien in Phantomversuchen evaluiert. Die präoperative Planungsphase ist im Vergleich zur konventionellen Planung weitestgehend unverändert. Mit Hilfe des Roboters muss die Position der Maxilla in der initialen Situation und in der geplanten Zielposition erfasst werden. Intraoperativ wird der Roboter dann als intelligentes Haltesystem eingesetzt, welches den vom Chirurgen mobilisierten Oberkiefer in die geplante Zielposition bringt und während der Fixierung in der korrekten Relativposition hält. Für die einfache An- und Entkopplung des Roboters an das Mundstück des Endeffektors wurde ein semiautomatisches Verfahren entwickelt, welches auf Basis von Lokalisationssystemdaten und auftretenden Kräften und Momenten den Kopplungspfad bestimmt.



*Evaluierung des  
Systems am  
Phantom Schädel*

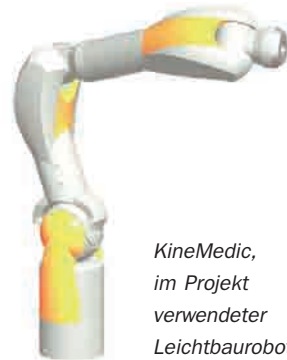
### **Accurate Robot Assistant (AccuRobAs)**

*(J. Burgner, H. Mönlich, J. Raczkowski, D. Stein, H. Wörn)*

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 ermöglicht werden. Dabei wird zwei Themenschwerpunkten besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Einerseits soll die Genauigkeit des Gesamtsystems erhöht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wird der gesamte Prozess untersucht, der für einen operativen Eingriff nötig ist. Hierzu gehören die Akquisition und Segmentierung von Bilddaten, die Planung

und Simulation der einzelnen Schritte und natürlich die Ausführung mittels geeigneter Geräte während einer Operation. Andererseits soll das Gesamtsystem modular aufgebaut werden, um z. B. den Austausch von Geräten zu vereinfachen und die Erweiterbarkeit auf andere Interventionen zu ermöglichen, um das Spektrum an möglichen Einsatzgebieten zu vergrößern. Spezielle, im Projekt erarbeitete Demonstratoren, sollen später die Leistungsfähigkeit dieses Ansatzes unter Beweis stellen.

Nachdem im ersten Jahr die Systemspezifikation erarbeitet wurde und erste Demonstratoren und Softwaremodule erstellt wurden, wird im Jahr 2008 der Integration der verschiedenen Module besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Das Projekt wird während der dreijährigen Laufzeit (Start Oktober 2006) vom IPR der Universität Karlsruhe (TH) koordiniert.



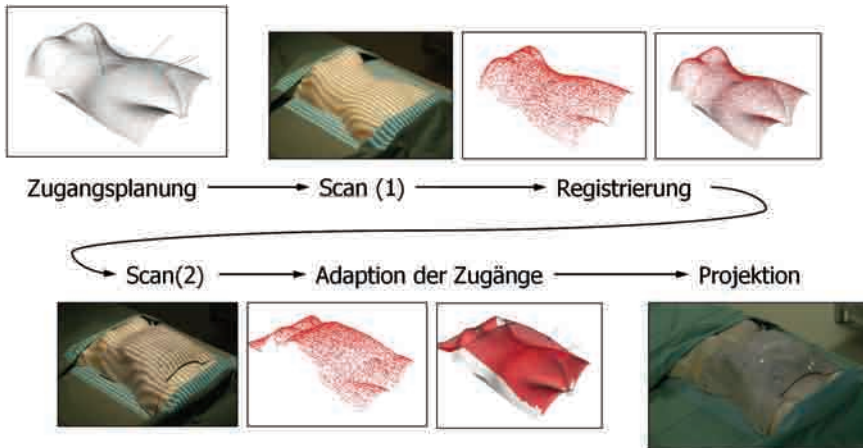
*KineMedic,  
im Projekt  
verwendeter  
Leichtbauroboter*

### **Kollisionsvermeidende Bahn- und Standortplanung für ein Telemanipulationssystem in der minimalinvasiven Chirurgie (GK1126)**

*(J. Raczowsky, 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 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.

Im Jahr 2007 wurde das Konzept für die intraoperative Visualisierung der geplanten Trokarpositionen umgesetzt und teilweise evaluiert. Ein vorhandenes, klinisch erprobtes System für die projektorbasierte Erweiterte Realität wurde dafür an die Erfordernisse der minimalinvasiven Viszeralchirurgie angepasst. Die Genauigkeit wurde anhand eines Torsophantoms, an dem sich auch der Effekt der Insufflation simulieren lässt, überprüft. Der intraoperative Workflow – bestehend aus Oberflächenscan, Registrierung durch Oberflächenmatching, erneuter Oberflächenscan nach der Insufflation, Anpassung der geplanten Trokarpositionen durch Schnittoperationen und Projektion der angepassten Trokarpositionen – wurde außerdem in zwei klinischen Versuchen getestet. Damit ist es jetzt möglich, die präoperativ geplanten Trokarpositionen unter Berücksichtigung der Veränderung durch die Insufflation korrekt auf dem Abdomen des Patienten zu visualisieren.

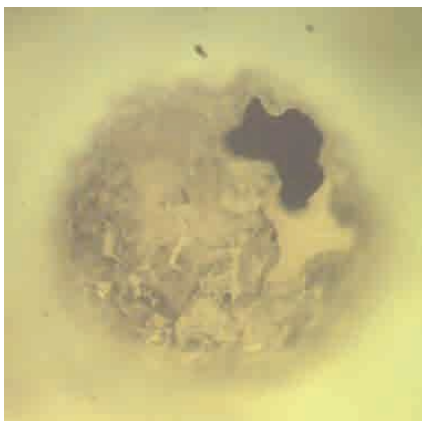


Workflow bei der intraoperativen Visualisierung der Zugänge

### Bildgestützte Navigation eines Laserstrahls zur mikrochirurgischen Knochenablation an der lateralen Schädelbasis

(L. Kahrs, J. Raczkowsky, H. Wörn)

Ziel des Projektes ist eine exakte, laserbasierte Knochenablation bei mikrochirurgisch-funktionserhaltenden Operationen an der Schädelbasis. Im Bereich des Innenohrs wird somit eine präzise Entfernung des Knochens bis zu einer Membran möglich (Cochleostomie). Der gepulste Laserstrahl wird über den zu bearbeitenden Probenbereich abgelenkt und der Knochen wird mittels Mikroexplosionen abgetragen. Gleichzeitig wird der Ablationsbereich durch eine Kamera mit Mikroskopobjektiv überwacht und mittels Bildverarbeitung eine Grenzflächenerkennung ermöglicht. Diese Methoden bieten die Grundlage für einen zukünftigen roboterassistierten Eingriff.



Aufsicht in den Kanal der Laserknochenablation während einer in-vitro Cochleostomie.

Der texturfreie Bereich ist die Membran, die sich am Knochen anlagert und die schwarze Region stellt eine Eröffnung der Membran dar.

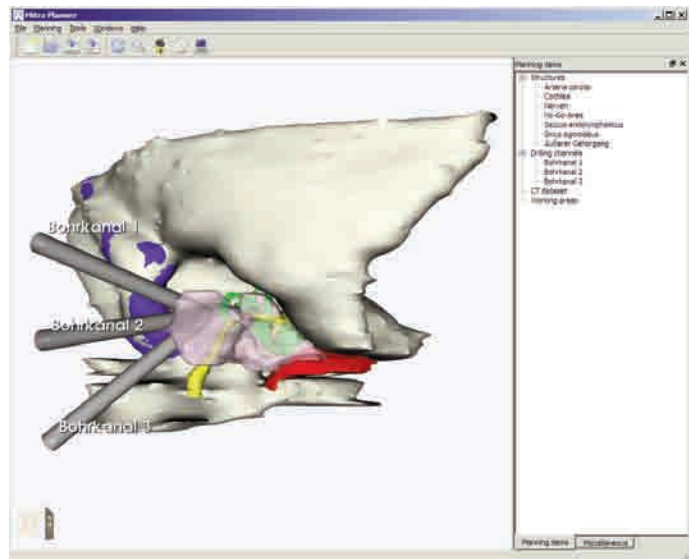
Im Jahr 2007 wurde das Lasersystem weiterentwickelt und Variationseinflüsse von Ablations-, Beleuchtungs- und Bildverarbeitungsparametern untersucht. Die Grenzflächenerkennung mit mehreren unterschiedlichen Algorithmen wurde anhand von in-vitro Proben getestet. Des Weiteren wurde eine rechnergestützte Planung für einen flächigen Abtrag realisiert. Aus diesen beiden Komponenten entstand eine Methode zur bildbasierten Regelung von Cochleostomien.

### MITRA – Operationsplanung für minimal traumatische Operationen an der lateralen Schädelbasis

(J. Raczowsky, M. Riechmann, H. Wörn)

In dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Düsseldorf die Anwendbarkeit endoskopischer Operationen an der lateralen Schädelbasis untersucht. Die Medizin verspricht sich davon schonendere Eingriffe als es zurzeit üblich ist. Da das Operationsgebiet im Gegensatz zu den derzeit praktizierten Endoskopien aus starren Knochen besteht, müssen Kanäle zu den Zielstrukturen gebohrt werden, in die die Endoskope dann eingeführt werden. Aufgrund der Beschaffenheit der Kanäle ist der Arbeitsraum für den Chirurgen stark eingeschränkt. Dies erfordert eine präzise präoperative Planung der Kanäle. Dabei ist eine Berücksichtigung vorhandener vital und funktional wichtiger Strukturen unerlässlich.

Aufgabe des IPR innerhalb des Projekts ist die Erstellung einer Software zur Unterstützung der medizinischen Forschungspartner bei der Entwicklung der neuen Operationstechnik und zur abschließenden Durchführung des Eingriffs.



*Kollisionsfreie  
Planung von  
Bohrkanälen*

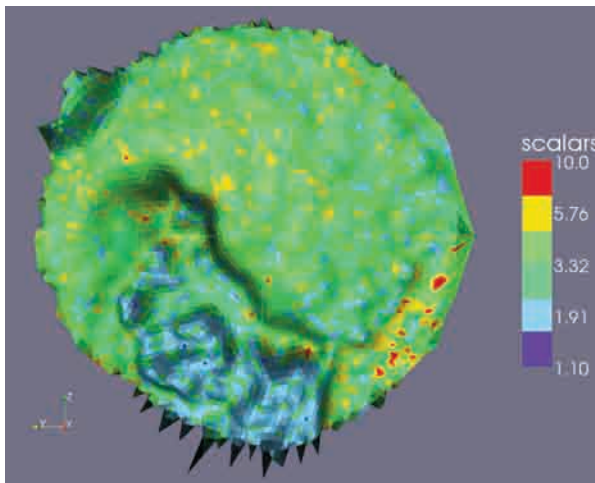
Im Jahr 2007 wurde begonnen, einen anatomischen Atlas des menschlichen Felsenbeins in Form eines probabilistischen Modells aus einer Vielzahl von Hand segmentierter Felsenbeine zu erstellen. Parallel wurde eine Planungssoftware entwickelt, mit deren Hilfe die benötigten Bohrkanäle unter automatischer Einhaltung der gegebenen Anforderungen definiert werden können.

### **Atraumatische funktionserhaltende Hochpräzisionschirurgie des humanen Felsenbeins**

*(J. Raczkowsky, M. Riechmann, H. Wörn)*

Für die laterale Schädelbasis mit dem Felsenbein, in dem sich u. a. das Innenohr befindet, sind bisher keine zufriedenstellenden Navigationstechniken und maschinellen Unterstützungen zur Ermöglichung einer hochpräzisen Chirurgie im Submillimeter-Bereich gefunden worden. Am Beispiel der Cochleostomie, die zurzeit 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.

Im Jahr 2007 wurde das Projekt mit der Evaluation einer neuartigen nichtinvasiven optischen Messmethode, bei der die Registrierung über eine Oberflächenabtastung mittels Laser durchgeführt wird, erfolgreich abgeschlossen.



*Vermessung des Promontoriums mit aufgetragener Messgüte*

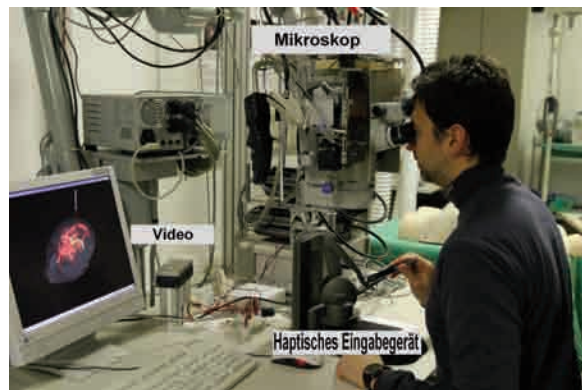
## Auf Virtueller Realität basierendes Trainingssystem für neurochirurgische Eingriffe

(A. DeMauro, H. Wörn)

Ziel dieses Projektes ist der Entwurf eines auf Virtueller Realität basierenden Trainingssystems für neurochirurgische Eingriffe. Dies wird das erste Beispiel eines Trainingssystems der Neurochirurgie sein, welches dasselbe Mikroskop einsetzt, das auch während der Operation verwendet wird. Am IPR wurde ein Prototyp eines stereoskopischen Mikroskops entwickelt, welches die Möglichkeit bietet, direkt in die Okulare mittels erweiterter Realität intraoperativ komplexe patientenspezifischen Daten einzublenden.

Wir erweitern diese bestehende Plattform auf ein neurochirurgisches Trainingssystem, basierend auf virtuellen Rekonstruktionen menschlicher Organe aus realen Bilddaten. Durch die Verwendung eines haptischen Interfaces mit force feedback bekommt der Chirurg ein realistisches Gefühl für das Bohren eines Loches durch den Schädelknochen oder das Berühren des Gehirns. Die Arbeit ist Teil des COMPUSURGE Projekts, das in enger Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Heidelberg durchgeführt wird.

Im Jahr 2007 wurde das Mikroskop mit dem Phantom Desktop, einem haptischen Interface, verbunden. Die Renderingsoftware wurde basierend auf open source APIs entwickelt. Eine erste Interaktion mit verformbaren Geweben wurde realisiert und getestet. Um in den realen Patientenbildern navigieren zu können, wurde der Prototyp mit dem leistungsfähigen Navigations-Tool "3D Slicer" verbunden und wird momentan evaluiert.



*Neurochirurgisches  
Trainingssystem mit  
virtueller Technologie*

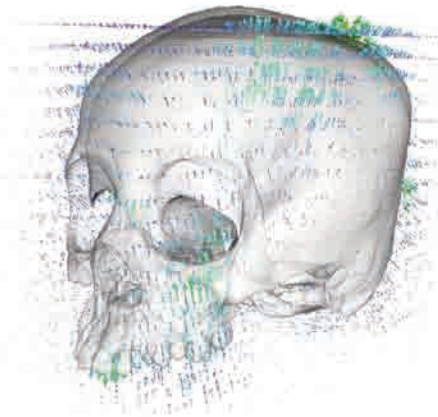
## Modellierung des Schädelwachstums bei Patienten mit Kraniosynostosen

(M. Mehrwald, J. Raczkowski, H. Wörn)

Ziel des Projekts ist eine Verbesserung der Diagnosemöglichkeiten bei krankhaft deformierten Schädeln. Hierzu ist es erforderlich, zunächst ein gesundes Schädelwachstum zu modellieren und daraus einen krankhaften Wachstumsprozess abzuleiten, indem die gewonnenen Wachstumsfunktionen für physiologisches und pathologisches Wachstum verglichen werden. Durch das so entstandene Wachstumsmodell wird der Krankheitsverlauf von Patienten simuliert.

Im Jahr 2007 wurde eine Software erstellt, die es ermöglicht, Schädeldaten für die Berechnung vorzubereiten und diese entsprechend durchzuführen. Zunächst müssen die Schädel über standardisierte Landmarken, unter Erhalt der Form, in die richtige Position gebracht werden. Danach können aus verlaufenden Bilddaten Wachstumsfunktionen gewonnen werden. Die so entstandenen individuellen Wachstumsfunktionen werden statistisch ausgewertet und daraus eine allgemeine Wachstumsfunktion abgeleitet. Dies geschieht sowohl für das physiologische, als auch für das pathologische Wachstum.

Das für die Modellierung notwendige Bildmaterial in Form von CT- und MRT-Datensätzen wird in einer Datenbank anonymisiert gespeichert und soll auch anderen Forschergruppen zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich sind die Rekonstruktionen aus den segmentierten Bilddaten abrufbar.



*Wachstumsfunktion für Modell mit  
2,5 Jahren auf 10 Jahre*

### **Internetbasierte multimediale/multimodale Nutzerschnittstellen zur Teleoperation von Robotern (ImRoNet)**

*(B. Hein, M. Mende, S. Notheis, A. Steiger, H. Wörn, S. Zimmermann)*

Ziel von ImRoNet ist es, internetbasierte multimediale/multimodale Nutzerschnittstellen zur Teleoperation von Robotern zu erforschen und neue Verfahren und Komponenten zur Gestaltung der intuitiven Nutzung von Robotern in typischen Einsatzumgebungen zu konzipieren und experimentell zu validieren.

Das Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert und vom Projektträger Multimedia des DLR betreut.

Partner des Projekts sind neben dem IPR das Fraunhofer IPA, die BECKHOFF Automation GmbH, metaio GmbH, GPS GmbH/Neobotix und SCHUNK GmbH & Co. KG.

Im Jahr 2007 wurden zunächst Beispielszenarien erarbeitet. Diese reichen von autonomen Wartungsaufgaben durch eine mobile Roboterplattform mit Greifer über teleoperierte Aufgabenstellungen bis hin zu neuartigen Interaktionsformen vor Ort. Das System soll sich hierbei an veränderte Bedingungen bezüglich der Übertragungskanäle oder der zur



Verfügung stehenden Ein-/Ausgabemedien anpassen. Ausgehend hiervon wurden die Anforderungen an die Hardware, die generelle Softwarearchitektur und die zu übertragenden Datenformate spezifiziert. Zudem wurden Voruntersuchungen bezüglich Sensorik und mobiler Nutzergeräte unternommen und erste prototypische Aufbauten realisiert.



*Intuitive Formen der Mensch-Roboter-Interaktion*

### **Automation Markup Language (AutomationML)**

*(B. Hein, A. Steiger, H. Wörn, S. Zimmermann)*

Ziel des Projektes AutomationML ist die Entwicklung und Definition eines herstellerneutralen XML-Austauschformates für die Digitale Fabrik. Der Datenaustausch zwischen Engineering-Werkzeugen im Automatisierungsbereich soll vereinfacht werden und in allen Phasen des Konstruktionsprozesses sollen Daten ausgetauscht werden können. Zurzeit werden Geometrie, Kinematik, Bewegungsplanung und Ablaufsteuerung berücksichtigt. Weitere Dateninhalte sollen im Laufe des Projektes hinzukommen. Das Format ist offen und soll von allen kostenlos genutzt werden können.

Partner des Projektes sind die Firmen DaimlerChrysler, ABB, Kuka, Rockwell, Siemens, NetAllied und Zühlke sowie die Universitäten Karlsruhe und Magdeburg.

Im Jahr 2007 wurden erste Untersuchungen bezüglich der Wiederverwendbarkeit von schon existierenden Datenformaten gemacht und erste Konzepte vorgestellt.

### **Zeit-optimierte kollisionsfreie Bahnplanung für Industrieroboter**

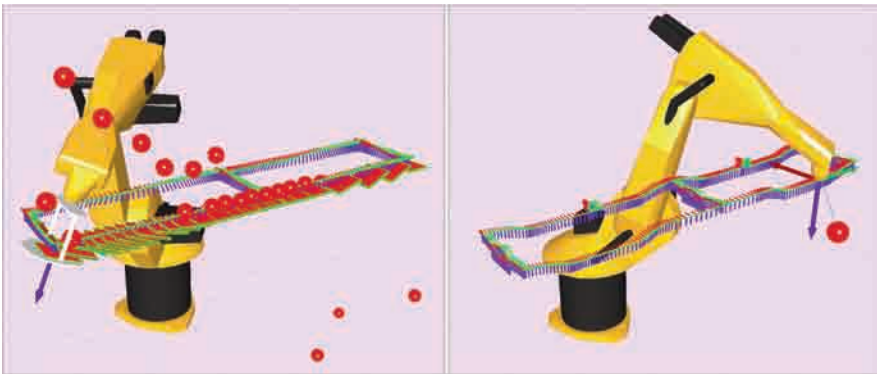
*(S. J. Chen, B. Hein, H. Wörn)*

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 Jahr 2007 wurden unterschiedliche Ansätze zur Optimierung von Handhabungsaufgaben durch Roboter, basierend auf dem Prinzip der "Beschleunigungskompensation", modelliert und in einer Simulationsumgebung integriert. Die konzipierten Methoden gene-



rieren nicht nur zeitoptimierte Roboterbewegungen, sondern berücksichtigen auch das dynamische Verhalten der zu handhabenden Objekte und ermöglichen es dem Roboter so, behutsame Bewegungen auszuführen (“gentle handling”). Um alle unerwünschten Beschleunigungseffekte zu kompensieren (z. B. hohe Querkräfte und -beschleunigungen oder Schwingungen beim Transport hängend befestigter Objekte), werden die Position und die Orientierung des Endeffektors des Roboters während der Bahnbewegung geeignet verändert. Mit der Integration einer Software-Physik-Engine konnten Aspekte, wie mögliche Kollisionen und eine realistische Dynamik der gehandhabten Objekte im Voraus visualisiert und ausgewertet werden, um auf diese Weise eine optimale und sichere Bewegung zu gewährleisten.



*Simulation mit der Integration der Software-Physik-Engine “Bullet”.*

*Links: Eine kompensierte Trajektorie des Roboterendeffektors mit einem ‘Tablett’ als Handhabungswerkzeug. Rechts: Minimierung der Schwingbewegungen eines Pendels*

### **Generisches Entladesystem (GENESYS)**

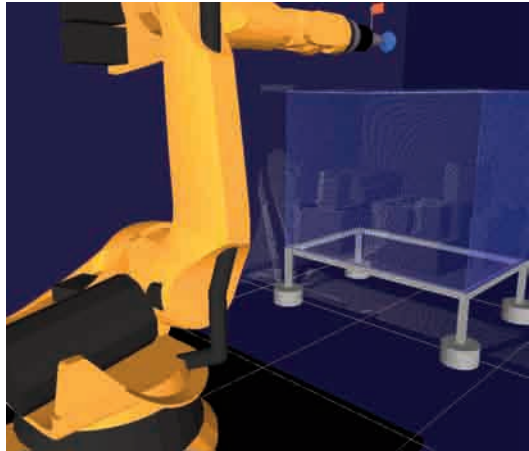
*(B. Hein, B. Kaiser, R. A. Tauro, H. Wörn)*

Ziel von GENESYS ist die Entwicklung einer flexiblen Roboterzelle, die Teile aus einem Behälter entladen kann, welche in 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, betreut. Partner des Verbundprojekts sind die Firmen Grenzebach Automation, ifm electronic, Kuka Roboter und die Universität Karlsruhe.

Im Jahr 2007 wurde ein erster Demonstrator, bestehend aus einem Roboter, einem selbstentwickeltem Sauggreifer, der Echtzeitsteuerung und unterschiedlichen Sensoren, aufgebaut. Es wurde die grundlegende Softwarearchitektur implementiert und eine automatische kol-

lisionsfreie Bahnplanung integriert. Algorithmen zur automatischen Bestimmung von Greifpunkten aus Kamerabildern, Laserscanner-, und 3D-Sensor-Daten wurden entwickelt. Desweiteren wurden erfolgreich Versuche mit einer reaktiven, sensorbasierten Online-Bahnplanung durchgeführt und neuartige Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Kommunikation auf Basis von Laserpointern getestet.



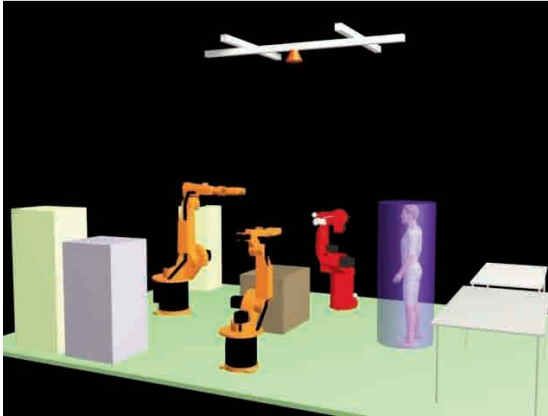
*Simulation der GENESYS-Roboterzelle*

### **Lynkeus**

*(J. Graf, K. Safronov, H. Wörn)*

Das Projekt Lynkeus ist ein vom BMBF (Fördernummer 16SV2296-310) gefördertes Forschungsvorhaben mit dem Ziel, ein neuartiges Kamera-System (PMD), basierend auf dem Lichtlauf-Prinzip, im Hinblick auf die Anwendbarkeit für die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) und den Griff-in-die-Kiste (G/K) zu erforschen. Ein Ansatz für die Mensch-Roboter-Kooperation ist die Auswertung von Tiefenbildfolgen, basierend auf dem Kamerasystem, zur Analyse menschlicher Bewegungen in der Roboterzelle. Dazu wurden in 2007 erste Algorithmen entwickelt, die es erlauben, die durch einen Menschen generierten Bewegungen in Echtzeit zu verfolgen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf hochgenaue Abstandsbeziehung zwischen dem Agenten und den Robotern gelegt. Durch Anwendung der entwickelten Algorithmen soll zukünftig gewährleistet werden, dass Menschen und Roboter in einer Zelle gemeinsame Aufgaben lösen.

Eine klassische Anwendung der Robotik ist die sogenannte Griff-in-die-Kiste-Applikation. Durch die Kombination von neuer Sensorik mit verbesserten Algorithmen zur Szenenanalyse, versucht das IPR Lösungen zu erzeugen, die diese Anwendung effizienter lösen als bisherige Verfahren, basierend auf klassischen Sensortechnologien. In 2007 wurde, in Verbindung mit der MRK, eine reale Roboterzelle aufgebaut und erste Ansätze für ein Rahmenwerk zur Lösung der Aufgaben implementiert. Die Kommunikation der Roboter basiert auf einem neuartigen und standardisierten Kommunikationsprotokoll (XIRP).



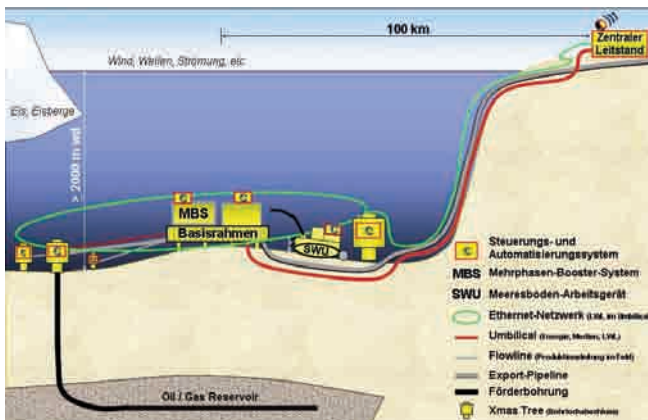
Virtuelle Roboterzelle von Lynkeus

### Integrierte Systeme für die Unterwasser-Produktion von Öl und Gas

(G. Reimann, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Ziel des im Rahmen der Vision “Go Subsea” vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes ist die Entwicklung von innovativen und zukunftssicheren Komponenten und Teilsystemen für Unterwasser-Produktionssystemen für Öl und Gas. Das IPR hat dabei im Teilvorhaben “ARPA” (Availability and Remote Control of Process Control and Automation Systems) das Ziel, Methoden zur abgesicherten und zuverlässigen Fernsteuerung, Fernwartung und Ferndiagnose zu erforschen und zu entwickeln und in das Automatisierungssystem zu integrieren.

Das Jahr 2007 war zunächst durch den Abgleich mit den drei Industriepartnern bezüglich der zu verwendenden Technologien, Schnittstellen, Methoden und Werkzeuge gekennzeichnet. Es wurden dabei Konzepte für sichere Informationsübertragung, Fernwartung, Ferndiagnose und Fernsteuerung entwickelt. Das Visualisierungs-, das Simulationstool und



Schematischer Aufbau des ISUP Gesamtsystems

die Vorgehensweise zur Modellbildung wurden festgelegt. Das Lastenheft für das Gesamtsystem und das Handbuch des "Qualitäts-Management-Systems" wurden erstellt. Zudem konnte das IPR eine Lösung für die Einblendung von Prozessdaten in die Videostreams der Kameras sowie deren Archivierung erstellen.

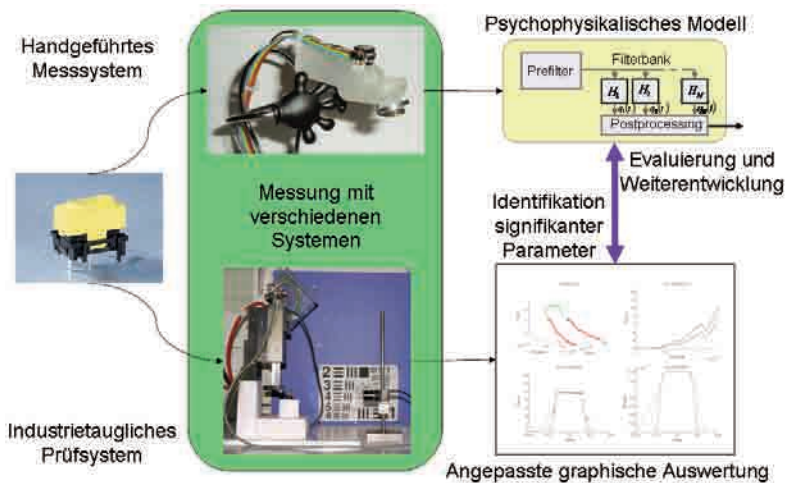
## Pro Inno II: Haptikanalyse

(D. Braun, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Das Ziel des Projekts „Haptikanalyse“ war die Erforschung der Zusammenhänge zwischen physikalischen Messgrößen und den haptischen Empfindungen des Menschen beim Drücken eines Schalters. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Projekts sollte in Kooperation mit der Firma GAS Automation eine automatisierte Haptikprüfeinrichtung entwickelt werden.

Ein Mensch kann eine haptische Bedieneinrichtung, in einem Spezialfall einen Schalter, während des Betätigungsvorgangs bewerten und auch Rückschlüsse auf den internen Status der Einrichtung ziehen. Bei einer geeigneten Konstruktion ist es dem Benutzer sogar möglich, Informationen über die Wirkung seiner Aktionen aus dem Betätigungsvorgang selbst zu gewinnen. Um die Konstruktion geeigneter haptischer Bedieneinrichtungen zu unterstützen, wurde in dem Projekt zum einen der Zusammenhang zwischen technischen Messgrößen und menschlichen haptischen Eindrücken untersucht. Zum anderen wurde auch eine Messeinrichtung entwickelt und gefertigt, welche eine der spezifischen Aufgabenstellung angepasste Messung möglich macht.

Im Jahr 2007 konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden. Das Ziel einen Prüfstand zu entwickeln, mit dessen Hilfe die Prüfung eines Schalters nach haptischen Gesichtspunkten möglich ist, wurde erreicht. Zur Analyse der haptischen Eigenschaften wur-



Framework für die Haptikprüfung bei Schaltern

den frequenzanalytische Verfahren aus der Psychophysik eingesetzt. Für die technische Beurteilung der haptischen Eigenschaften eines Schalterprüflings wurde zudem ein grafisches Verfahren entwickelt.

### **Sensorbasiertes Erkennen von Teilenmerkmalen in der Fertigungsautomatisierung**

*(K. Safronov, I. Tchouchenkov, H. Wörn)*

Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Implementierung von Algorithmen, welche verschiedene Merkmale während des Fertigungsprozesses von Piezomotoren erkennen. Aluminiumrahmen und Piezos für Piezomotoren werden für die Fertigung in Ladungsträgern (Trays) transportiert. Mit 2D-Erkennung von Frontal- und Lateralbildern und 3D-Erkennung durch ein Triangulationssystem sollen verschiedene Merkmale erkannt und eine maschinelle Erkennung der Seriennummer durchgeführt werden. Um effiziente Bildverarbeitungs-algorithmen zu entwerfen, wurden spezielle Software-Bibliotheken eingesetzt.

Im Jahre 2007 wurden Bildverarbeitungs-Software-Module zur Erkennung und Triangulationssystem zur Messung geometrischer Merkmale entwickelt, implementiert und in den Produktionsprozess integriert.



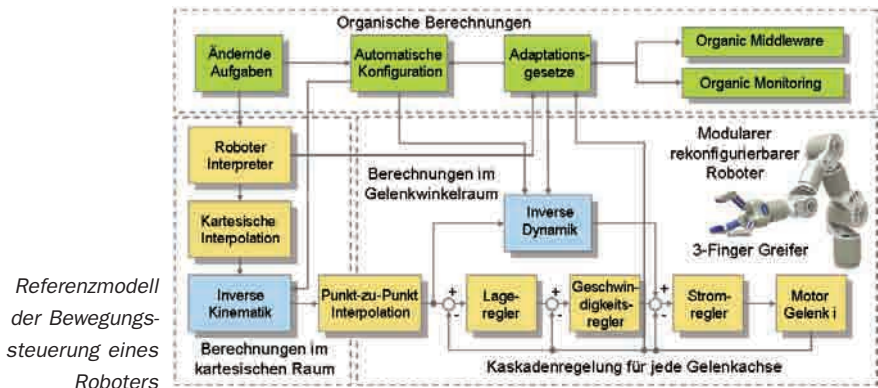
*Aluminiumrahmen  
im Ladungsträger*

### **Organic Robot Control**

*(M. Wenz, H. Wörn)*

Ziel des Projekts "Organic Robot Control" im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms "Organic Computing" ist es, den Vorgang der Entwicklung der Bewegungssteuerung von Robotern zu automatisieren, welcher bisher nur von menschlichen Experten und von Hand erledigt werden konnte. Die einzelnen Softwarekomponenten werden anhand einer Beschreibung der mechanischen Struktur eines Roboters zuerst erzeugt beziehungsweise konfiguriert und dann zu der Bewegungssteuerung zusammengesetzt.

Im Jahre 2007 wurde ein System entwickelt, mit dem anhand einer Beschreibung eines modularen rekonfigurierbaren Roboters mit Twist-Koordinaten das direkte und inverse kinematische Modell sowie die Jacobi-Matrix symbolisch generiert werden. Für die meisten seriellen Kinematiken dauert diese Herleitung nur wenige Sekunden. Zur Bestimmung der inversen Kinematik mit Twist-Koordinaten werden die Gleichungen der direkten Kinematik auf eine Menge von kanonischen Teilproblemen zurückgeführt. Die analytischen Lösungen dieser Teilprobleme wurden durch algebraische Umformungen und durch geometrische Überlegungen bestimmt. Mit diesen Teilproblemen erkennt das System auch, ob es sich um einen kinematisch redundanten Manipulator handelt, für den es keine geschlossene Lösung gibt. In diesem Fall wird eine iterative Näherungslösung angewendet.



## I-SWARM

(R. Estaña, M. Szymanski, L. Winkler, H. Wörn)

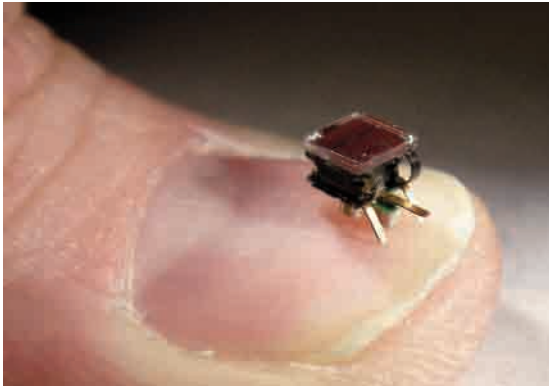
Ziel des EU-Projekts I-SWARM ist es, einen Roboterschwarm von bis zu 1000  $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$  großen Mikrorobotern mit Massenproduktionstechnologien herzustellen und Algorithmen, basierend auf Schwarmeffekten, erstmalig in der Robotik mit so großen Schwärmen zu implementieren und zu erforschen. Hierzu arbeiten Experten, koordiniert vom IPR, aus der Mikrorobotik, verteilten und adaptiven Systemen und selbstorganisierenden Schwarmsystemen in einem interdisziplinären Konsortium zusammen. Die I-SWARM-Roboter sind mit einem ASIC ausgestattet, der auf einem DW8051-Kern basiert. Solche selbstorganisierenden Schwärme können dann autonom agieren, beispielsweise in Inspektionsszenarien, in der Medizin, für Reinigungsaufgaben oder auch in der Erforschung schwer zugänglicher Bereiche, wie der Tiefsee oder dem Weltraum.

Das Jahr 2007 war ein sehr erfolgreiches Jahr für das I-SWARM-Projekt, besonders das öffentliche Interesse an dem Projekt war sehr groß. Mehrere bekannte Wissenschaftsformate des öffentlich-rechtlichen Fernsehens, wie Nano, Quarks & Co, Delta und hitec, griffen das Thema der Schwarmrobotik auf und interviewten Forscher aus dem I-SWARM-Projekt und zeigten dessen Forschungsergebnisse. Hier stand der am IPR innerhalb des I-

SWARM-Projektes mitentwickelte Schwarmroboter "Jasmine" zumeist im Vordergrund. Das IPR war an zwei Fernsehauftritten direkt beteiligt.

Zum Ende des Jahres 2007 standen alle Einzelteile des I-SWARM Roboters zur Verfügung und der Roboter wird Anfang 2008 zusammengebaut. Jegliche Software, die am IPR mit Hilfe der Jasmine Roboter entwickelt wurde, konnte auf den I-SWARM Roboter übertragen werden.

Fortschritte wurden auch auf dem Gebiet der Genetischen Programmierung (GP) gemacht. Die am IPR entwickelte GP-Software basiert auf der Verhaltensbeschreibungssprache MDL2e und ermöglicht in Zukunft, Programme mit Hilfe von GP automatisiert zu lernen und dann auf die Roboter zu übertragen.



*Die Abbildung zeigt einen nichtfunktionalen Prototyp des I-SWARM Roboters in Originalgröße. Die Solarzellen zur Versorgung des Roboters und die Beine als Antrieb des Roboters sind deutlich zu erkennen.*

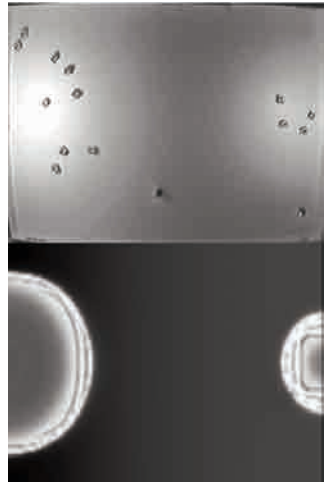
### **Dezentrale Aufgabenbearbeitung mittels Kooperation und Interaktion (GK 1194)**

*(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 der Aufgaben zu den Netzknoten aus der globalen Aufgabenstellung abgeleitet und durch kollektives Verhalten mit variablen Rollenverteilungen nachgebildet werden. Das sich ergebende Gesamtverhalten soll hinsichtlich Robustheit, Skalierbarkeit und Effizienz untersucht werden.

Im Jahr 2007 wurde ein zuvor entwickeltes raumzeitliches, analytisches Modell, das Vorhersagen über das Verhalten selbstorganisierter Multi-Agenten Systeme zulässt und auf physikalischen Methoden basiert, zu einem Framework ausgebaut. Auch die formale Herleitung des globalen Modells aus Verhaltensweisen der Individuen ist in bestimmten Fällen gelungen. Dieses Framework wurde für eine Vielzahl verschiedener Anwendungsszenarien gegen experimentelle Ergebnisse mit Mikrorobotern, Simulationen und andere Modelle verifiziert. Dabei konnte sowohl quantitative als auch, mit dem Vorteil viel geringeren Aufwandes in der Modellierung, qualitative Übereinstimmung erzielt werden.





Vergleich zwischen Experiment und Modellvorhersage  
 (oben: Mikroroboter aggregieren links und rechts,  
 unten: Aufenthaltswahrscheinlichkeiten gemäß des  
 Modells)

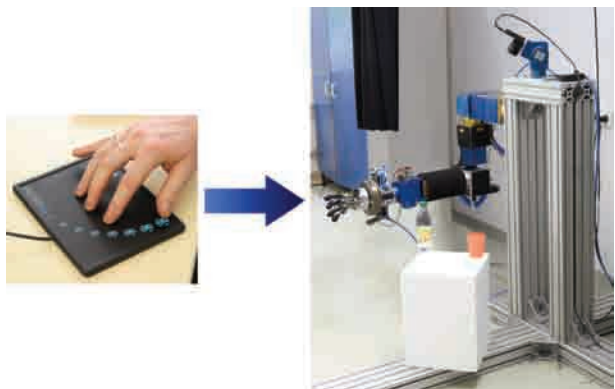
3

### Mensch-Roboter-Kooperation (SFB 588)

(A. Schmid, H. Wörn)

Ziel des Teilprojektes K2 innerhalb des SFB 588 ist es, Mechanismen zur Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) zu entwickeln.

Im Jahre 2007 wurde das im Vorjahr entwickelte Modul für proaktives Handeln in Betrieb genommen und mit dem inzwischen fertiggestellten Modul zur Intentionserkennung kombiniert. Somit können nun online menschliche Intentionen erkannt und mit Hilfe von vier Aktionsselektionsstrategien eine dazu passende Roboteraktion ausgewählt werden. 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. Damit wurde eine intuitive, nonverbale Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Verfügung gestellt.



Robotersteuerung mit  
 einer taktilen Sprache



Außerdem wurde eine taktile Sprache entworfen, die es ermöglicht, den Roboter über dessen künstliche Haut zu steuern. Die erkannten taktilen Symbole erlauben sowohl eine direkte relative Steuerung des Roboter-Endeffektors als auch abstrakte Kommandos wie “Stop” oder “Greife Objekt x mit Griff y”. Darüber hinaus sind die taktilen Symbole sehr ausdrucksstark, da von einem einzigen Fingerstrich viele Parameter wie Richtung, Winkel, Distanz, Geschwindigkeit und Kraft dekodiert werden können.

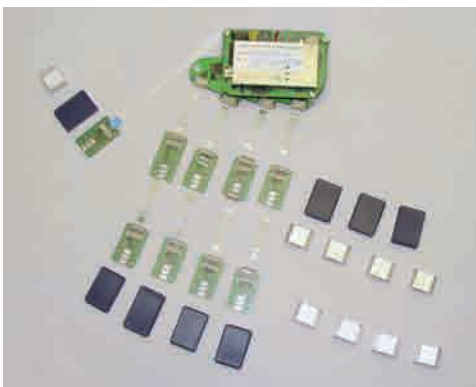
### **Sensitive Haut und haptische Sensoren zur Unterstützung der sicheren Mensch-Maschine-Kooperation (SFB 588)**

*(C. Burghart, 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 2007 wurde das in 2005 und 2006 entwickelte Konzept eines Hautsystems für den humanoiden Roboter ARMAR 3 umgesetzt und in den Roboter integriert.

Das Hardwarekonzept gewährleistet zum einen die Datenübertragung und Vorverarbeitung der taktilen Sensordaten unter Echtzeitbedingungen und zum anderen die Übertragung der kompletten Bildinformation der taktilen Sensoren. 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. Zur Verbesserung der gemessenen Kraftwerte wurde ein Hammerstein-Modell verwendet, dessen Parameter mit Hilfe von Messungen und Matlab identifiziert wurden. Diese Verbesserung der Kraftwerte ist essentiell für das in 2007 entworfene Baukastensystem taktiler Sensoren für eine anthropomorphe Fluidik-Hand. Mit Hilfe der Sensordaten und des Sensormodells wird es möglich sein, Gegenstände auf Basis von taktilen Sensordaten sicher zu greifen und zu explorieren. Dieses System wird Anfang 2008 in eine Fluidik-Hand des Forschungszentrums Karlsruhe integriert und evaluiert.



*Komponenten für ein taktilen Sensorsystem (Hand)*

## Innovative, flexible Leichtbaugreifsysteme (SFB 588)

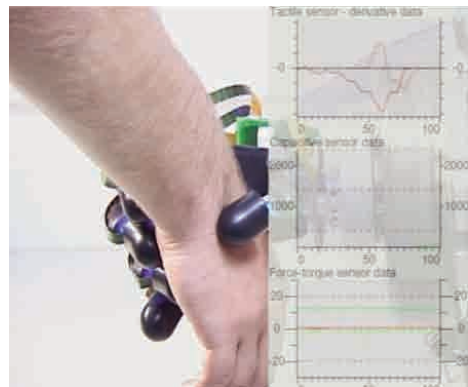
(N. Gorges, H. Wörn)

Das 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.

Im Jahre 2007 wurde verschiedene Ansätze zum Greifen und Tasten weitergehend untersucht und realisiert. Ein besonderes Augenmerk galt der Einbindung visueller Sensoren in den Greifprozess. Dazu gehört die Erstellung und Einbindung einer Objekt-Griff-Bibliothek, die für ein visuell erkanntes Objekt geeignete Griffkonstellationen liefert. Durch eine Koordination von Auge und Hand ist zudem neben dem taktil-reaktiven nun ein bildbasiertes Greifen möglich.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Untersuchung einer eng gekoppelten Mensch-Maschine-Interaktion, bei der ein Roboter den Menschen aktiv greift und führt. Eine Voraussetzung zur sicheren Interaktion mit dem Menschen ist hier ein Multisensorkonzept und die Berücksichtigung von Ausnahmebedingungen.

Als letzter Schwerpunkt wurde ein umfassendes Rahmenwerk für die haptische Exploration von Objekten entwickelt. Insbesondere wurde hier die Kombination aus Sensoren mit Oberflächen- und Tiefensensibilität analysiert. Als Evaluationsszenario wurde die reaktive Verfolgung von Konturen auf Basis haptischer Sensordaten untersucht.



Roboter greift Mensch

## 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 integrier-

ten taktilen 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 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.

Seit Anfang 2007 wurde am IPR begonnen, gemeinsam mit SCHUNK die zweite Generation der Hand zu entwickeln, welche bereits Anfang 2008 unter dem Markennamen "SDH" kommerziell vertrieben wird.



*IPR-SCHUNK-Hand*

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

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

**Braun, D.; Tchouhenkov, I.; Wörn, H.:** A Biological Oriented Measurement System for Haptic Testing. In: Proceedings of the 9th International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT '2007. CSIT '2007, Ufa, Russia, 13.-16.09.2007. Ufa, Russia, 2007, S. 245-250

**Burghart, C.; Holzapfel, H.; Haeussling, R.; Breuer, S.:** Coding Interaction Patterns between Human and Receptionist Robot. In: Proceedings of the 2007 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots. Humanoids07, Pittsburgh, PA, USA, 29.11.-01.12. 2007; siehe CD-ROM

**Burghart, C.; Mikut, R.; Holzapfel, H.:** Cognition-oriented Building Blocks of Future Benchmark Scenarios for Humanoid Home

Robots. In: Proceedings of the AAAI Workshop on Evaluation of Intelligent Systems. AAAI '07, Vancouver, Canada, 22.-26.07.2007. Menlo Park, California: AAAI Press, 2007, siehe CD-ROM

**Burgner, J.; Toma, M.; Vieira, V.; Eggers, G.; Raczkowsky, J.; Mühlhling, J.; Marmulla, R.; Wörn, H.:** System for robot assisted orthognathic surgery. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Proceedings of the 21st International Congress and Exhibition. Hrsg.: H. U. Lemke; M. W. Vannier. CARS 2007, Berlin, 27.-30.06.2007. S. 419-421

**Burgner, J.; Zhang, Y.; Eggers, G.; Raczkowsky, J.; Mühlhling, J.; Wörn, H.:** Semiautomatisches Ankopplungsverfahren für einen Assistenzroboter zur Repositionierung osteotomierter Knochenstücke bei orthognath-chirurgischen Eingriffen. In: Tagungsband der 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e.V.; Hrsg.: H. Wörn, U. Spetzger. CURAC 2007, Karlsruhe, 11.-13.10.2007. Berlin: Pro Business, 2007, S. 275-278

**Chen, S. J.; Hein, B.; Wörn, H.:** Swing attenuation of suspended objects transported by robot manipulator using acceleration compensation. In: Proceedings of the 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IROS 2007, San Diego, CA, USA, 29.10.-02.11.2007. S. 2919 - 2924

**Chen, S. J.; Hein, B.; Wörn, H.:** Using Acceleration Compensation to Reduce Liquid Surface Oscillation During a High Speed Transfer. In: Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Robotics and

Automation (ICRA). ICRA 2007, Rom, Italy, 10.-14.04.2007. S. 2951-2956

**Ciucci, M.; Kahrs, L. A.; Raczkowsky, J.; Wirtz, R.; De Mauro, A.; Wörn, H.:** Introduction to augmented reality in neuroendoscopy: from surgeons aid to 3D intraoperative models source. In: MIMOS electronic publications. MIMOS 2007, Rome, Italy, 06.-08.11.2007. siehe <http://www.mimos.it/>

**De Mauro, A.; Aschke, M.; Raczkowsky, J.; Wirtz, R.; Wörn, H.:** Mixed Reality System for Neurosurgery based on Operating Microscope. In: Tagungsband der 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e. V.; Hrsg.: Heinz Wörn, Uwe Spetzger. CURAC 2007, Karlsruhe, 11.-13.10.2007. Berlin: Pro Business, 2007, S. 29-32

**Graf, J.; Wörn, H.:** Oriented Median Filtering Preserving Significant Image Structures. In: Proceedings The 9th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. CSIT 2007, Ufa, Krasnousolsk, Health Resort, Russia, 13.-16.09.2007. S. 4-8, (Vol.2)

**Hamann, H.; Wörn, H.:** A Space- and Time-Continuous Model of Self-Organizing Robot Swarms for Design Support. In: First IEEE International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems. Boston, USA, 09.-11.07.2007. S. 23-31

**Hamann, H.; Wörn, H.:** Orientation in a Trail Network by Exploiting its Geometry for Swarm Robotics. In: IEEE Swarm Intelligence Symposium. Honolulu, USA, 01.-05.04.2007. S. 310-315

**Kahrs, L. A.; Mehrwald, M.; Knapp, F. B.; Werner, M.; Raczkowsky, J.; Hering, P.; Schipper, J.; Klenzner, T.; Wörn, H.:** Bildverarbeitungssystem für die Erkennung von Grenzflächen bei einer Cochleostomie. In: Tagungsband der 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie. Hrsg.: Wörn, H.; Spetzger, U.; 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC07), Karlsruhe, 11.-13.10.2007. Berlin: Pro BUSINESS GmbH, 2007, S. 69-71

**Kahrs, L. A.; Schönfelder, C.; Raczkowsky, J.; Wörn, H.:** Berücksichtigung der Pose von Markerschrauben bei der intraoperativen Registrierung in der roboterassistierten Chirurgie. In: Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin. Hrsg.: Tita, R.; Riener, R.; Buss, M.; Lüth, T. C.; 7. Workshop Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin (AUTOMED 2007), München, 19.-21.10.2007. Düsseldorf: VDI Verlag, 2007, S. 45-46, (Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 17 Biotechnik/Medizintechnik; 267)

**Kahrs, L. A.; Steiger, A.; Notheis, S.; Hein, B.; Raczkowsky, J.; Wörn, H.:** Miniaturized Laser Projector for Mixed Reality – Augmentation Scenarios for Medical and Industrial Robot Programming. In: Virtuelle und Erweiterte Realität. Hrsg.: Latoschik, M. E.; Fröhlich, B.; 4. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, Weimar, 15.07.2007. Aachen: Shaker, 2007, S. 93-100

**Notheis, S.; Hein, B.; Wörn, H.:** Modellbasierte Erweiterte Realität in der Industrierobotik mittels kostengünstiger Hardwarekomponenten. In: Virtuelle und Erweiterte Realität - 4. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR

(ISBN 978-3-8322-6367-6). Hrsg.: Marc Erich Latoschik, Bernd Fröhlich. Virtuelle und Erweiterte Realität - 4. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, Weimar, 15.07.2007. S. 169-180

**Riechmann, M.; Lohnstein, P. U.; Raczkowsky, J.; Klenzner, Th.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Ein probabilistisches dreidimensionales Computermodell des Felsenbeins. In: Tagungsband der 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e. V.; Hrsg.: Heinz Wörn und Uwe Spetzger. CURAC 2007, Karlsruhe, 11.-13.10.2007. Pro Business, 2007, S. 223-226, (1. Auflage)

**Riechmann, M.; Lohnstein, P.; Raczkowski, J.; Klenzner, T.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Minimal traumatic surgery on the lateral skull base. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Proceedings of the 21st International Congress and Exhibition. CARS 2007, Berlin, 27.-30.06.2007. S. 485-486

**Riechmann, M.; Papastathopoulos, E.; Körner, K.; Ngan, C. C.; Raczkowsky, J.; Knapp, F.; Klenzner, Th.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Eine konfokale Messsonde zur hochpräzisen navigierten Felsenbeinchirurgie. In: Tagungsband der 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e.V.; Hrsg.: Heinz Wörn und Uwe Spetzger. CURAC 2007, Karlsruhe, 11.-13.10.2007. Pro Business, 2007, S. 15-18, (Auflage: 1)

**Safronov, K.; Tchouchenkov, I.; Wörn, H.:** Optical Character Recognition Using Optimization Algorithms. In: Proceedings of the

9th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. CSIT 2007, Ufa, Krasnousolsk, Health Resort, Russia, 13.-16.09.2007. S. 85-89, (Vol.1)

**Schmid, A. J.; Hoffmann, M.; Wörn, H.:** A Tactile Language for Intuitive Human-Robot Communication. In: Proceedings of the 9th International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2007). Nagoya, Japan, 12.-15.11.2007. siehe CD-ROM

**Schmid, A. J.; Weede, O.; Wörn, H.:** Proactive Robot Task Selection Given a Human Intention Estimate. In: Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication 2007 (RO-MAN 2007). Jeju Island, Südkorea, 26.-29.08.2007. siehe CD-ROM

**Schönfelder, C.; Kahrs, L. A.; Stark, T.; Raskowsky, J.; Wörn, H.:** Calculation and visualization of trocar positions for abdominal minimally invasive surgery. In: Int J CARS (2007) 2 (Suppl 1). CARS 2007, Berlin, 27.-30.06.2007. S. 506

**Schönfelder, C.; Raskowsky, J.; Müller, B.; Gutt, C.; Wörn, H.:** A planning system for robot based abdominal minimally invasive surgery. In: Int J CARS (2007), Computer Assisted Radiology and Surgery. CARS 2007, Berlin, 27.-30.06.2007. S. 202-203

**Szymanski, M.; Wörn, H.:** JaMOS – A MDL2e based Operating System for Swarm Micro Robotics. In: IEEE Swarm Intelligence Symposium 2007. SIS 2007, Honolulu, Hawaii, 01.-05.04.2007. S. 324-331

**Wenz, M.; Wörn, H.:** Computing Symbolic-Algebraic Models of Industrial Manipulator Arms in a Fully Automatic Way. In: Proceedings of the 13th IASTED International Conference on Robotics and Applications (RA 2007). Hrsg.: Schilling, K.; Würzburg, Germany, 29.-31.08.2007. ACTA Press, 2007, S. 334-339

**Wenz, M.; Wörn, H.:** Automatische Konfiguration der Bewegungssteuerung von seriellen Kinematiken. In: Entwurf mechatronischer Systeme. Hrsg.: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W.; Trächtler, A.; Wallaschek, J.; 5. Paderborner Workshop, Paderborn, Germany, 22.-23.03.2007. HNI-Verlagsschriftenreihe, 2007, S. 57-68

**Wenz, M.; Wörn, H.:** Solving the Inverse Kinematics Problem Symbolically by Means of Knowledge-Based and Linear Algebra-Based Methods. In: Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2007). Patras, Greece, 25.-28.09.2007. IEEE Press, 2007, S. 1346-1353

**Wörn, H.; Estana, R.; Hamann, H.; Szymanski, M.:** From Micro to Nano and Swarm Robotics. In: Advances in Climbing and walking robots. Proceedings of 10th International Conference. CLAWAR 2007, Singapore, 16.-18.07. 2007. S. 15-24

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Hamann, H.; Wörn, H.:** Embodied Computation. In: Parallel Processing Letter, Band 17, Heft 3, 2007, S. 287-298

**Institut für Prozessrechentchnik, Automation  
und Robotik**

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. U. Brinkschulte
Sekretärin:	G. Ansorge
Wiss. Mitarbeiter:	M. Nickschas (F), M. Pacher, S. Schuster (F), A. von Renteln (F)

**Mikrorechnertechnologien  
für die Automatisierung**
**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, ITEC Karl, ITEC 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 mehrer 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 Selbstorganisation, Selbstkonfiguration und Selbstheilung 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. Das System schafft es, 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. Um diese Verteilung mit anderen Systemen zu vergleichen, wurden im Berichtsjahr 2007 Kriterien zur Bewertung der Güte der Taskverteilung definiert, die an ersten Beispielen erfolgreich evaluiert wurden. Zusätzlich wurden erste Untersuchungen zur Abschätzung des Kommunikationsaufkommens und des Overheads angestellt.

## **CAR-SoC 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 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 CAR-SoC-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 schlussendlich eine robuste, selbstkonfigurierende Anwendungsumgebung für das verteilte System zur Verfügung gestellt wird. Dabei ist die Echtzeitfähigkeit des Gesamtsystems ein wichtiger Aspekt. Als Anwendungsszenario für CAR-SoC soll die Automobilelektronik dienen. Während die Entwicklung der einzelnen Knoten in Augsburg stattfindet, wird die Middleware (genannt CARISMA) an der Universität Karlsruhe konzipiert und implementiert.

Im Berichtsjahr 2007 wurde, aufbauend auf den im Jahre 2006 geleisteten Vorarbeiten, das Konzept für die organischen Fähigkeiten der Middleware (basierend auf einem agentenbasierten, auktionen-gesteuerten Ansatz) weiter verfeinert. Auf der praktischen Seite wurde im ersten Halbjahr ein Simulator für die CAR-SoC-Knoten entwickelt, der für Implementierung und Evaluation der Middleware verwendet werden soll. Auf der konzeptionellen Seite wurde unter anderem die Zusammenarbeit zwischen der in Karlsruhe in Entwicklung befindlichen Middleware mit der in Augsburg entwickelten Systemsoftware konkretisiert; dabei ging es vor allem um die Zusammenarbeit von lokalem und globalem Organic Management. Die Ergebnisse flossen in einen mit Erfolg beschiedenen Antrag zur Verlängerung des Projektes um ein weiteres Jahr ein. Im zweiten Halbjahr wurde vor allem mit der Implementierung der eigentlichen Middleware fortgefahren. Im Jahr 2008 soll CARISMA weitgehend fertiggestellt und anhand von Beispiel-Szenarien die Funktionsweise des Organic Management evaluiert werden. Zudem ist geplant, die Middleware auf die tatsächliche CAR-SoC-Hardwareplattform zu portieren.

## **Fortführung der Arbeiten am SIMON-Projekt**

*(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 ver-



einfachen 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.

Im Berichtsjahr 2007 wurden Analysemethoden entwickelt, durch die die Ausführbarkeit einer Menge von Ausführungspfaden getestet werden kann. Außerdem wurden Strategien zum Scheduling solcher Pfade entwickelt und untersucht, die Randbedingungen wie Echtzeitanforderungen genügen sollen.

### **Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke” – Teilprojekt “Selbstorganisierende Middleware für Sensor-Aktor-Netzwerke”**

*(U. Brinkschulte, S. Schuster)*

Im Graduiertenkolleg 1194 werden grundlegende Fragestellungen im Zusammenhang mit Sensor-Aktor-Netzwerken (SAN) untersucht. Am Institut für Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik wird betrachtet, wie Software für Sensor-Aktor-Netzwerke entwickelt werden kann.

Untersuchungen des Jahres 2006 ergaben, dass beschränkte Ressourcen und ein hohes Maß an Dynamik zur Laufzeit eine einfache Übertragung traditioneller Entwicklungstechniken verteilter Anwendungen, wie den Einsatz von Middleware, unmöglich machen. Gerade im Bereich ubiquitärer Anwendungen ist die Wiederverwendung von einmal entwickelten Lösungen typischer Probleme notwendige Voraussetzung, um hohe Entwicklungsproduktivität, niedrige Kosten und damit eine große Verbreitung zu erreichen.

Modellgetriebene Verfahren sind ein alternativer Ansatz zur Softwareentwicklung, der durch Einbringen von in Modellen spezifiziertem Anwendungswissen ein Zuschneiden auf die konkrete Zielumgebung einer Anwendung und damit eine bessere Ausnutzung beschränkter Ressourcen ermöglicht. Ein solches Verfahren soll am IPR entwickelt werden.

Dafür werden Sprachen für die verschiedenen Modellierungsebenen benötigt, die die Anwendung auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau beschreiben. Des Weiteren werden Sprachen zur Beschreibung von Transformationen benötigt. Die Entwicklung einer Sprache zur Anwendungsmodellierung war Forschungsschwerpunkt im Jahr 2007. Verschiedene existierende Sprachen zur Beschreibung von reaktivem Verhalten wurden daraufhin unter-

sucht, wie gut sie sich für die Anwendungsdomäne ubiquitärer Anwendungen und für die Ausführung automatischer Transformationen eignen. Letzter Punkt stellt eine schwierige Anforderung dar, denn meist sind solche Sprachen auf ein bestimmtes Abstraktionsniveau ausgelegt. Es müssten also mehrere Sprachen verwendet werden. Die oftmals fehlende formale Beschreibung der Sprachsemantik macht die Entwicklung korrekter Transformationen schwierig.

Abstract State Machines (ASM) sind ein Formalismus, der eine Beschreibung beliebigen Verhaltens und verschiedenem Abstraktionsniveau gestattet. Mit der ASM Refinement Method existiert ein Softwareentwicklungsmodell, das auf systematischen Verfeinerungen eines abstrakten Anwendungsmodells (einer ASM) basiert.

Am IPR wurde im Berichtsjahr 2007 ein Konzept entwickelt, wie ASM zur Beschreibung von reaktivem Verhalten ubiquitärer Anwendungen eingesetzt und wie durch eine Automatisierung von ASM Refinements in Transformationen ein modellgetriebener Ansatz umgesetzt werden kann. Dieses Konzept wurde beim SEUS-Workshop der ISORC-Konferenz vorgestellt.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Brinkschulte, U.; Ungerer, T.:** Mikrocontroller und Mikroprozessoren. 2. Auflage Heidelberg: Springer-Verlag, 2007

State Machines. In: 5th IFIP Workshop on Software Technologies for Future Embedded & Ubiquitous Systems. SEUS 2007, Santorin, Griechenland, 07.-09.05.2007

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

**Brinkschulte, U.; Pacher, M.; von Renteln, A.:** Towards an Artificial Hormone System for Self-Organizing Real-Time Task Allocation. In: 5th IFIP Workshop on Software Technologies for Future Embedded & Ubiquitous Systems. SEUS 2007, Santorin, Griechenland, 07.-09.05.2007

**Nickschas, M.; Brinkschulte, U.:** Using Multi-Agent Principles for Implementing an Organic Real-Time Middleware. In: 10th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Computing. ISORC 2007, Santorin, Griechenland, 07.-09.05.2007

**Brinkschulte, U.; Schuster, S.:** Model-Driven Development of Ubiquitous Applications for Sensor-Actuator-Networks with Abstract

**von Renteln, A.; Brinkschulte, U.; Pacher, M.:** Reliability of an Artificial Hormone System with Self-X Properties. In: PDCS 2007 -The 19th IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems. PDCS 2007, Cambridge, Mass., USA, 19.-21.11.2007

## 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 zurzeit in mehreren Forschungsprojekten berücksichtigt, die sich etwa mit der detaillierten Analyse und Messung von Peer-to-Peer-Netzen und Overlay-Netzen befassen oder die den Einsatz solcher selbstorganisierender Netze im Rahmen der Internetökonomie für die Unterstützung elektronischer Märkte untersuchen.

Die Integration immer kleinerer Geräte in Kommunikationsumgebungen wird ebenfalls in mehreren Forschungsprojekten untersucht. Ambient Technologies und ubiquitäre Informationstechnologien seien in diesem Zusammenhang als Stichworte genannt sowie die zunehmend populären Sensornetze. Auch Fragestellungen der Netzsicherheit werden betrachtet, u. a. im Hinblick auf Implementierungsaspekte oder bezüglich der Integration mit der Mobilkommunikation und mobilen Ad-hoc-Netzen.

Das Management von Technologien und Informationsdienstleistungen moderner Kommunikationsnetze wird ebenfalls thematisiert. Auf serviceorientierte Architekturen (SOA) konzentrieren sich die Arbeiten zu Konzepten und Techniken von Internet-Systemen und Web-Applikationen. Es wird u. a. untersucht, wie mittels einer SOA Geschäftsprozesse qualitätsgesichert unterstützt werden 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. S. Abeck  
Tel. 608-6391  
abeck@cm-tm.uka.de

Prof. Dr. H. Hartenstein  
Tel. 608-8104  
hannes.hartenstein@  
rz.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Juling  
Tel. 608-3158  
Juling@rz.uni-karlsruhe.de

Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult.  
G. Krüger  
Tel. 608-3835  
krueger@tm.uka.de

Prof. Dr. M. Zitterbart  
Tel. 608-6400  
zit@tm.uka.de  
(Sprecherin)

## Forschungsbereich

## Institut für Telematik

**Hochleistungs-  
kommunikation und  
Multimediale  
Anwendungen**

Leiterin:	Prof. Dr. M. Zitterbart
Sekretariat:	A. Natzberg, D. Wagner (ab 12.04.2007)
Wiss. Assistent:	Dr. R. Bless
Wiss. Mitarbeiter:	I. Baumgart (F), P. Baumung (F), Dr. E.-O. Blaß, , M. Conrad (F), M. Doll (F, bis 31.10.2007), T. Gamer, B. Heep (F), H.-J. Hof (bis 15.12.2007), B. Hurler, C. Hübsch (F), S. Krause (F), A. Kuntz (F), S. Mies (F), M. Röhricht (F, ab 15.09.2007), C. Sorge (F, ab 01.05.2007), S. Stefanov (F, bis 31.07.2007), L. Völker, Dr. O. Waldhorst (F), U. Walter (bis 30.11.2007), J. Wilke (F, ab 01.10.2007)
Verwaltungsangestellte:	D. Weber
Programmierer:	G. Mussgnug
Techn. Mitarbeiter:	D. Meier, F. Winter
Stipendiaten:	C. Sorge, C. Vogt (bis 31.03.2007)

### Anomalie-basierte Angriffserkennung in Hochgeschwindigkeitsnetzen

(T. Gamer)

Angriffe im Internet, beispielsweise die Ausbreitung eines Wurms oder die Ausnutzung einer Sicherheitslücke zur Erstellung größerer Botnetze, gehören mittlerweile für viele Nutzer zum Alltag. DDoS-Angriffe auf staatliche oder gewerbliche Seiten, die zum vorübergehenden Ausfall einer Webseite oder eines Dienstes führen, können außerdem schnell immense wirtschaftliche Schäden verursachen. Die Erkennung solcher Angriffe wird derzeit noch vorrangig am Rand des Netzes, d. h. beim Opfer des Angriffs, durchgeführt. Meist werden außerdem signaturbasierte Systeme zur Erkennung der Angriffe eingesetzt.

Am Institut für Telematik wurde ein Erkennungssystem entwickelt, welches anomaliebasiert arbeitet und daher auch bisher unbekannte oder protokollkonforme Angriffe erkennen kann. Bei der Konzeption des Systems wurde außerdem auf einen geringen Ressourcenverbrauch geachtet, um einen Einsatz im Netzinneren – und dadurch eine frühere Erkennung und einen besseren Schutz von Opfer und Netz – zu realisieren. Dies wird durch einen hierarchischen Aufbau und die Anwendung einer schrittweisen Verfeinerung möglich. Im Verlauf dieses Jahres wurde an der Entwicklung eines Frameworks zur anomaliebasierten Angriffserkennung gearbeitet, welches nicht nur die Integration des bestehenden Systems, sondern darüber hinaus eine einfache Erweiterbarkeit gewährleistet. Das zu entwickelnde Framework soll des Weiteren in unterschiedlichen Umgebungen einsetzbar sein,

d. h. sowohl in realen Systemen wie auch in Netzwerksimulatoren. Das bestehende System, welches bisher nur auf lokalen Informationen arbeitete, wurde außerdem um einen Wissensaustausch zwischen verschiedenen Detektionsinstanzen erweitert. Dabei wurde darauf Rücksicht genommen, dass zwischen Systemen unterschiedlicher Domänen keine feste Vertrauensbeziehung bestehen muss und daher die erhaltenen Informationen in jedem Fall lokal verifiziert werden [GaSS07]. Weitere Entwicklungen im Bereich der Identifikation von Angriffen sowie der Visualisierung des Systemzustands sind bereits in Arbeit.

### **Auto-Configuration for Communication Security**

*(L. Völker)*

Ziel des Projekts “Auto-Configuration for Communication Security” (ACCS) ist es, Nutzern den korrekten Einsatz von Sicherheitsmaßnahmen und -protokollen zu erleichtern. Zwar sind Ansätze zum Erbringen von Sicherheit im Internet vorhanden – zum Beispiel E-Mail-Verschlüsselung und der Schutz von Transportverbindungen. Untersuchungen zeigen aber, dass Nutzer dennoch nur sehr selten diese Möglichkeiten einsetzen. Das Ziel von ACCS ist es, den Aufwand des Anwenders für das Erreichen von Sicherheit auf ein Minimum zu reduzieren, indem möglichst viele Entscheidungen automatisch getroffen werden. Auch unbedarfte Nutzer sollen so von aktuellen und zukünftigen Sicherheitslösungen profitieren können. Erste Ergebnisse und Ansätze wurden bereits beim Treffen der ITG-Fachgruppe 5.2.2 “Sicherheit in Netzen” vorgestellt.

### **DFG-Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”**

*(A. Kuntz)*

Das DFG-Graduiertenkolleg 1194 beschäftigt sich mit der Erforschung grundlegender Fragestellungen im Bereich der selbstorganisierenden Sensor-Aktor-Netzwerke. Dabei werden Aspekte der Hardware/Software-Systemintegration, der Informationsverarbeitung sowie der Kommunikation betrachtet.

Am Institut für Telematik werden insbesondere für drahtlose Sensornetze geeignete Kommunikationsparadigmen untersucht. Besondere Aufmerksamkeit gilt dem Konzept der Dienstorientierung, welches die für Sensornetze in besonderem Maße notwendigen Eigenschaften der Selbstorganisation und Rekonfigurierbarkeit zu unterstützen im Stande ist. Insbesondere wird der Einfluss der Dienstorientierung auf Basismechanismen der Kommunikation untersucht, wodurch u. a. Transparenz gegenüber Dynamik erreicht werden kann. Im Gegensatz zur klassischen, auf Knotenidentifikatoren beruhenden Adressierung, bildet ServiceCast die Adressierung des Kommunikationspartners auf Dienste ab und bildet so einen Mittelweg zwischen entitäts- und inhaltsbasierter Adressierung.

### **DSMC – Diffserv Multicast**

*(M. Doll)*

Kann Zugangs- und Nutzungskontrolle bei Unicast allein durch die Überwachung des Verkehrs am Netzeingang unter Berücksichtigung der im Paket vermerkten Zieladresse

durchgeführt werden, muss bei Multicast zusätzlich die Vervielfältigung von Paketen im Netzinneren mit einbezogen werden. Das Verfahren DSMC erweitert die Multicastweiterleitungsfunktion in den netzinternen Knoten (Routern) und definiert eine zugehörige Signalisierung zwischen Routern und Dienstgütemanagement, so dass dieses die Ressourcennutzung von Multicast im Netzinneren kontrollieren und Dienstgüte für Gruppenkommunikation bereitstellen kann. Die Signalisierung von DSMC ist unabhängig vom eingesetzten Multicastrooutingprotokoll und das Verfahren für alle derzeit standardisierten Multicastrooutingprotokolle nutzbar.

Die praktische Umsetzbarkeit wurde mit einer prototypischen Implementierung für XORP (eXtensible Open Router Platform) unter FreeBSD nachgewiesen. Sie bestätigt die geringen, an der performancekritischen Weiterleitungsfunktion vorzunehmenden Modifikationen. Zudem hat eine Untersuchung der Multicastpfadlängen an generierten, für das Internet typischen Netztopologien gezeigt, dass die Signalisierung von DSMC je nach Größe eines Netzes die Belastung des Dienstgütemanagements um das 2 bis 5fache senken kann, verglichen mit dem beim Netzwerkmanagement üblichen Vorgehen, jeden Router separat für sich signalisieren zu lassen.

### **Dienstorientierte und sichere Sensornetze**

*(E.-O. Blaß, H.-J. Hof, B. Hurler, A. Kuntz, J. Wilke)*

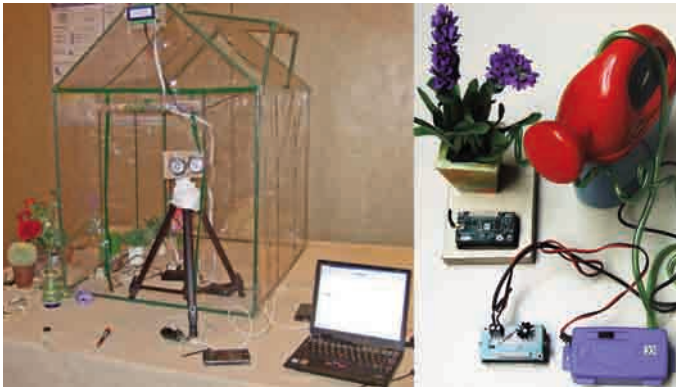
Im Projekt "Sensornetze" werden Netze aus intelligenten Kleinstcomputern (Sensor-knoten) untersucht. Dabei müssen die speziellen Eigenschaften von Sensornetzen (Geräte mit wenig Speicher und niederer Taktung sowie niederen Bandbreiten und begrenztem Energievorrat) berücksichtigt werden. Gängige Anwendungsszenarien umfassen unter anderem Assisted-Living, Logistik oder die Überwachung von Grenzen. Ziel des Projektes ist die sichere Bereitstellung ubiquitärer Dienste im Netzwerk [BFFG07].

Dafür wurde eine dienstorientierte Architektur entwickelt, deren Aufteilung von Sensor-netzanwendungen in atomare Dienste eine flexible und dynamisch optimierte, verteilte Ausführung im Sensornetz ermöglicht. Mit SCAN (Secure Content Addressable Networks) wurde ein Overlay entwickelt, um Dienstbeschreibungen verteilt in einem Sensornetz abzu-speichern. Beide dienstorientierte Konzepte wurden in einem realen Sensornetz implemen-tiert und als Demonstrator "Intelligentes Gewächshaus" vorgeführt.

Weitere Untersuchungen bezogen sich auf die Auswirkungen von Datenaggregation auf die Sicherheit in Sensornetzen. In Gegenwart "korrumpierter" Sensorknoten können im Sensornetz Sicherheitsanforderungen im klassischen Sinn nicht mehr garantiert werden. Statt dessen sind, aufgrund der beschränkten Energieressourcen, in Sensornetzen häufig nur noch Abwägungen zwischen abgeschwächter Sicherheit und Energieverbrauch möglich. Je siche-rer Daten im Netz transportiert werden müssen, desto mehr Energie ist dafür aufzuwenden [Blass07].

Im Dezember des Jahres startete mit "FleGSens" ein neues, vom Bundesamt für Sicher-heit in der Informationstechnik (BSI) gefördertes Projekt. In diesem Forschungsprojekt, an dem die Universitäten Karlsruhe und Lübeck, sowie die Firma Coalesenses aus Lübeck

beteiligt sind, werden die Einsatzmöglichkeiten von Sensornetzen zur Überwachung von Grenzen und Liegenschaften untersucht. Das Karlsruher Team wird dabei Protokolle entwickeln, die dem Schutz des Netzes vor Angreifern dienen, die unbemerkt die Grenze übertreten wollen.



*Der Sensornetz-Demonstrator "Intelligentes Gewächshaus" auf der MobiSys 2007*

### **Effizienter Betrieb von Next Generation Networks**

*(U. Walter)*

Die Zielsetzung dieser Forschungsarbeiten bestand in der Bereitstellung einer Netzarchitektur, die es Betreibern ermöglicht, garantierte Dienstgüten effizient und robust zu erbringen. Insbesondere zählte hierzu die Entwicklung eines Management-Systems, das zur Aufgabe hat, das Netz in einem möglichst optimalen Betriebszustand zu halten. Dieses System kann die Verkehrsverteilung innerhalb des Netzes, sowie die in das Netz eingelassenen Verkehrsmengen dynamisch auf die aktuelle Situation anpassen. Durch hierbei vorgenommene Optimierungen in Kombination mit der Antizipierung von Fehlerfällen lassen sich die vorhandenen Übertragungsressourcen effizient nutzen und der Netzbetrieb zugleich robust gestalten [Walt07].



*Das ITM-Netzwerk-Testbett*

Der Forschungsschwerpunkt im Jahr 2007 lag in der Evaluierung der entwickelten Mechanismen in Simulationen und im praktischen Testbett-Einsatz.

### **Graduiertenkolleg IME**

*(D. Dudek, C. Sorge)*

Auch im Jahr 2007 wurde die Zusammenarbeit des Instituts für Telematik mit dem Zentrum für angewandte Rechtswissenschaften im Rahmen des interdisziplinären Graduiertenkolleg IME (Information Management & Market Engineering) fortgesetzt. Mit der Promotion von Christoph Sorge, der im Rahmen seines Dissertationsprojekts “Selbstorganisierende Empfehlungssysteme im Internet – eine interdisziplinäre Betrachtung zwischen Technik und Recht” untersuchte, wie Technik und Recht zusammenwirken können, um datenschutzrechtlichen Anforderungen an ein Peer-to-Peer-basiertes Empfehlungssystem gerecht zu werden, konnte damit im vergangenen Jahr ein großer Erfolg erzielt werden. Zu den besonders relevanten Veröffentlichungen des Jahres 2007 zählten der Konferenzbeitrag [Sorg07a] sowie der Artikel [Sorg07b], welcher in der juristischen Fachzeitschrift DuD (Datenschutz und Datensicherheit) erschien. Beide beschäftigen sich mit der rechtlichen Einordnung Peer-to-Peer-basierter Dienste im Allgemeinen als Telemedien und mit den damit verbundenen datenschutzrechtlichen Konsequenzen.

Ebenfalls mit Aspekten des Datenschutzrechts wird sich das Dissertationsprojekt von Denise Dudek auseinandersetzen, die sich im Rahmen des Graduiertenkollegs IME am Institut für Telematik mit Sicherheitsfragen in heterogenen Sensornetzen befasst – von besonderer Bedeutung sind aus interdisziplinärer Perspektive Anwendungsfälle, in denen durch das Sensornetz sensible Daten erfasst und übermittelt werden. Dies kann zum Beispiel ein Sensornetzgestütztes Gesundheitssystem (e-Health) sein; denkbar sind aber auch Systeme, mittels derer komplexe wirtschaftliche Vorgänge – wie etwa in der Logistik – unterstützt werden.

### **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 Internetzugangs 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 wurden die Standards daher weiterentwickelt und optimiert. Ziel war eine effiziente und sichere Mobilitätsunterstützung ohne mobilitätsspezifische Unterstützung am Internetzugang.

Entworfenene 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 [VoAr07]. Das Projekt wurde 2007 abgeschlossen [Vogt07].

### **KAI - Kommunikation mittels autonomer Infrastrukturen**

*(M. Conrad, O. Waldhorst)*

Die Aufgabe des Projektes “Kommunikation über autonome Infrastrukturen” (KAI) ist die Bereitstellung eines sicheren und vertraulichen Kommunikationssystems im Katastrophenfall. Als Ausgangsszenario wird angenommen, dass durch ein lokales Ereignis die komplette unternehmenseigene Kommunikationsinfrastruktur ausfällt und deswegen auch nicht mehr zur weiteren Koordination zur Verfügung steht. Daher soll im Rahmen des KAI-Projektes untersucht werden, wie eine sichere und vertrauliche Kommunikationsstruktur mit Hilfe des Internets aufgebaut werden kann. Eines der Hauptprobleme dabei ist das Auffinden von Kommunikationspartnern ohne eigene Infrastruktur, an der sich alle vorhandenen Kommunikationspartner anmelden können. Einer der möglichen Ansätze sieht den Einsatz öffentlicher P2P-Netzwerke zum Auffinden anderer Kommunikationspartner vor. Das Projekt KAI wird in Zusammenarbeit mit J. Dinger und Prof. Hartenstein vom Forschungsbereich “Dezentrale Systeme und Netzdienste” bearbeitet.

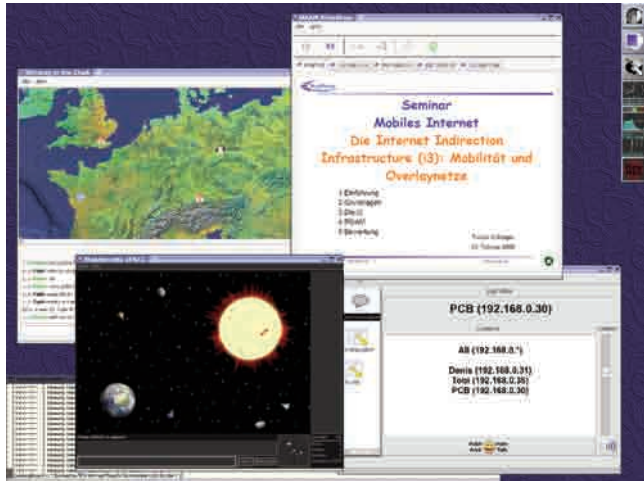
### **MAMAS: Mobilitätsbewusster Multicast für Ad-hoc-Lerngruppen in Selbstorganisierenden Netzen**

*(P. Baumung)*

Das innerhalb des DFG-Schwerpunktprogramms 1140 geförderte Projekt MAMAS beschäftigt sich mit der Konzeption eines Endsystem-basierten Gruppenkommunikationsdienstes für drahtlose Ad-hoc-Netze. Um in diesem hoch-dynamischen Umfeld eine möglichst große Vielfalt von Anwendungen zu unterstützen, wird von dem Dienst, insbesondere im Hinblick auf seine Konfigurierbarkeit, ein hohes Maß an Flexibilität gefordert.

Die zur modularen Dienstkomposition innerhalb des Projekts konzipierte MAAM-Architektur (die “Modular Architecture for Application-Layer Multicast”) wurde in diesem Jahr einerseits zur Entwicklung realer Anwendungen genutzt: Hierbei entstand insbesondere eine Präsentations-, eine Chat- und eine Voice-over-IP-Anwendung sowie ein Echtzeit-basiertes Mehrbenutzerspiel (vgl. Bild). Diese konnten auf der MobiSys 2007 erfolgreich vorgeführt werden. Andererseits wurde mit der Entwicklung neuer Protokoll- und Architekturkomponenten begonnen. Diese umfassen eine generische Gruppenmitgliedsausfalls-erkennung sowie ein mit der Gruppenmitgliedszahl skalierbares Transportprotokoll zur zuverlässigen Datenübertragung.

Anwendungen auf Basis des im MAMAS-Projekt entwickelten Peer-to-Peer-basierten Gruppenkommunikationsdienstes



## Netzübergreifende QoS-Steuerung für Netze der nächsten Generation

(R. Bless, M. Röhrich, S. Stefanov)

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts ScaleNet entwirft und entwickelt das ITM Lösungen für die Deutsche Telekom zur IP-basierten Steuerung von Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) innerhalb heterogener Netze. Im Kontext der im ScaleNet-Projekt angestrebten Netzkonvergenz von Mobil- und Festnetzen wird untersucht, wie über verschiedene Netztechnologien hinweg garantierte Dienstgüte bedarfsgerecht bereitgestellt werden kann. Hierfür ist eine gesicherte und dynamische Zugangskontrolle mittels Signalisierungsmechanismen nötig.

Im Berichtsjahr wurden Mechanismen zur QoS-Signalisierung konzipiert und entwickelt. 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. Die sich derzeit in Entwicklung befindlichen Standards zur Dienstgütesignalisierung der "Next Steps in Signaling" (NSIS) Arbeitsgruppe der IETF stellen eine Basis des Lösungskonzepts dar. Am ITM lag der Fokus auf der Spezifikation verschiedener Erweiterungen [BIDo07, Bles07], u. a. zur Mobilitätsunterstützung und zur Verfügung zu stellenden AAA-Funktionalität für eine sichere Dienstgütenutzung. Um eine möglichst nahtlose Mobilität bei gleichzeitiger Dienstgüteunterstützung zu erreichen, wurde ein Konzept zu einem vorbereiteten Wechsel des Netzzugangspunktes (Anticipated Handover) entwickelt. Gleichmaßen wurden Erweiterungen für eine sichere Dienstgütesignalisierung formuliert.

## Quality-of-Service-Signalisierung

(R. Bless)

Die Signalisierung von Dienstgüteanforderungen (Quality-of-Service, QoS) ist ein wichtiger Bestandteil zur Realisierung der so genannten Next Generation Networks, die derzeiti-

ge Telekommunikationsinfrastrukturen ablösen sollen. Diese zukünftigen Netze basieren weitgehend auf Internet-Technologien, die jedoch Mechanismen benötigen, damit eine ausreichende Dienstgüte zugesichert werden kann, beispielsweise um Internet-Telefonie mit garantierter Sprachqualität bieten zu können. Innerhalb der "Next Steps in Signaling"-Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force (IETF) trug das Institut zu aktuellen Standardisierungsarbeiten im Internet für solche Signalisierungsprotokolle wesentlich bei [BIDo07]. Die Forschungsgruppe von Prof. Zitterbart richtete vom 9.5.-11.5.2007 den 3. Internationalen Interoperabilitätstest für die neue Generation der Signalisierungsprotokolle aus. Wissenschaftler und Protokollentwickler aus drei Ländern (s. Abbildung) testeten drei Tage lang neuartige Kommunikationsprotokolle, die zukünftig dafür sorgen, dass sich verschiedene Netzbetreiber bezüglich der Dienstgüte problemlos absprechen können und somit Daten- bzw. Qualitätsverluste vermieden werden.

Weitere Informationen unter: <http://www.presse.uni-karlsruhe.de/7328.php> und <https://projekte.tm.uni-karlsruhe.de/trac/NSIS/wiki/Interop-20070509>



*Der 3. Internationale Interoperabilitätstest für NSIS*

## **Routing und Sicherheit in WLAN Meshes**

*(T. Gamer)*

Aufgrund ihrer flexiblen Einsetzbarkeit, ihrer einfachen Einrichtung und Administration sowie der Unterstützung von Mobilität eignen sich drahtlose Meshnetze hervorragend für den Einsatz im Heimbereich oder in Büroumgebungen. Meshnetze, welche derzeit im Rahmen der IEEE 802.11-Netze standardisiert werden, bestehen aus vielen miteinander interagierenden Knoten und ähneln dem Aufbau eines Ad-hoc-Netzes. Meshnetze realisieren die Weiterleitung von Paketen jedoch auf MAC-Schicht und können zusätzlich einige Infrastrukturknoten besitzen, welche den Übergang in andere Netze realisieren.

Das RoSe-Projekt mit einer Laufzeit von 2,25 Jahren begann Mitte 2005 in Zusammenarbeit mit der Siemens AG und der TU München. Im Verlauf des Projektes wurde ein Routingprotokoll, welches die speziellen Eigenschaften von Meshnetzen berücksichtigt, ent-

worfen, implementiert und auf seine Tauglichkeit im Hinblick auf Echtzeitprotokolle wie Voice-over-IP evaluiert. Im zweiten Teil des Projektes wurde vor allem auf Sicherheitsmechanismen für Meshnetze eingegangen. Dabei wurde im Anschluss an die Analyse einer Integration bestehender Mechanismen, wie z. B. IEEE 802.11i, ein Verfahren zur Erhöhung des Sicherheitsniveaus in Meshnetzen entworfen, in die bestehende Implementierung integriert und evaluiert. Die Idee dieses Verfahrens ist, durch die Einführung von Vertrauensstufen eine feingranulare Differenzierung zwischen am Meshnetz teilnehmenden Knoten zu ermöglichen und dadurch bestimmte Angriffe zu unterbinden.

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

*(M. Conrad, O. Waldhorst)*

Im Rahmen des Projektes SESAM wurde eine Internet-gestützte Marktplattform entwickelt, die es Stromverbrauchern, z. B. Privathaushalten und Unternehmen, und Stromerzeugern, z. B. den Betreibern von Brennstoffzellen und Solaranlagen, ermöglicht, Strom zu kaufen bzw. zu verkaufen. Die Marktplattform ist dabei dezentral organisiert, d. h. es gibt keinen zentralen Betreiber, wie man ihn z. B. von Ebay kennt. Am Institut für Telematik wurden durch diese Dezentralität entstehende Kommunikations-, Sicherheits- und Vertrauensfragen behandelt, während an den übrigen am Projekt beteiligten Instituten ökonomische und rechtliche Fragen im Mittelpunkt standen.

Das Jahr 2007 war für SESAM das 4. und letzte Projektjahr, in dem insbesondere Prototypimplementierungen der entwickelten Verfahren und deren Evaluation auf einem verteilten Testbett vorangetrieben wurden. Das Projekt rief in diesem Jahr außerdem ein großes Medieninteresse hervor. So fand es Erwähnung im Buch "100 Produkte der Zukunft" und in "Zeit-Wissen". Zusätzlich wurde ein Beitrag für "3Sat Nano" produziert, der voraussichtlich im Januar 2008 gesendet wird.

Insgesamt konnte durch SESAM erfolgreich demonstriert werden, dass durch den gezielten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien ein wertvoller Beitrag zur effizienten und ökonomisch sinnvollen Nutzung von Energie geleistet werden kann. Die Projektergebnisse sollen nun im Rahmen von möglichen Nachfolgeprojekten in die Praxis transportiert werden.

### **ScaleNet – Das Netz der Zukunft**

*(I. Baumgart, B. Heep, S. Krause)*

Im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojektes "ScaleNet" beschäftigt sich das Institut für Telematik mit der Entwicklung von Overlaytechnologien für Kommunikationsnetze der nächsten Generation. Im besonderen Fokus stehen die Anwendungsszenarien "Dezentrales Voice over IP" und "P2P-Technologien für Massively Multiplayer Online Games und Virtuelle Welten".

Das Thema dezentrales VoIP wird zurzeit in der Standardisierungsorganisation IETF unter Beteiligung des ITM intensiv diskutiert. Im Rahmen von ScaleNet ist dabei eine VoIP-

Lösung entstanden (siehe Abbildung), die vollständig ohne zentrale Infrastrukturkomponenten auskommt [Baum07]. Ein wesentlicher Beitrag stellt insbesondere der Entwurf von Sicherheitsmechanismen für solche Netze dar [BaMi07].

Bei Overlayprotokollen für Virtuelle Welten ist die latenzminimale Zustellung von Ereignisnachrichten an Spieler eine Herausforderung. Hierbei muss auch auf das “Interest Management” geachtet werden: Um die Nachrichtenzahl zu minimieren, sollten die Nachrichten nur an die Teilnehmer geschickt werden, die auch an dem jeweiligen Ereignis interessiert sind. Dabei darf jedoch auch die Stabilität nicht zu kurz kommen: Das Overlayprotokoll VAST zeichnet sich beispielsweise durch gute Latenzen aus, unsere Untersuchungen zeigten jedoch, dass das Protokoll in bestimmten Situationen zu Nachrichtenverlusten neigt [BaKr07]. Auf Basis der im Laufe der Untersuchungen gewonnenen Kenntnisse werden nun neue Protokolle entwickelt, die diese Probleme lösen sollen.

Der im Rahmen des Projektes entwickelte Overlaysimulator OverSim [BaHK07] wurde um viele neue Funktionen erweitert und in neuer Version veröffentlicht. Durch seine Modularität und Flexibilität lässt er sich an viele verschiedene Protokolle und Szenarien anpassen, so dass alle Evaluationen im Rahmen des Projektes mit OverSim durchgeführt werden konnten. Auch in anderen Projekten werden die Vorteile von OverSim geschätzt, so dass er mittlerweile international eingesetzt wird.



*Der ScaleNet-Demonstrator  
“Dezentrales VoIP  
mit P2PSIP”*

### **SpoVNet – Spontane Virtuelle Netze**

*(R. Bless, H.-J. Hof, C. Hübsch, S. Mies, O. Waldhorst)*

Ziel von SpoVNet ist die spontane Bereitstellung anwendungs- und netzorientierter Dienste in heterogenen Kommunikationssystemen. Das ITM befasst sich in diesem Rahmen mit der Bereitstellung Overlay-basierter Verteilmechanismen für gruppenbasierte Kommunikation sowie mit der Möglichkeit der nahtlosen Migration der Architektur hin zu zukünftigen

Netztechniken und Mechanismen. Hierzu wird von Aspekten des Netzes gezielt abstrahiert, um kommende Technologien transparent adaptieren zu können. Des Weiteren übernimmt das ITM die Projektkoordination.

Im zurückliegenden Jahr konnte die Konzeption der Systemarchitektur und damit das Teilprojekt 0 (Integration) weitestgehend abgeschlossen sowie bei der ersten Beiratsbegehung am 10. Oktober in Karlsruhe erfolgreich vorgestellt werden. Zudem wurde in mehreren "Short Term Scientific Missions" der wissenschaftliche Austausch zwischen den Teilprojekten durch intensivierte Zusammenarbeit gefördert. Im Rahmen des Workshops "Visions of Future Generation Networks" wurde das Paper "SpoVNet: An Architecture for Supporting Future Internet Applications" [WBHM07] und mit ihm zum ersten Mal das Projekt einer externen wissenschaftlichen Zuhörerschaft präsentiert.

### **Young Investigator Group CoMoGriP - Beherrschbarkeit von Heterogenität und Dynamik in mobilen Grid- und Peer-to-Peer-Systemen**

(O. Waldhorst)

Im Rahmen einer Fördermaßnahme des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erhielt Dr. Waldhorst für seinen Antrag "Beherrschbarkeit von Heterogenität und Dynamik in mobilen Grids durch Peer-to-Peer-Technologie" einen Zuschlag für eine Young Investigator Group. Im Rahmen des zunächst für drei Jahre finanzierten Vorhabens soll untersucht werden, welchen Einfluss neue Paradigmen wie Grid- und Peer-to-Peer-Computing auf die Entwicklung des "Internets der Zukunft" haben, wobei insbesondere die Rolle von heterogenen, mobilen Endgeräten betrachtet werden soll.

Die Förderung läuft seit August 2007. In diesem Zeitraum wurden zunächst Arbeiten durchgeführt, die sich auf den Bereich der P2P-Systeme konzentrierten. So wurde z. B. in Zusammenarbeit mit dem Projekt SpoVNet untersucht, wie mit Hilfe einer auf P2P-Ansätzen beruhenden Abstraktionsschicht die Heterogenität und Mobilität im aktuellen Internet vor zukünftigen Anwendungen verborgen werden kann. Nach der Besetzung der Mitarbeiterstelle ab Januar 2008 soll der Fokus der Gruppe nun auf Grid-Aspekte ausgeweitet werden.

### **Zeus – Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen**

(E.-O. Blaß, J. Wilke)

Zeus befasst sich, seit Mitte des Jahres 2006, im Rahmen der Förderinitiative BW-FIT der Landesstiftung Baden-Württemberg, mit den Anforderungen von Sensornetzen hinsichtlich der Bereitstellung, Weiterleitung und Abrufung von Informationen, die in der realen Umgebung beobachtet werden. Aufgrund der vielen Facetten sind an Zeus Theoretiker, Algorithmer, aber auch Experten für Datenbanken und Telematik beteiligt. Als interdisziplinäres Projekt wird Zeus daher von mehreren Instituten der Universitäten Karlsruhe und Mannheim betreut. Am Institut von Frau Prof. Zitterbart steht der Entwurf und die Evaluierung von Protokollen für einen sicheren und zuverlässigen Datentransport in Sensornetzen im Vordergrund [BFFG07].

Dabei sind Kommunikationsprotokolle entstanden, die eine Abwägung von Qualität der Messergebnisse und Energieverbrauch ermöglichen [Blass07]. Dies erlaubt eine szenariospezifische Anpassung der Protokolle unter jeweils größtmöglicher Energieeinsparung. Im November des Jahres konnten diese Ergebnisse dem begutachtenden Beirat des Projekts präsentiert werden. Die Gutachter zeigten sich von den bisherigen Ergebnissen und Beiträgen des Teams positiv beeindruckt.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Blaß, E.-O.; Fabian, B.; Fischmann, M.; Gürses, S.:** Security in Sensor Networks. In: Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks. Hrsg.: D. Wagner and R. Wattenhofer; Berlin: Springer Verlag, 2007, S. 305-323, (LNCS; 4621) [BFFG07]

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

**Sorge, C.:** Rechtliche Einordnung Peer-to-Peer-basierter Dienste. In: 10 Jahre IRIS: Bilanz und Ausblick. 10. Internationales Rechtsinformatik Symposium IRIS 2007, Salzburg, Österreich, 21.-24.02.2007. Stuttgart: Boorberg, 2007, S. CD-ROM [Sorg07a]

**Hof, H.-J.; Baumgart, I.; Zitterbart, M.:** Key Exchange for Service Discovery in Secure Content Addressable Sensor Networks. In: Kommunikation in Verteilten Systemen. KiVS 2007, Bern, 26.02.2007. S. 139-150 [HoBZ07]

**Backhaus, H.; Krause, S.:** Voronoi-based Adaptive Scalable Transfer revisited. In: Proceedings of 6th Annual Workshop on Network and Systems Support for Games. Netgames 2007, Melbourne, Australien, 19.-20.09.2007. S. 49-54 [BaKr07]

**Baumgart, I.; Heep, B.; Krause, S.:** OverSim: A Flexible Overlay Network Simulation Framework. In: Proceedings of 10th IEEE Global Internet Symposium (GI '07) in conjunction with IEEE INFOCOM 2007. Anchorage, AK, USA, 11.05.2007. S. CD-ROM [BaHK07]

**Baumgart, I.; Mies, S.:** S/Kademlia: A Practicable Approach Towards Secure Key-Based Routing. In: Proceedings of the International Workshop on Peer-to-Peer Networked Virtual Environments 2007. P2P-NVE 2007, Hsinchu, Taiwan, 05.-07.12.2007. S. CD-ROM [BaMi07]

**Völker, L.; Schöller, M.; Zitterbart, M.:** Introducing QoS mechanisms into the IPsec packet processing. In: 32nd IEEE Conference on Local Computer Networks. Hrsg.: IEEE. LCN 2007, Dublin, 15.-18.10.2007. S. 360-367 [VoSZ07]

**Völker, L.; Schöller, M.:** SecureTLS: Preventing DoS Attacks with Lower Layer Authentication. In: Kommunikation in Verteilten Systemen. KiVS 2007, Bern, 26.02.2007. S. 235-248 [VoSc07]



**Conrad, M.; Funk, C.; Raabe, O.; Waldhorst, O.:** A Lawful Framework for Distributed Electronic Markets. In: Proceedings of 8th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises. Guimaraes, Portugal, 10.-12.09.2007. S. 233-240 [CFRW07]

**Baumung, P.:** TrAM: Cross-Layer Efficient Application-Layer Multicast in Mobile Ad-hoc Networks. In: Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference . WCNC 2007, Hongkong, China, 11.-15.03.2007. S. CD-ROM [Baum07a]

**The SpoVNet Consortium (including O. Waldhorst, R. Bless, C. Hübsch, S. Mies):** SpoVNet: An Architecture for Supporting Future Internet Applications. In: Proc. 7th Würzburg Workshop on IP: Joint EuroFGI and ITG Workshop on "Visions of Future Generation Networks". Würzburg, 23.-24.07.2007. [WBHM07]

**Gamer, T.; Scharf, M.; Schöller, M.:** Collaborative Anomaly-based Attack Detection. In: Proceedings of 2nd International Workshop on Self-Organizing Systems (IWSOS 2007). The Lake District, UK, 11.-13.09.2007. Springer, 2007, S. 280-287 [GaSS07]

**Walter, U.:** Autonomous optimization of Next Generation Networks. In: 2nd International Workshop on Self-Organizing Systems. IWSOS 2007, English Lake District, UK, 11.-13.09.2007. S. CD-ROM [Walt07]

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Sorge, C.:** Datenschutz in P2P-basierten Systemen: Peer-to-Peer-Netze jenseits des File-

sharing. In: Datenschutz und Datensicherheit, Band 31, Heft 2, 2007, S. 102-106 [Sorg07b]

**Baumgart, I.:** Neue Entwicklungen im Bereich dezentraler Voice-over-IP-Netze. In: Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Band 4/07, Heft , 2007, S. 199-205 [Baum07]

#### Interne Berichte:

**Vogt, C.; Arkko, J.:** Taxonomy and Analysis of Enhancements to Mobile IPv6 Route Optimization. IETF, Request for Comments 4651, 2007 [VoAr07] (Internetstandard)

**Bless, R.; Doll, M.:** Inter-Domain Reservation Aggregation for QoS NSLP. IETF, Internet-Draft, Nr. draft-bless-nsis-resv-aggr-01, 2007 [BIDo07] (Internetstandard)

**Bless, R.:** An Explicit Signaling Target Message Routing Method (EST-MRM) for the General Internet Signaling Transport (GIST) Protocol. IETF, Internet-Draft, Nr. draft-bless-nsis-est-mrm-00, 2007 [Bles07] (Internetstandard)

#### Dissertationen:

**Vogt, C.:** Efficient and Secure End-to-End Mobility Support in IPv6. Universität Karlsruhe, Diss., 2007 [Vogt07]

**Blaß, E.-O.:** Sicherer, aggregierender Datentransport in drahtlosen Sensornetzen. Universität Karlsruhe, Diss., 2007 [Blass07]



**Institut für Telematik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Wiss. Assistenten:	Dr. M. Gaedke (bis 30.09.2007),
Wiss. Mitarbeiter:	Dr. M. Nußbaumer
	J. Buck (ab 01.03.2007),
	P. Freudenstein (F),
	F. Majer (ab 01.10.2007),
	J. Meinecke (F, bis 31.03.2007)

**IT-Management und  
Web Engineering****Web Engineering**

*(J. Buck, P. Freudenstein, M. Gaedke, W. Juling, F. Majer, J. Meinecke, M. Nußbaumer)*

Das interdisziplinäre Forschungsgebiet Web Engineering erarbeitet Methoden und Modelle für das systematische Konstruieren Web-basierter Anwendungen und verteilter Systeme. Dabei kommt insbesondere der kontinuierlichen Weiterentwicklung (Evolution) von Web-Anwendungen eine besondere Rolle zu. Im Berichtszeitraum wurden hierfür die Forschungsschwerpunkte der Gruppe auf Systeme zur Web-Anwendungskonstruktion sowie für dienstorientierte Infrastrukturen und deren Beschreibung erfolgreich konzentriert. Zahlreiche Ergebnisse konnten bereits national und international veröffentlicht werden und in Projekten praktisch demonstriert werden. Darüber hinaus wurde in diesem Jahr an zahlreichen internationalen wissenschaftlichen Veranstaltungen mitgewirkt, unter anderem der 7th International Conference on Web-Engineering (ICWE 2007) und der World Wide Web 2007 (WWW2007).

Weitere Informationen im Web: <http://research.tm.uka.de>

**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 Problemdomäne ausgerichtete Sprachen.

Im Berichtsjahr lag der Schwerpunkt auf der Konzeption und Umsetzung von Methoden, Modellen und Komponenten zur Entwicklung und Evolution workflowbasierter Web-Anwendungen. Dabei spielt die inhärente Berücksichtigung der effizienten und effektiven Einbindung von Domänenexperten ohne Softwareentwicklungskennntnisse eine zentrale Rolle. Dementsprechend wurde ein Modell-Rahmenwerk realisiert, das die Konstruktion workflowbasierter Web-Anwendungen mittels verschiedenster bekannter und existierender

Notationen und Anwendungen, die jeweils auf eine bestimmte Personengruppe zugeschnitten sind, erlaubt.

Darüber hinaus wurde intensiv an einem dedizierten Wiederverwendungs-Rahmenwerk für das Web-Engineering gearbeitet. Neben der Offenheit des Ansatzes für heutige Web-Engineering-Methoden stellte auch hier die Berücksichtigung des Wissens der am Entwicklungsprozess beteiligten Personen eine zentrale Rolle. Wiederverwendbare Artefakte sollen daher auch unter Berücksichtigung ihrer Eignung zur Weiterverwendung mit einem gegebenen Personenkreis identifiziert werden. In der bisherigen Umsetzung lassen insbesondere die neuartigen wissensbasierten Anfragemöglichkeiten sowie die Unterstützung bereits auf signifikante Effizienz- und Effektivitätsverbesserungen schließen.

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 Rahmen der genannten Forschungsaktivitäten weiter ausgebaut. Das System wird für verschiedene Projekte erfolgreich eingesetzt, beispielsweise für die Forschungsportale [webengineering.org](http://webengineering.org) sowie Projekte mit Microsoft Research.

Weitere Informationen im Web: <http://research.tm.uka.de/ra3s>

### **Service Infrastructure Systems**

*(J. Buck, M. Gaedke, F. Majer, J. Meinecke, M. Nußbaumer)*

Ein Trend, der sich bei den heutigen IT-Systemen abzeichnet, ist eine Entwicklung weg von fest verdrahteten, monolithischen Anwendungen hin zu lose gekoppelten, stark verteilten Systemen. Durch die Integration von Anwendungen und Diensten über Unternehmensgrenzen hinweg entstehen komplexe heterogene und föderierte Systeme. Das Ziel des Forschungsbereiches Service Infrastructure Systems ist die Unterstützung von Entwicklung, Evolution und Betrieb solcher Systeme.

Um deren technische und strategische Weiterentwicklung sowie den Betrieb zu unterstützen, wurde das Konzept der "integrated information map" (i2map) weiter entwickelt. Der Ansatz basiert auf der sukzessiven Definition und isolierten Behandlung verschiedener, das gesamte System durchdringender Aspekte. Ziele sind hierbei die Verminderung der Komplexität und die Zentralisierung von Problemlösungsstrategien im Gegensatz zu einer Verteilung von Lösungsteilen über die gesamte Systemlandschaft hinweg.

Im letzten Berichtsjahr wurde der zentrale Aspekt der Beschreibung fokussiert. Hierfür wurden die relevanten Systembestandteile, ihre Charakteristika und mögliche Beziehungen untereinander identifiziert und eine Abbildung auf existierende Beschreibungsstandards durchgeführt. Das resultierende Informationsmodell stellt nun die Grundlage für zielgruppenspezifische Dienste dar. Dadurch lassen sich detaillierte Beschreibungen einzelner Systembestandteile sowie deren Beziehungen über ein Portal, welches - entsprechend einer Landkarte - als Entscheidungs- und Orientierungshilfe dient, verfügbar machen.

Weitere Informationen im Web: <http://research.tm.uka.de/rasis>

## Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM)

(J. Buck, P. Freudenstein, W. Juling, F. Majer, M. Nußbaumer)

Im Rahmen des universitätsweiten Projektes "Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM)", unter Leitung von Prof. Dr. Juling, wird den Anforderungen an ein modernes geschäftsprozessorientiertes Informationsmanagement begegnet.

Im dritten Projektjahr wurde die technologische Umsetzung auf Basis einer integrierten Service-orientierten Architektur (iSOA) weiter ausgebaut. Von KIM angebotene Dienste werden bereits von einer Reihe interner und externer Dienstnehmer genutzt. Im März 2007 wurde mit dem Start des von KIM entwickelten dienstbasierten KIT-Mitarbeiterportals ein weiterer Meilenstein erreicht.

Weitere Informationen im Web: <http://www.kim.uni-karlsruhe.de>

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Freudenstein, P.; Buck, J.; Nussbaumer, M.; Gaedke, M.:** Model-driven Construction of Workflow-based Web Applications with Domain-specific Languages. In: Workshop Proceedings of the 7th International Conference on Web Engineering and CEUR Workshop Proceedings, ISSN 1613-0073, <http://CEUR-WS.org/Vol-261/paper02.pdf>. Como, Italy, 16.-20.07.2007. S. 215-229

**Freudenstein, P.; Majer, F.; Maurer, A.; Ried, D.; Juling, W.:** Wiederverwendungsorientierte Dienste für Universitäten. In: Proceedings of INFORMATIK 2007, 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Band 1. Bremen, Germany, 24.-27.09.2007. S. 497-501

**Freudenstein, P.; Nussbaumer, M.; Majer, F.; Gaedke, M.:** A Workflow-Driven Approach for the Efficient Integration of Web Services in Portals. In: Proceedings of the the IEEE International Conference on Services Computing 2007 (SCC 2007). Salt Lake City, USA, 09.-13.07.2007. S. 410-417

**Meinecke, J.; Gaedke, M.; Majer, F.; Brändle, A.:** Modeling and Managing Federated Web-based Systems. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST). Barcelona, Spain, 03.-06.03.2007. S. 15-22

**Meinecke, J.; Majer, F.; Gaedke, M.:** Construction by Linking: The Linkbase Method. In: Proceedings of the 16th International World Wide Web Conference (WWW). Banff, Canada, 08.-12.05.2007. S. 1293-1294

Forschungsbereich

**Institut für Telematik****Telecooperation Office  
(TecO)**

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Wiss. Mitarbeiter:	M. Berchtold (F, ab 01.04.2007), C. Decker (F), T. A. Riedel (F)

**RELATE***(T. A. Riedel)*

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.

**CoBIs***(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 Gütern, Werkzeugen 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 Miniatursensorknoten 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. CoBIs wurde im Februar 2007 erfolgreich abgeschlossen.

**Fehlerbewusstheit und -erkennung von Algorithmen in der Sensordatenverarbeitung***(M. Berchtold)*

Werden Sensordaten verarbeitet, insbesondere in Hinsicht auf kontextuelle Aussagen, so werden in jeder Instanz der Verarbeitung Fehler hervorgerufen. Um eine generelle Qualität der Verarbeitung zu garantieren und deren algorithmische Bewusstheit zu garantieren, muss jede Instanz mit dieser Bewusstheit und Fehlererkennung schon im Design ausgestattet werden. Hierfür können parallele Mechanismen greifen, die das verarbeitende System über-

wachen und unterstützen. Eine integrierte Lösung ist jedoch vorzuziehen, da der Algorithmus sich dadurch selbst regulieren kann und damit selbstverbessernd agiert. Es soll nun erforscht werden, welche Mechanismen sich für diese Fehlererkennung und -bewusstheit einsetzen lassen und wie sich diese in ein Gesamtkonzept umsetzen und integrieren lassen.

### **Locostix**

*(M. Berchtold)*

Übergeordnetes Ziel des Projekts „Low-Cost Smart-Labels für logistische Prozesse im Einzelhandel“ ist die Entwicklung sehr preiswerter RFID-Technologie. Durch neuartige Lösungen im Bereich der Funkprotokollebene sollen effizientere Verfahren für die Tag- und Readertechnologie gefunden werden. Erste Arbeitsschritte sind die Spezifikation der Anforderungen an die Smart-Label-Technologie, die Erstellung eines Modells und die Simulation der Kommunikation zwischen Tag und Reader. Umfangreiche automatisierte Tests mit verschiedenen Tags und unter verschiedenen Umgebungseinflüssen wurden durchgeführt. Ein Feldversuch in einer Einzelhandelsfiliale wird vorbereitet.

### **P2P4Ubicomp**

*(C. Decker, T. A. Riedel)*

Das Projekt P2P4Ubicomp beschäftigt sich mit der Einbindung von Ubicomp-Netzwerken, bestehend aus Miniatursensornetzen, 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-Netzwerke sowie mobile und verteilte Health-Care-Applikationen. P2P4Ubicomp ist eine Industriekooperation mit dem japanischen Telekommunikationsanbieter KDDI.

### **Prozessorganisation in eingebetteten ubiquitären Rechnersystemen**

*(C. Decker)*

Die Abbildung von Prozessen auf Sensorknoten ist der entscheidende 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 ist abgeschlossen.

### **Smart Surroundings**

*(C. Decker)*

Das Projekt Smart Surroundings hat sich die Erforschung, Definition, und den Test zukünftiger ambienter Systeme zum Ziel gesetzt. Ambient 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, Oce, TNO, Thales, Nedap und die Lancaster University.

### **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.

### **Ubiquitous Computing**

*(M. Berchtold, C. Decker, T. A. Riedel)*

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 großangelegten 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.

**Institut für Telematik**

**Forschungsbereich**

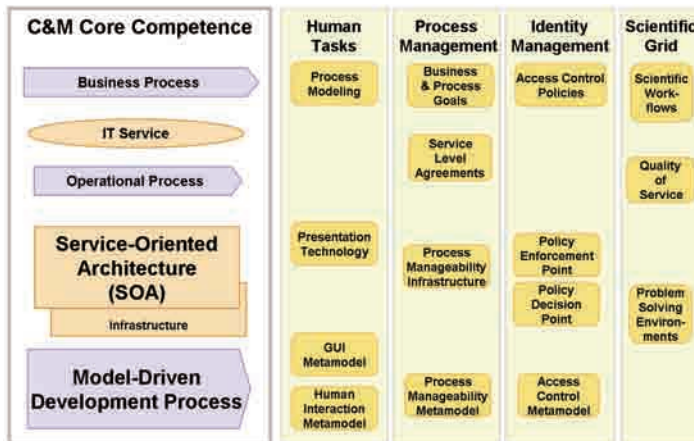
Leiter: Prof. Dr. S. Abeck  
 Sekretärin: A. Dörflinger  
 Wiss. Mitarbeiter: C. Emig, K. Krutz (F, bis 31.10.2007),  
 S. Link (F), C. Momm (F)

**Cooperation & Management**

**Kernbereich der Forschungsgruppe Cooperation & Management (C&M)**

(S. Abeck, C. Emig, J. Hämmerle, K. Krutz, S. Link, C. Momm)

Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten von C&M steht die modellgetriebene Entwicklung von verteilten Anwendungen, denen eine dienstorientierte Architektur (Service-Oriented Architecture, SOA) zugrunde liegt. Die SOA ist eine Software-Architektur, in der die Dienste durch betriebene Software-Komponenten bereitgestellt werden. Ein wesentliches Ziel besteht darin, Geschäftsprozesse durch Komposition von Diensten flexibel unterstützen zu können. Gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft und der Industrie führt C&M Forschungsprojekte in den nachfolgend beschriebenen Forschungsbereichen durch.



Die Forschungsschwerpunkte im Überblick

**Human Tasks: Modellgetriebene Entwicklung von benutzerzentrierten Geschäftsprozessen**

(S. Link)

Neben der zunehmenden Schnelllebigkeit heutiger Geschäftsprozesse steigt auch deren organisatorische Komplexität. An Geschäftsprozessen sind verschiedene Rollen beteiligt, die mit der Bearbeitung einzelner Prozessschritte betraut werden und somit mit dem Geschäftsprozess interagieren. Für diese Rollen und die dahinter stehenden Personen müs-

sen sowohl eine geeignete Schnittstelle (z. B. eine grafische) bereitgestellt, als auch die gesamte Interaktion gesteuert werden. Die Entwicklung funktionaler Bausteine zur Unterstützung solcher Benutzerinteraktionen ist in bestehenden Entwicklungsprozessen bisher nur unzureichend integriert. Deutlich wird dies z. B. an den häufig erstellten grafischen Prototypen, die dem Kunden einen ersten Eindruck der entstehenden Software vermitteln sollen. Der investierte Aufwand geht dann jedoch teilweise verloren, da aus den Prototypen nicht unmittelbar Quellcode abgeleitet werden kann.

Der Ansatz der modellgetriebenen Softwareentwicklung verspricht hier Abhilfe. Ziel ist es, die Modellierung von Geschäftsprozessen durch Anpassung und Erweiterung bestehender Modellierungssprachen so anzupassen, dass der Aspekt der Benutzerinteraktion schon zu einem frühen Zeitpunkt in einem Softwareentwicklungsprozess formal erfasst werden kann. Hierdurch wird eine anschließende automatische Transformation auf Quellcode der gewünschten Zielarchitektur möglich.

In Zusammenarbeit mit IBM Deutschland wurde diese konzeptionelle Erweiterung erprobt. Hierbei kam die breite Werkzeugpalette von IBM zum Einsatz. Ein Ziel der Kooperation war und ist es auch weiterhin, den Mehrwert und die Praxistauglichkeit der modellgetriebenen Softwareentwicklung im Bereich der Benutzerinteraktionen anhand einer Fallstudie zu zeigen.

Ferner konnten im Studierendenportal, das im Rahmen des Projekts Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM) realisiert wurde, die Praxistauglichkeit einiger Konzepte zur Visualisierung von Daten erprobt werden. Aufbauend auf der im Projekt zum Einsatz kommenden integrierten dienstorientierten Architektur wurde so beispielsweise ein Prototyp zur Visualisierung des Studienfortschritts eines Studierenden von C&M beige-steuert.

## **Process Management: Modellgetriebenes Management von Webservice-Kompositionen**

*(C. Momm)*

Heutige Unternehmen sehen sich mit einem hohen Konkurrenz- und Kostendruck in einer sich stetig ändernden Geschäftswelt konfrontiert. Ihre Geschäftsprozesse müssen daher stets an den Gegebenheiten des Marktes ausgerichtet sein. Dazu bedarf es eines kontinuierlichen Managements der Geschäftsprozesse, bei welchem die Prozesse in Einklang mit auf strategischer Ebene definierten Zielen gestaltet sind und kontinuierlich in Bezug auf die Zielerreichung überwacht werden.

Von der eingesetzten IT wird gefordert, dass sie die individuellen Geschäftsprozesse durchgängig unterstützt, flexibel anpassbar ist im Falle von Änderungen und stets mit der benötigten Dienstgüte (im Sinne von Performanz und Zuverlässigkeit) bereitgestellt wird. SOAs versprechen diesen Anforderungen Rechnung zu tragen. Geschäftsprozesse werden durchgängig durch prozessorientierte Webservice-Kompositionen unterstützt, welche auf fachlich motivierte Dienste zurückgreifen und selbst als Dienst bereitgestellt werden. Dieses Vorgehen erlaubt eine direkte Überwachung der Prozessleistung während der Aus-



führung. Ferner muss die Güte der eingebundenen und angebotenen Dienste überwacht werden. Die zielgerichtete Etablierung einer Prozess- und Dienstüberwachung erfordert die Entwicklung zusätzlicher Artefakte und Komponenten sowie ein systematisches Vorgehensmodell. Daher wurde im vergangenen Jahr zunächst eine allgemeingültige Architektur für die Überwachung und Steuerung von Webservice-Kompositionen im Kontext des Dienstmanagements konzipiert und in Form einer Managementfähigkeits-Infrastruktur basierend auf gängigen Managementstandards umgesetzt. Zum anderen wurde in Zusammenarbeit mit IBM Deutschland ein Ansatz zur modellgetriebenen Entwicklung überwachter Webservice-Kompositionen bezüglich der Prozessleistung konzipiert.

### **Identity Management: Modellgetriebene Entwicklung von Zugriffskontroll-Policies**

*(C. Emig)*

Die Bedeutung dienstorientierter Architekturen hat durch den Einsatz von Webservices stark zugenommen. Eine wichtige Eigenschaft dienstorientierter Architekturen ist die Bereitstellung von Fachfunktionalität an interoperablen Dienstschnittstellen. Durch die Auftrennung bestehender Systeme 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 sowie eine Autorisierungsprüfung. Eine zentrale Herausforderung bei der dienstorientierten Bereitstellung von Fachfunktionalität über die Grenzen eines Anwendungssystems hinweg ist es daher, eine Zugriffskontrolle beim Dienstaufwurf durchführen zu können.

Zur Erreichung dieses Ziels wurde im vergangenen Jahr in Industriekooperationen mit IBM Deutschland und der iC Consult GmbH, einem Beratungshaus für Identitätsmanagement und IT-Sicherheit, eine passende Zugriffskontroll-Architektur spezifiziert sowie ein geeignetes Zugriffskontroll-Modell mit zugehöriger Policy-Sprache entworfen. Um Geschäftsanalysten und Software-Entwickler bereits frühzeitig bei der Erstellung von Zugriffskontroll-Policies einbinden zu können, wurde ein modellgetriebenes Vorgehen zur Policy-Spezifikation entwickelt. Grundlage des Ansatzes bildet die plattformunabhängige Policy-Sprache zur Beschreibung von Zugriffsberechtigungen im Webservice-Kontext. Für verschiedene kommerzielle Sicherheitsprodukte wurden Modelle ihrer Policy-Sprachen entwickelt. Die Spezifikation von Regeln zur Modelltransformationen ermöglicht es Geschäftsanalysten und Software-Entwicklern, aus rein fachlicher Sicht plattformunabhängige Policies zu definieren, die weitestgehend automatisiert zu effektiv auswertbaren Policies in den eingesetzten Produkten transformiert werden.

### **Scientific Grid: Modellgetriebene Unterstützung von Grid-basierten wissenschaftlichen Anwendungen**

*(J. Hämmerle)*

Heutige Grid-Systeme erlauben in Verbindung mit der installierten Grid-Middleware (z. B. Globus, LCG, Unicore etc.) eine fast beliebige Skalierung von Rechenressourcen, verlangen jedoch vom Benutzer ein intensives Auseinandersetzen mit den verwendeten

Technologien. Für eine Steigerung der Attraktivität des Grid-Computing werden serviceorientierte Architekturen mit heutigen Grid-Architekturen kombiniert. Durch standardisierte Service-Schnittstellen können Benutzer des Grid-Computing Zugriff auf plattformunabhängige, heterogene, skalierbare und weltweit verteilte Rechenressourcen erhalten.

Im Rahmen des KIT kooperieren das Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik des Forschungszentrums Karlsruhe und C&M, um die Vereinfachung des Zugriffs auf Grid-Ressourcen weiter voranzutreiben.

C&M konzentriert sich dabei auf die Entwicklung geeigneter Software-Methoden und die Modellierung von Software. Das FZK fokussiert in dieser Kooperation die Entwicklung von Softwarearchitekturen und deren Applikationen für verschiedene Forschungsbereiche. Als Beispiele zu nennen sind hier das EU-Projekt Euforia (Energietechnik) und die Ultraschall-Computertomographie.

Die wissenschaftlichen Arbeiten konzentrieren sich auf die Unterstützung der Client-Entwicklung und -Integration. Das Ziel besteht darin, Grid-Benutzer mit Werkzeugen auszustatten, um ihre Anwendungen (Problem Solving Environment) leichter in eine serviceorientierte Grid-Architektur integrieren zu können.

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

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

**Momm, C.; Mayerl, C.; Rathfelder, C.;**

**Abeck, S.:** A Manageability Infrastructure for the Monitoring of Web Service Compositions. In: Proc. 14th HP-SUA Workshop. Munich, 8.-11.07.2007. S. CD-ROM

**Momm, C.; Malec, R.; Abeck, S.:** Towards a Model-driven Development of Monitored Processes. In: Proc. 8. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI2007). Karlsruhe, 28.2.-02.03.2007. S. 319-336

**Emig, C.; Brandt, F.; Abeck, S.; Biermann, J.; Klarl, H.:** An Access Control Metamodel for Web Service-Oriented Architecture. In:

Proc. IEEE Conference on Software Engineering Advances ICSEA'07. Cap Esterel/ France, 27.-31.08.2007. S. CD-ROM

**Emig, C.; Langer, K.; Biermann, J.; Abeck, S.:** Semantic Integration of Identity Data Repositories. In: Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS). Bern, 26.02.-02.03.2007. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007, S. 101-112, (Informatik aktuell)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Link, S.; Schuster, T.; Hoyer, P.; Abeck, S.:** Modellgetriebene Entwicklung grafischer Benutzerschnittstellen. In: i-com, Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Band 3/2007, 2007, S. 37-43

**Institut für Telematik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. H. Hartenstein
Wiss. Mitarbeiter:	J. Dinger (F), Dr. J. Härrä (F, ab 01.09.2007), T. Höllrigl (F), M. Pink (F), F. Schell (F), F. Schmidt-Eisenlohr (F), M. Torrent Moreno (F, bis 31.05.2007)
Stipendiat:	M. Killat

**Dezentrale Systeme  
und Netzdienste****Die Arbeit der Forschungsgruppe “Dezentrale Systeme und Netzdienste”***(H. Hartenstein)*

Die Forschungsgruppe “Dezentrale Systeme und Netzdienste” arbeitet auf folgenden Themengebieten:

- Entwurf, Bewertung und Optimierung von Kommunikationsstrategien für mobile Netze insbesondere für Fahrzeug-Ad-Hoc-Netze und Sensor-Aktor-Netze. Ziel ist es, adaptive bzw. selbstorganisierende Kommunikationsverfahren zu entwerfen, die auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen und einer großen Anzahl von Sender zuverlässig und effizient arbeiten. Hierbei spielt neben einer analytischen Behandlung der Verfahren eine ausgefeilte Simulationsmethodik eine herausragende Rolle.
- Entwurf, Bewertung und Optimierung von Kooperations- und Koordinationsverfahren für virtuelle Netze, insbesondere für Peer-to-Peer-Netze. Hierbei werden oberhalb vorhandener Netzstrukturen wie dem Internet virtuelle (logische) Netzstrukturen geschaffen. Diese virtuellen Netzstrukturen haben das Ziel, in dezentraler Weise Dienste zu erbringen (z. B. elektronische Handelsplattform). Die Arbeiten der Forschungsgruppe richten sich hier wiederum auf Entwurf und Bewertung von Organisationsprinzipien dieser komplexen Systeme, aber auch auf die Architektur sowie auf die telekommunikationsrechtliche Einordnung und Bewertung.
- Entwurf, Bewertung und Optimierung von Verfahren für den Aufbau und Betrieb föderativer dienste-orientierter Architekturen mit besonderem Schwerpunkt auf dem zugehörigen IT-Sicherheitsmanagement. Bei Komposition von elementaren Diensten zu „höherwertigen“ Dienstleistungen müssen klassische Sicherheitsschutzziele wie Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit über die verschiedenen Diensterbringer hinweg garantiert werden. Hierzu arbeitet die Forschungsgruppe an der Entwicklung eines föderativen Identitäts- und Zugangsmanagements sowie an IT-Sicherheitsmanagementprozessen für Föderationen.

Die Forschungsarbeiten sind somit in den weltweiten Aktivitäten zur Erforschung eines Internet der Dinge und der Dienste angesiedelt mit den Zielen der allgegenwärtigen Kommunikationsmöglichkeit, der Selbstorganisation der Kommunikationssysteme und der sicheren Unterstützung föderativer Strukturen. Methodisch basiert die Forschungsarbeit auf Analysis, Simulation und Realisierung ereignisdiskreter Systeme.

## Network on Wheels (NoW)

*(H. Hartenstein, J. Härri, M. Torrent Moreno)*

Das Projekt Network on Wheels (NoW) im Unterauftrag der NEC Deutschland GmbH wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt und setzt sich aus mehreren Automobilherstellern, Forschungslabors und Universitäten zusammen, die an der Kommunikation zwischen Fahrzeugen arbeiten. Ziel des Projektes ist die Unterstützung von Anwendungen der aktiven Verkehrssicherheit, der Verkehrseffizienz und des Infotainment, wofür eine offene Kommunikationsplattform für ein breites Spektrum solcher Anwendungen zur Verfügung gestellt werden soll.

Im letzten Jahr wurde durch die Forschungsgruppe DSN ein effizientes Protokoll, EMDV, zur Dissemination von Gefahrenwarnungen innerhalb einer geographischen Region entwickelt und bewertet. Zudem wurde ein Verfahren, D-FPAV, entwickelt, das die verteilte und faire Lastkontrolle des Übertragungskanals ermöglicht, und dabei Einflüsse resultierend aus der Abschwächung des Radiosignals und von Interferenzen berücksichtigt.

Dieses Jahr war es das Ziel, die Leistungsfähigkeit von EMDV unter den anspruchsvollen Anforderungen der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation weiter zu untersuchen, und zudem den Einfluss von D-FPAV zu beurteilen, wenn es in Kombination mit EMDV eingesetzt wird. Es konnte nicht nur gezeigt werden, dass EMDV ein hoch effizientes Verfahren zur Übertragung von Gefahrenwarnungen auch unter kritischen Bedingungen ist; vielmehr kann die Leistung noch signifikant verbessert werden, indem auch ein effizientes Lastkontrollverfahren wie D-FPAV verwendet wird. Aus den Untersuchungen ist zu schließen, dass die Nachrichtenverbreitung im Straßenverkehrskontext mit einer Lastkontrolle verknüpft werden sollte.

Ein weiteres Ziel des NoW-Projektes ist die zuverlässige und abgesicherte Kommunikation zwischen Fahrzeugen. Hierfür wurden die Auswirkungen einer kryptographischen Absicherung der Nachrichten auf die Leistungsfähigkeit geographischer Disseminationsverfahren untersucht, indem ein entsprechendes Sicherheitsverfahren für den Netzwerksimulator ns-2 implementiert wurde. Aufgrund der vielversprechenden Erfahrungen wurde EMDV als Disseminationsverfahren gewählt. Aufgrund der längeren Prozessierungsverzögerungen durch die durchzuführenden Sicherheitsmechanismen ergibt sich eine signifikante Veränderung der Leistungsfähigkeit von EMDV. Eine weitere Hardwarebeschleunigung oder aber dedizierte kryptographische Hardware ist daher notwendig, um effizienten und abgesicherten Geocast in dichten Szenarien zu ermöglichen.

## DFG Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”

*(H. Hartenstein, F. Schmidt-Eisenlohr)*

Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke” wurde in der Forschungsgruppe “Dezentrale Systeme und Netzdienste” hauptsächlich an zwei Aspekten gearbeitet: zum einen an der Problematik der akkuraten und effizienten simulativen Untersuchung großer drahtloser Netzwerke und zum anderen an der Verfeinerung und Verbesserung des hierfür verwendeten Netzwerksimulators ns-2.

Bei den Arbeiten wurde als Beispielszenario die drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeugen untersucht, mit deren Hilfe sich die aktive Verkehrssicherheit und die Verkehrseffizienz in Zukunft verbessern lassen. Um solche Szenarien simulativ untersuchen zu können ist es erforderlich, entsprechende Studien detailliert und dennoch effizient durchzuführen. Auch die gemeinsame Verwendung verschiedener Simulatoren (z. B. Verkehrs- und Netzwerksimulator) ist erforderlich. Sowohl an der nötigen Genauigkeit einer solchen Kopplung als auch an der Integration eines statistischen Modells zur effizienten Repräsentation des Kommunikationsverhaltens in einem Verkehrssimulator wurden Arbeiten durchgeführt.

Im Zusammenarbeit mit DaimlerChrysler Research & Development North America wurde an einer vollständigen Überarbeitung der Modellierung und Implementierung der Medienzugriffs- und der physikalischen Schichten in ns-2 gearbeitet. Dadurch werden nun zum einen die realen Verhältnisse besser abgebildet und zum anderen wurde durch eine gezielte Modularisierung die Verständlichkeit und Modifizierbarkeit des Codes erheblich verbessert. Die überarbeiteten Module finden im Jahre 2008 Aufnahme in die ns-2 Distribution und stehen somit auch anderen Forschungsgruppen zur freien Verfügung.

### **DFG Graduiertenkolleg 895 “Information Management and Market Engineering”**

*(H. Hartenstein, M. Killat)*

In dem 2004 gegründeten Graduiertenkolleg “Information Management and Market Engineering” arbeiten Promotionsstudenten interdisziplinär an juristischen, wirtschaftswissenschaftlichen und informatikbezogenen Fragen zusammen. Die Forschungsgruppe “Dezentrale Systeme und Netzdienste” untersucht in diesem Umfeld seit 2005 gemeinsame Fragestellungen aus den Bereichen Kommunikationssysteme und Operations Research.

Im Berichtsjahr wurde untersucht, wie Informationsbereitstellung in Fahrzeug-Ad-Hoc-Netzen zu einem veränderten Verkehrsverhalten führen können. Die Untersuchung der Auswirkung von Information auf Verhalten kann aufgrund der hohen Komplexität des Problems nur noch simulativ studiert werden. Da physikalische Umstände und die potentiell hohe Anzahl von Kommunikationsteilnehmern eine zuverlässige Kommunikation erschweren, ist das Erreichen der angestrebten Ziele “Erhöhte Verkehrssicherheit” und “Erhöhte Verkehrseffizienz” nicht automatisch garantiert. Die DSN-Forschungsgruppe versucht die tatsächlichen Auswirkungen sichtbar zu machen und erweiterte zu diesem Zweck zusammen mit der in Karlsruhe ansässigen PTV AG und der Technischen Universität München den Verkehrssimulator VISSIM um Kommunikationselemente. Während in kleinen Szenarien, die nur einige hundert Fahrzeuge umfassen, noch eine Synchronisation von ereignisdiskreten Verkehrs- und Kommunikationssimulatoren möglich ist, sind größere Szenarien aufgrund ihres Rechenaufwands nicht mehr in akzeptablen Zeiträumen zu berechnen. Aus diesem Grund wurde ein hybrider Simulationsansatz gewählt: durch Kopplung des ereignisdiskreten Verkehrssimulators mit einem statistisch gewonnenen Kommunikationsmodell wurden Laufzeit-Gewinne in zwei bis drei Größenordnungen erreicht, ohne dabei die Simulationsergebnisse zu verfälschen.



Der Austausch von lokalen Informationen zwischen Fahrzeugen trägt zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.



Informationsverbreitung mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation ermöglicht es geographisch entfernten Verkehrsteilnehmern, unmittelbar auf eine sich verändernde Verkehrslage zu reagieren.

### Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen (ZeuS)

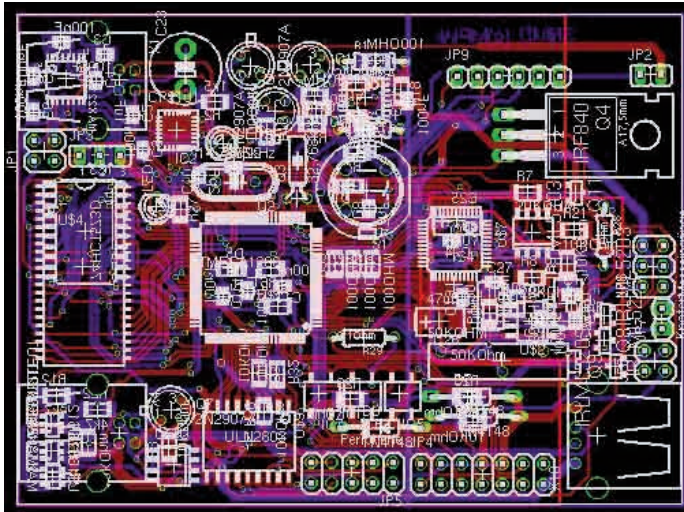
(H. Hartenstein, M. Pink)

Im Rahmen des vom BW-FIT Programm geförderten Projektes “Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen” (ZeuS) widmet sich die DSN-Forschungsgruppe seit Januar 2007 intensiv der Erforschung von Experimentierplattformen (Testbetts) für ressourcenschwache heterogene Sensornetze. Dabei ist besonders ein seiten-effektfreies Monitoring während der Experimentdurchführung von signifikanter Bedeutung.

Ziel ist es, ein Testbett aufzubauen, mit dessen Hilfe das Energieverhalten von Sensornetzen detailliert beobachtet und protokolliert werden kann, um mögliche Energieeffizienz-optimierungspotentiale zu identifizieren. Dafür wurden verschiedene Testbetts auf ihre Potentiale für die Beobachtung des Energieverhaltens in Sensornetzen untersucht und auf Basis dieser Analyse eine Systemarchitektur für ein hochskalierbares und nahezu vollständig drahtloses Sensornetztestbett entworfen.

Mit Hilfe dieses Testbetts soll die automatisierte Durchführung und die automatisierte seiteneffektfreie Beobachtung des Experimentes insbesondere des Energie- und Funkverhaltens gegenüber existierenden Testbetts verbessert werden.

Zur Realisierung einer seiteneffektfreien Beobachtung von Experimenten und einer zielgerichteten Steuerung der Sensorknoten während eines Experimentes hat die DSN-Forschungsgruppe in Zusammenarbeit mit Detlev Meier ein spezielles Managementgerät für Sensornetztestbett entwickelt und in die eigene Testbettarchitektur integriert.



Sensor Node  
Management  
Device:  
Schaltkreis-  
entwurf

## Rechtliche Aspekte bei der Entwicklung und dem Betrieb von Peer-to-Peer-Systemen

(J. Dinger, H. Hartenstein)

Die effiziente Nutzung von Ressourcen ist gerade vor dem Hintergrund des möglichen weltweiten Klimawandels bedeutend. Das SESAM-Projekt untersucht daher seit mehreren Jahren im Rahmen des Anwendungsszenarios „Virtuelle Kraftwerke“, wie eine effiziente Stromerzeugung und -nutzung durch einen Verbund von kleinen dezentralen Energieerzeugungsanlagen realisiert werden kann. Dabei sind insbesondere die Flexibilität der kleinen Anlagen hinsichtlich kurzfristiger Laständerungen und die Nähe zu den Energieverbrauchern vorteilhaft. Durch das SESAM-Projekt wurde eine dezentrale elektronische Marktplattform entwickelt, sodass die Betreiber der Energieerzeugungsanlagen miteinander Strom handeln können. Die zugrundeliegende Softwarearchitektur der Plattform fußt dabei sowohl auf einem dienst-orientierten Ansatz als auch auf Peer-to-Peer(P2P-)-Netzen. Mittels der P2P-Netze ist ein verteiltes System ohne zentralen Betreiber realisierbar, sodass neben der Energieerzeugung auch der Handel dezentral stattfinden kann.

Im letzten Projektjahr des SESAM-Projekts wurde durch die Forschungsgruppe DSN in intensiver Zusammenarbeit mit Dr. Oliver Raabe vom Institut für Informationsrecht vor allem eine rechtliche Verortung der entwickelten Plattform vorgenommen. Die Herausforderung dabei bestand insbesondere in der korrekten Einordnung der P2P-Technik in das bestehende Rechtssystem. Hierbei war augenfällig, dass bestehende nationale als auch europäische rechtliche Regelungen im Regelfall vor dem Hintergrund von typischen Client/Server-Systemen gestaltet wurden und somit ein klares Einordnungsschema fehlte. Ferner finden auch virtuelle Netze, sogenannte Overlay-Netze, selten Berücksichtigung bei der Ausgestaltung der gesetzlichen Regelungen. Insofern wurde ein neues Schema ent-



wickelt, durch welches die Einordnung von P2P-Systemen in den Rechtsrahmen wesentlich erleichtert wird. Bei der Entwicklung des Schemas zeigte sich, dass eine intensive Zusammenarbeit von Juristen und Informatikern zielführend ist, da ansonsten Nuancen der jeweiligen Fachdisziplin, die letztlich entscheidend sind, verloren gehen. Das entwickelte Schema lässt sich zudem für die rechtliche Verortung von P2P-basierten Telekommunikationsdiensten wie Skype nutzen.

### **Kommunikation mittels autonomer Infrastrukturen**

*(J. Dinger, H. Hartenstein)*

Die Nutzung des Internets hat sich im Laufe der Zeit erheblich geändert. So hat insbesondere die nomadische Nutzung des Internets durch Endteilnehmer stark zugenommen. Insofern kommt der Adressierung durch IP-Adressen zwar für den Transport der Datenpakete eine entscheidende Rolle zu. Die eigentliche Adressierung von solchen nomadisch genutzten Systemen bzw. der Endteilnehmer basiert jedoch in der Regel auf anderen Adressierungsmechanismen wie E-Mail-Adressen oder SIP-Adressen. All diese zusätzlichen Adressierungsmechanismen benötigen mehr oder weniger zentrale Verzeichnisse wie zum Beispiel SMTP-, DNS- und SIP-Server.

Unter dem Motto „telefonieren ohne Telefonbuch“ entwickelt die Forschungsgruppe DSN in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe von Prof. Zitterbart im Auftrag des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) eine Kommunikationslösung für Gruppen, die ohne zentrale Infrastrukturelemente auskommt und den Teilnehmern dennoch eine robuste und sichere Kommunikation erlaubt. Die größte Herausforderung dabei ist die Lokalisierung von anderen Gruppenteilnehmern, da sich diese grundsätzlich hinter einer beliebigen IP-Adresse befinden können und eine komplette Durchsuchung des IP-Adressraumes aufgrund der langen Dauer ausscheidet.

Durch die Forschungsgruppe DSN wurde im Berichtszeitraum insbesondere untersucht, inwieweit bestehende Peer-to-Peer-(P2P)-Systeme zur Umsetzung eines solchen autonomen Kommunikationssystems genutzt werden können. Dabei zeigte sich einerseits, dass Einstiegspunkte in bestehende P2P-Systeme durch „Scannen“ von IP-Adressräumen zuverlässig gefunden werden können. Zum anderen zeigte sich aber auch, dass momentan genutzte NAT-Router oder Firewall-Systeme aufgrund des so genannten „Connection Tracking“ die mögliche Scan-Rate stark begrenzen. Die Ergebnisse und eine resultierende Systemarchitektur wurden im Rahmen einer Studie zusammengefasst und dienen im Fortgang des Projektes als Grundlage einer prototypischen Implementierung.

### **KIM-IDM: Identitätsmanagement im Rahmen des Vorhabens Karlsruher Integriertes Informationsmanagement**

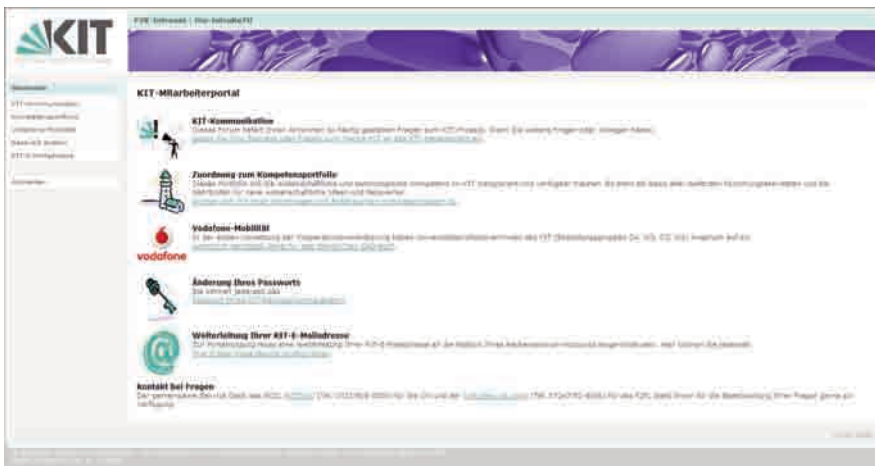
*(H. Hartenstein, T. Höllrigl, F. Schell)*

In dem KIM-IDM Projekt ist ein Teil der DSN-Gruppe für die Konzeption und Realisierung eines KIT-weiten Identitäts- und Zugangsmanagements verantwortlich. Das verfolgte Konzept beruht darauf, die Universität bzw. das Karlsruher Institut für Technologie als eine



Föderation von Einrichtungen zu betrachten und Identitätsmanagementdienste im Rahmen einer dienste-orientierten Architektur anzubieten.

Im Laufe des zweiten Projektjahres wurden erste IDM-Dienste produktiv geschaltet. Zunächst wurde ein Identitätsmanagement, das sowohl Institutionen an der Universität als auch am Forschungszentrum integriert, in Betrieb genommen und damit das Fundament für KIT-weite Dienstleistung gelegt. Eines der hierbei verfolgten Ziele ist es, eine Datenkonsistenz kongruenter personenbezogener Daten zu erreichen, ohne die Autarkie und Autonomie der einzelnen organisatorischen Einheiten einzuschränken. Basierend auf den Daten der Zentralen Universitätsverwaltung und des IWR konnte für jeden Mitarbeiter eine E-Mail-Adresse der Domäne kit.edu über das nun etablierte Identitätsmanagement zugeordnet werden. Darüber hinaus bildete das Identitätsmanagement die Grundlage für ein KIT-weites Mitarbeiterportal, das sukzessive mit Funktionalitäten erweitert wurde. Hierfür wurde ein Framework entwickelt, auf dessen Basis die Integration von Anwendungen in das Portal auf effiziente Weise sichergestellt werden kann. So konnte unter anderem die Zuordnung der wissenschaftlichen Mitarbeiter zu ihren Kompetenzfeldern über das Mitarbeiterportal durchgeführt werden.



Durch das von der DSN-Gruppe entwickelte Identitätsmanagement wird die Grundlage für das KIT-weite Mitarbeiterportal geliefert.

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

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

**Schmidt-Eisenlohr, F.; Torrent-Moreno, M.; Mittag, J.; Hartenstein, H.:** Simulation Platform for Inter-Vehicle Communications and Analysis of Periodic Information Exchange. In: Proceedings of the 4th Annual IEEE/IFIP Conference on Wireless On demand Network Systems and Services (WONS). Obergurgl, Österreich, 24.01.2007. S. 50-58

**Killat, M.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Hartenstein, H.; Rössel, C.; Vortisch, P.; Assenmacher, S.; Busch, F.:** Enabling efficient and accurate large-scale simulations of VANETs for vehicular traffic management. In: Proceedings of the 4th ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks (VANET). Montreal, Quebec, Kanada, 14.09.2007. S. 29-38

**Killat, M.; Hartenstein, H.:** Vehicular Ad Hoc Networks: How to Show the Impact on Traffic Safety?. In: Proceedings of the 65th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC-Spring). Dublin, Irland, 27.03.2007. S. 659-663

**Chen, Q.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Jiang, D.; Torrent-Moreno, M.; Delgrossi, L.; Hartenstein, H.:** Overhaul of IEEE 802.11 Modeling and Simulation in NS-2. In: Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM). Chania, Griechenland., 24.10.2007. S. 159-168

**Höllrigl, T.; Schell, F.; Wenske, H.; Hartenstein, H.:** Föderatives und dienstorientiertes

Identitätsmanagement im universitären Kontext. In: Proceedings of the 1st Workshop Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen (IIM 2007). Karlsruhe, Deutschland, 01.03.2007. S. 75-90

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Raabe, O.; Dinger, J.; Hartenstein, H.:** Telekommunikationsdienste in Next-Generation-Networks am Beispiel von Peer-to-Peer-Overlay-Systemen. In: Kommunikation & Recht (K&R), Beihefter 1/2007, 2007, S. 1-12

**Raabe, O.; Dinger, J.:** Telemedienrechtliche Informationspflichten in P2P-Overlay-Netzen und bei Web-Services. In: Computer und Recht (CR), Heft 12/2007, S. 791-797

**Höllrigl, T.; Schell, F.; Wenske, H.; Hartenstein, H.:** Föderatives und dienstorientiertes Identitätsmanagement: Konzept und Erfahrungen. In: Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK), Jahrgang 30, Heft 4, 2007, S. 156-162

#### **Interne Berichte:**

**Pink, M.:** Testbeds or bad tests? Konzept einer Experimentierumgebung für energieeffiziente WSNs. Universität Karlsruhe, GI/ITG KuVS Fachgespräch Systemsoftware und Energiebewusste Systeme, 2007

#### **Dissertationen:**

**Torrent-Moreno, M.:** Inter-Vehicle Communications: Achieving Safety in a Distributed Wireless Environment: Challenges, Systems and Protocols. Universität Karlsruhe, Diss., 2007

## 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 (IAIM) 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 Schnittbild-basierten 3D-Registrieremethoden für die Chirurgie.

Der Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme befasst sich mit Verfahren und Systemen zur Fusion von Information aus unterschiedlichen, auch heterogenen Quellen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Nutzung und Auswertung variabler Bilderfassungs- und Bildauswertungstechniken für die automatische Sichtprüfung.

### 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

**Forschungsbereich**

**Institut für Technische Informatik**

**Industrielle Anwendungen  
der Informatik und  
Mikrosystemtechnik  
(IAIM)**

Leiter:	Prof. Dr. R. Dillmann
Sekretariat:	C. Brand, N. Redzovic, I. Wappler
Akademischer Rat:	Dr. T. Asfour
Wiss. Mitarbeiter:	P. Azad (F), R. Becher (F), A. Bierbaum (F), M. Do (F ab 15.11.2007), T. Gindele (F ab 01.10.2007), Dr. T. Gockel, A. Kasper (F ab 01.03.2007), Dr. S. A. Knoop (F), M. Lösch (F), Dr. M. Pardowitz (F bis 31.08.2007), K. Regenstein (F), S. Schmidt-Rohr (F), J. Schröder (F), Dr. S. Seifert (bis 31.10.2007), S. Speidel (F), Dr. P. Steinhaus, M. Strand (F), G. Sudra, S. Ulbrich (ab 01.10.2007), Dr. R. Unterhinninghofen (F), S. Vacek (F), N. Vahrenkamp (F), K. Welke (F), S. Wieland (F ab 01.02.2007)
Verwaltungsangestellter:	P. Ringel (F)
Techn. Mitarbeiter:	P. Holz (F ab 01.04.2007)
Stipendiaten:	D. Fritz (bis 31.05.2007), D. I. Gonzales Aguirre (ab 01.04.2007), A. Huwedi, S. Kumpakeaw

**Forschungsbereich**

**Interaktive Diagnose- und  
Servicesysteme (IDS) am  
Forschungszentrum  
Informatik (FZI)**

Leiter:	Prof. Dr. R. Dillmann
Abteilungsleiter:	Dr. J. M. Zöllner
Wiss. Mitarbeiter:	C. Birkenhofer, B. Gassmann, M. Göller, T. Kerscher, D. Nienhüser, K. Regenstein, T. Schamm, K. Uhl, M. Ziegenmeyer

**SFB 588 – TP K1 Belehren und Lernen auf Basis interaktiver Handlungsanalyse und -modellierung**

*(S. A. Knoop, M. Lösch, M. Pardowitz)*

Die Fähigkeit zum Lernen von Handlungs- und Kooperationswissen ist eine zentrale Forderung an humanoide Robotersysteme. Die Entwicklung von Komponenten zur Akquisition von Handlungs- und Problemlösungswissen aus vokal und deiktisch kommentierten Benutzervorfürungen ist Ziel des Teilprojektes K1. Die Arbeiten zur ganzheitlichen Betrachtung des vollständigen, vorliegenden Handlungswissens wurden fortgeführt und erweitert. Gelernte Manipulationssequenzen wurden in ihrer Gesamtheit betrachtet und mittels schluss-



folgender Methoden verfeinert. Neben der Analyse sequenzieller Vorrangbeziehungen werden nun auch Wiederholungen von Teilaufgaben korrekt erkannt und extrahiert. Zur Übertragung erlernter Aufgaben auf einen humanoiden Roboter werden flexible Programme entwickelt. In diesen wird das vom Menschen erlernte Handlungswissen einerseits und Hintergrundwissen über konkrete Roboterimplementierungen andererseits zusammengeführt. Insbesondere die dafür nötigen Abbildungsstrategien vom abstrakten, erlernten Handlungswissen auf konkrete Roboterarchitekturen wurden untersucht.

### **SFB 588 – Umwelt- und Benutzermodellierung auf Basis von multimodaler Interaktion und Sensorbeobachtungen**

*(R. Becher, A. Kasper, P. Steinhaus)*

Das Teilprojekt M2 des SFBs 588 hat sich zum Ziel gesetzt, Umwelt- und insbesondere Objektinformationen für einen humanoiden Roboter interaktiv mit dem menschlichen Benutzer zu modellieren. Diese Objektmodelle sind eine wesentliche Grundlage für andere Komponenten des Robotersystems wie z. B. Objekterkennung oder Interaktionskomponenten. Allerdings ist es zur Erstellung von ausreichend gehaltvollen Objektmodellen notwendig, das Vorwissen des menschlichen Benutzers hinzuzuziehen.

In diesem Projekt sollen daher semi-automatisch erfasste Objektattribute interaktiv durch den Benutzer ergänzt bzw. korrigiert werden. Im Rahmen des Teilprojektes M2 wurde daher eine den Anforderungen entsprechende flexible und erweiterbare Objektrepräsentation entwickelt und ein Objektmodellierungscenter aufgebaut, das die intuitive interaktive Modellierung von Objekten ermöglicht. Insbesondere wurden weitere Interaktionsmodi in dieses Modellierungscenter integriert und die Einbindung der erhaltenen Objektmodelle in das Szenenmodell des Roboters verbessert, um die Verfügbarkeit für andere Systemkomponenten zu erhöhen.

### **SFB 588 – Sensomotorische Bewegungskoordination bei humanoiden Robotern**

*(T. Asfour, P. Azad, K. Regenstein, N. Vahrenkamp, S. Wieland)*

In dem Teilprojekt R1 des SFB 588 konzentrierten sich die Arbeiten auf die Entwicklung von Einzelfunktionen, die für die Ausführung von Handhabungsaufgaben in Alltagsumgebungen notwendig sind sowie auf die Verkettung dieser Einzelfunktionen zu komplexen kognitiven Funktionsketten. Dabei standen die Integration der Mechatronik- und Softwareentwicklung sowie die Verbesserung der perzeptiven und motorischen Fähigkeiten humanoider Roboter im Vordergrund. Hierzu wurden zwei humanoide Roboter ARMAR-IIIa und ARMAR-IIIb entwickelt und mit Fähigkeiten der Bewegungsplanung, der Objekterkennung und -lokalisation, des bildbasierten Greifens (Visual Servoing), der Imitation menschlicher Bewegungen und der hybriden Positions- und Kraftregelung ausgestattet. Die Evaluierung der entwickelten Systeme und Methoden wurde in realen Szenarien durchgeführt. Zum ersten Mal konnten komplexe Handhabungsaufgaben in einer Küchenumgebung auf humanoiden Robotern gezeigt werden. Die Aufgaben umfassten die interaktive, robuste und autonome Ausführung von Assistenzfunktionen wie z. B. Hol- und Bringdienstleistungen.



Die humanoiden Roboter  
ARMAR-IIIa und ARMAR-IIIb

## EURON

(S. Schmidt-Rohr)

EURON ist ein europäisches Forschungsnetzwerk und verbindet mehr als 200 Universitäten und Institutionen mit dem Ziel, Forschungsthemen, Entwicklungsprobleme sowie die Lehre auf dem Gebiet der Robotik zu diskutieren und Informationen auszutauschen. 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 beinhaltete persönliche Kommunikation mit dem EUROP/CARE-Konsortium für eine Abstimmung der Roadmaps und die inkrementelle Fortschreibung des initialen Roadmap-Dokumentes.

## COGNIRON – The Cognitive Robot Companion

(S. A. Knoop, M. Lösch, S. Schmidt-Rohr, M. Strand)

Im Projekt COGNIRON werden Methoden entwickelt, welche von autonomen Roboterassistenten im Haushalt benötigt werden. Hierbei stehen der enge Kontakt mit dem Menschen und typische Haushaltstätigkeiten im Mittelpunkt. Dynamisches, flexibles und robustes Verhalten des autonomen Roboters sind hierbei wichtige Aspekte. Ein Roboter sollte in der Lage sein, die komplexe Umwelt genügend detailliert wahrnehmen zu können, die sowohl die Handlungen und Intentionen des Menschen, als auch die unbelebte Szene beinhaltet. Darüber hinaus muss er dynamisch und proaktiv günstige Entscheidungen fällen und mit dem Menschen in natürlichem Dialog kommunizieren. Schließlich soll ein Roboter in der Lage sein, Haushaltstätigkeiten auf natürliche Weise vom Menschen zu erlernen und sein Fähigkeitsrepertoire kontinuierlich zu erweitern.

Am IAIM wurden alle diese Fragen und Themenfelder intensiv untersucht. Für die Beobachtung und Interpretation menschlicher Handlungen wurde ein System zur Verfolgung

menschlicher Körperposen entwickelt, welches verschiedene Teile des menschlichen Körpers durch Zylindermodelle annähert. Darauf aufbauend können menschliche Aktivitäten und Gesten symbolisch klassifiziert und interpretiert werden. Diese Information kann zusammen mit anderen Beobachtungsmodalitäten in einem Entscheidungssystem verwendet werden, welches am IAIM in COGNIRON für Haushaltsroboter entwickelt wurde. Dabei wird Unschärfe sowohl in Wahrnehmung als auch bezüglich der Vorhersage von Weltdynamik explizit stochastisch modelliert und auf Basis dieser Modelle eine Risikoabschätzung als Basis der Entscheidung verwendet.

Zur Modellierung von Objekten werden am IAIM Verfahren untersucht, welche die Objekte aus Aufnahmen unterschiedlicher Perspektiven zusammensetzen und hierbei die nächste beste Aufnahmeposition auf Basis von Superquadricken schätzen. Schließlich können

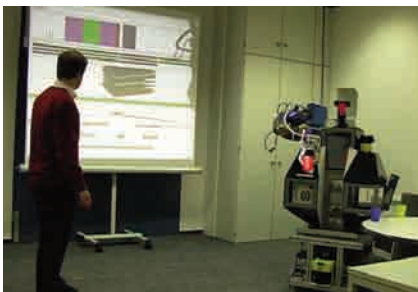
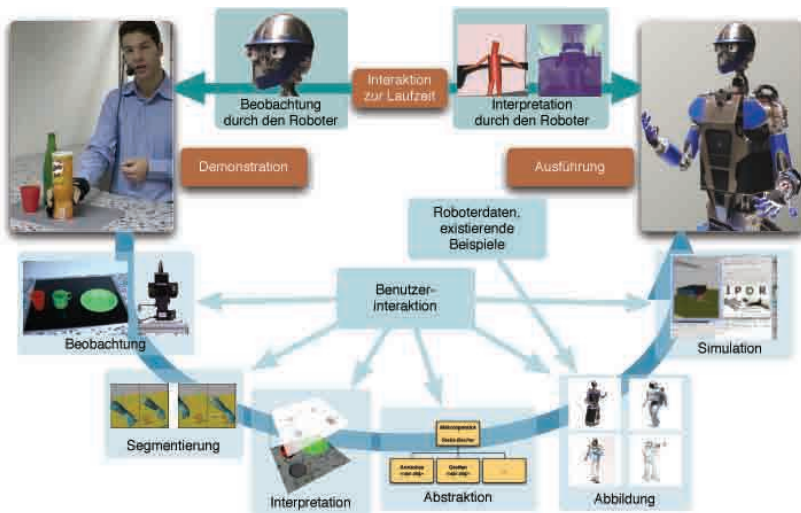


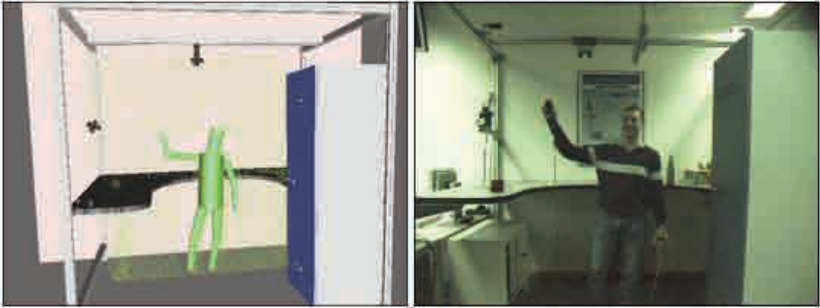
Bild links: Multimodale Interaktion mit dem Roboter ALBERT



Bild rechts: Punktwolke und geschätzte Superquadrík



Schematische Darstellung des PDV-Zyklus



Beobachtung von Posen und Handlungen (rechts im Bild) und ihre rechnerinterne Repräsentation (links).

Handlungsfähigkeiten, wie etwa Tischdecken, über natürliches Programmieren durch Vormachen vom Menschen gelernt werden. Dabei wurden Methoden entwickelt, welche eine Wissensbibliothek aus mehreren Vorführungen inkrementell erweitern und dabei das gelernte Wissen ständig effizient reorganisieren.

### **PACO-PLUS (Perception, Action and Cognition through Learning of Object-Action Complexes)**

(T. Asfour, P. Azad, A. Bierbaum, K. Welke)

Das von der EU geförderte Integrated Project PACO-PLUS beschäftigt sich mit der Frage, wie man durch Lernmethoden kognitive Eigenschaften auf Roboter übertragen kann. Ziel ist es zunächst, 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 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 Umkippens leer). 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. Weitere Informationen: [www.paco-plus.org](http://www.paco-plus.org)

### **DESIRE – Deutsche Service-Roboter-Initiative**

(R. Becher, A. Kasper, P. Steinhaus)

Bereits seit November 2005 befasst sich das BMBF-Leitprojekt “DESIRE” mit der Entwicklung einer innovativen Generation von Servicerobotern. Beteiligt an diesem Projekt sind Partner aus Industrie und Forschung, unter anderem die Firmen Siemens und Kuka, das DLR, das FZI und die Universitäten Karlsruhe, Bochum und Freiburg. Ziel dieses Projekts



ist die Entwicklung von Servicerobotersystemen, die sich durch ihre Tauglichkeit für Alltagsumgebungen und ihre robusten Funktionalitäten auszeichnen. Der Lehrstuhl IAIM beteiligt sich im Rahmen dieses Projekts an der semiautomatischen und intuitiv interaktiven Objektmodellierung. In laufenden Arbeiten wurden Objektmodelle von haushaltstypischen Objekten erstellt und den Projektpartnern zur Verfügung gestellt, die insbesondere die für eine erfolgreiche Objekterkennung, -lokalisierung und -manipulation notwendigen Merkmale von Objekten enthalten, u. a. hochauflösende Objektansichten und hochgenaue 3D-Geometrien.

### **Graduiertenkolleg 1126 – TP M2 Automatisierte Umsetzung komplexer chirurgischer Bewegungsabläufe**

(S. Speidel, G. Sudra)

Intraoperative Assistenzsysteme erstreben eine qualitative Verbesserung der Operation und erweitern die Fähigkeiten des Chirurgen. Wünschenswert wäre ein System, das in Abhängigkeit des aktuellen Operationskontexts eine situationsabhängige Unterstützung mit Hilfe der Erweiterten Realität generiert.

Voraussetzung für eine situationsabhängige Unterstützung ist die Erkennung der aktuellen Aktivität auf Basis intraoperativer Sensordaten. Die Bilder eines Stereo-Endoskops die-

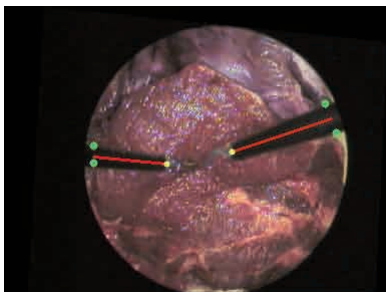


Bild oben links: 3D-Instrumenten-Tracking

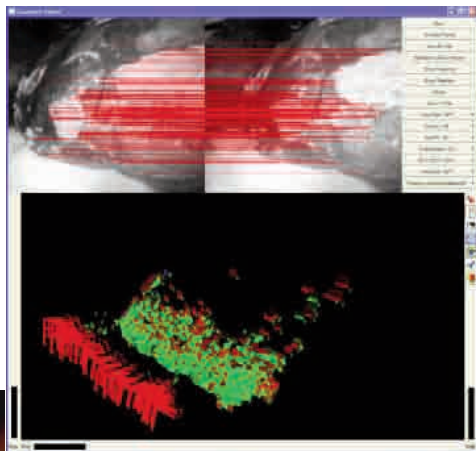


Bild oben rechts: 3D-Rekonstruktion



Bild links: Objektklassifikation

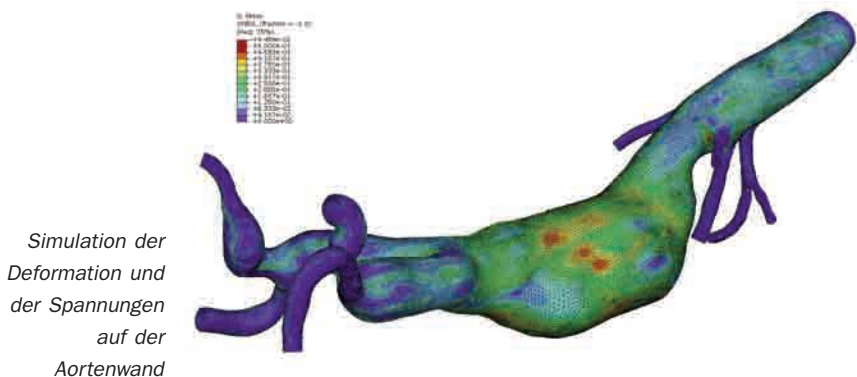
nen als sensorische Erfassung des Eingriffs und werden für die Erkennung der Aktivität benutzt. Unterschiedliche visuell basierte Messungen, so genannte “visuelle Cues”, werden berechnet, um eine bildbasierte Analyse durchzuführen. Die Aktivitätsanalyse fusioniert und klassifiziert die einzelnen visuellen Cues, um chirurgische Skills, Objekte und Ereignisse zu erkennen. Um die endoskopischen Bilder für eine bildbasierte Analyse zu nutzen, wurde eine Glanzlichterkennung realisiert. Im Bereich der visuellen Cues wurde ein markerloses, echtzeitfähiges 3D-Tracking der Instrumente und eine 3D-Rekonstruktion der Oberfläche entwickelt. Im Bereich der Aktivitätsanalyse wurde eine automatische Objekterkennung chirurgischer Materialien realisiert.

### **Graduiertenkolleg 1126 – TP P1 Entwicklung einer funktionellen Evaluationsmethode zu Druck- & Flussbelastungen bei Aortenerkrankungen**

(D. Hazer)

Um Rupturrisiko und Therapie bei Patienten mit Aortenerkrankungen besser beurteilen zu können, ist die Kenntnis hämodynamischer und biomechanischer Parameter in der Aorta notwendig. In diesem Zusammenhang besteht im Rahmen des Graduiertenkollegs “Intelligente Chirurgie” – eine Kooperation mit dem Uniklinikum Heidelberg und der Universität Karlsruhe (TH) – 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) zwischen der Blutströmungsdynamik und der Wandstrukturmechanik. Grundlage dafür ist die Koppelung von zwei Modellen: Ein Blutmodell, welches die Hämodynamik des Blutflusses in der Aorta simuliert, und ein Strukturmodell, welches die Biomechanik der Aortenwand zusätzlich berücksichtigt. In diesem Jahr wurde das Aortenwandmodell erstellt. Damit lassen sich basierend auf unterschiedlichen patientenspezifischen Aortengeometrien CSM (Computational Structure Mechanics) Simulationen durchführen und relevante Parameter wie Deformation, Spannungen und Kräfte nicht-invasiv berechnen und darstellen.



## **Rechnergestützte Analyse von Blutflüssen**

*(R. Unterhinninghofen)*

Veränderungen des Strömungsverlaufs von Blut gelten als Schlüssel zur Früherkennung vieler Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems. Zusammen mit Herzchirurgen des Universitätsklinikums Heidelberg und Radiologen des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg werden neue, rechnergestützte Verfahren zur Analyse von Blutflüssen entwickelt. Als Grundlage dient die Phasenkontrast-Magnetresonanztomographie, die ein zeitlich aufgelöstes Vektorfeld der Flussgeschwindigkeiten liefert. Die Daten durchlaufen zunächst eine Reihe von Korrekturalgorithmen, die Störfelder und Artefakte eliminieren. Eine speziell für die medizinische Anwendung entwickelte Software erlaubt anschließend einem Arzt, die Daten interaktiv zu explorieren, also Blutflüsse in großen Gefäßen oder im Herzen ausschnittsweise zu visualisieren oder zu quantifizieren. Die Berechnung typischer Vektorfeldeigenschaften wie Richtungskohärenz oder Wirbelstärke liefert zusätzliche Informationen, deren klinische Bedeutung derzeit anhand von Probanden- und Patientendaten evaluiert wird.

## **Erweiterte Realität in der minimal-invasiven Chirurgie**

*(S. Speidel, G. Sudra)*

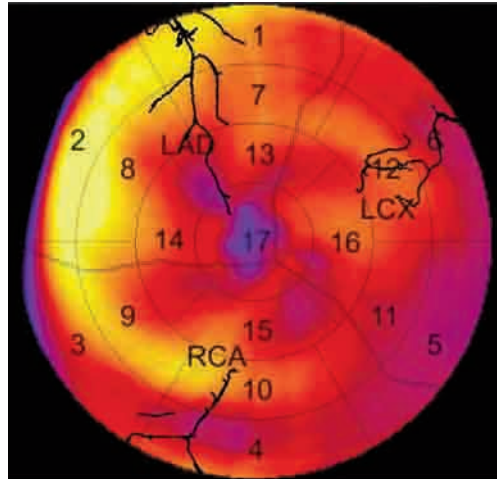
Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines situationsabhängigen Systems der Erweiterten Realität (ER) für die minimal-invasive Chirurgie. Dabei wird die aktuelle Tätigkeit des Chirurgen durch eine Auswertung intraoperativ gewonnener Sensordaten ermittelt und mit einem Modell des chirurgischen Eingriffs 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. Im Jahr 2007 wurden Untersuchungen zur Modellierung des Operationsablaufs durchgeführt. Hierzu wurde ein logik-basiertes Modell für die Repräsentation des Operationsablaufs entwickelt und in das ER-System MediAssist (Medical Assistance for Intraoperative Skill Transfer) integriert. Eine exemplarische Modellerstellung erfolgte auf Basis von Videodaten einer minimal-invasiv durchgeführten Cholezystektomie.

## **Computerunterstützte Diagnose kardiologischer MSCT Daten**

*(D. Fritze)*

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 Healthcare Verfahren zur vollautomatischen Analyse der Herzfunktion erstellt werden. Für die Bewertung der hämodynamischen Relevanz einer Koronarstenose ist es notwendig, Bewegungsstörungen des Myokards den versorgenden Gefäßen zuzuordnen. Hierzu wurden Verfahren entwickelt, mit denen vollautomatisch für jeden Bereich des Myokards das ihn versorgende Gefäß bestimmt werden kann. Diese Information kann genutzt werden, um patientenin-

dividuelle Versorgungsgebiete der Koronarien auf einer Polarmap der Wandbewegungsparameter darzustellen. Somit erhält man eine kombinierte Darstellung der Parameter der Wandbewegung sowie der korrespondierenden Koronarien. Durch eine solche Darstellung wird die Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Stenosen und Wandbewegungsstörungen vereinfacht.



*Polarmapdarstellung der Wandbewegung mit überlagertem Koronarbaum sowie Unterteilung in patientenspezifische Versorgungsgebiete*

### **SFB TR28 Kognitive Automobile TP B01 und TP B02: Situationsbewertung und Entscheidung für kognitive Automobile**

*(T. Gindele, J. Schröder, S. Vacek)*

Im Rahmen des SFB/TR28 “Kognitive Automobile” werden am IAIM die Teilprojekte B1 “Situationsbewertung und Verhaltenserkennung” und B2 “Kognitive Verhaltensentscheidung und Bahnplanung” bearbeitet.

Die in der kognitiven Systemebene angesiedelten Teilprojekte haben zur Aufgabe, ein Verständnis für Verkehrssituationen zu schaffen und Entscheidungen zu treffen, um im Straßenverkehr autonom fahren zu können. Der Schwerpunkt liegt auf der sicheren Ausführung solcher Entscheidungen und der Nachvollziehbarkeit für den Menschen. Die Repräsentation von Wissen und Erfahrung ist dabei von zentraler Bedeutung. Zusammen mit anderen Mitgliedern des SFB wurde als Team AnnieWay an der Urban Challenge 2007 teilgenommen und einfache kognitive Fähigkeiten implementiert. Nach einer kurzen Vorbereitungszeit von nur 9 Monaten nach Erhalt des Versuchsträgers wurde mit dem Erreichen der Endrunde ein sehr gutes Ergebnis erzielt. Die Erfahrungen und der Vergleich mit anderen Forschergruppen sind für den SFB von großem Nutzen. Für den Wettbewerb wurden zahlreiche Werkzeuge und Softwarekomponenten entwickelt, die dem SFB zur Projektarbeit zur Verfügung stehen.

## **DESIRE – Sicheres und adaptives Greifen und Manipulieren bekannter Alltagsobjekte**

*(C. Birkenhofer, 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. Das FZI ermittelt dabei in der Simulation mögliche Griffpunkte für vorgegebene Objekte. Bei der Ausführung der Griffe wird anhand von zu greifendem Objekt, Hindernissen und Ausführbarkeit der Operation der jeweils beste Griff aus dieser Datenbank gewählt. Dieser Griff wird anschließend über die Komponenten Hand, Manipulator und Roboterplattform realisiert. Jeder Finger wird dabei durch eine Impedanzregelung gesteuert. Hierdurch ist ein nachgiebiges Greifen zwischen Handfläche und Objekt möglich. Ein sicherer Griff ist dadurch garantiert.

## **CommRob – Intelligenter Einkaufskorb**

*(M. Göller, T. Kerscher)*

Am FZI wird zusammen mit namhaften Partnern aus Wissenschaft (LAAS, KTH, TUW) und Industrie (etp, Zenon) an dem EU-Projekt CommRob gearbeitet. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines autonomen, intelligenten Einkaufswagens mit besonderem Augenmerk auf die enge Interaktion mit dem Menschen. Der Supermarkt wurde als Szenario gewählt, weil er eine für Menschen alltägliche Situation darstellt und gleichzeitig durch die hohe Dynamik eine große Herausforderung für den Roboter darstellt.

Der Einkaufswagen soll einerseits genau so geschoben werden können wie ein herkömmlicher Einkaufswagen, aber auch in der Lage sein, seinem Benutzer zu folgen oder ihn sogar an ein gewünschtes Ziel zu führen. Hierfür ist eine ständige Beobachtung des Benutzers notwendig. Der Benutzer soll den Wagen durch den haptisch sensitiven Griff, durch verbale Befehle oder sogar durch Gesten kommandieren können. Aufgabe des FZI ist der Entwurf der Steuerungsarchitektur für diesen Roboter und die Entwicklung einer verhaltensbasierten Steuerung, die den besonderen navigatorischen Herausforderungen, wie der Vielzahl statischer und dynamischer Hindernisse, Rechnung trägt.

## **Fahrerlose Transportsysteme**

*(C. Birkenhofer, B. Gaßmann, K. Uhl)*

In den vergangenen Jahren wurde mit der Firma Swisslog Telelift zusammen eine autonome Bewegungssteuerung für Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) entwickelt, welche mit Hilfe eines Scanmatchingverfahrens navigiert, bei dem für den Personenschutz ohnehin notwendige Laserscanner zum Einsatz kommen. Darüber hinaus wurde gemeinsam eine zentrale Steuerung des gesamten Fahrerlosen Transportsystems (FTS) realisiert, die neben mehreren FTF auch in der Anlage installierte Peripheriegeräte wie Fahrstühle, automatische Türen, Warnlichter, Eingabeterminals, etc. koordiniert. Die im FTS eintreffenden Transport-

aufträge werden dabei optimal auf die verfügbaren FTF verteilt. Durch den Einsatz dieses FTS in unterschiedlichen Krankenhäusern in Europa, den USA sowie Asien werden die Anforderungen kontinuierlich erweitert und den Begebenheiten vor Ort angepasst. Mit einem weiteren FTS Anbieter, der Firma MLR, konnte die Vorserienentwicklung eines zuverlässigen und kostengünstigen Kreiselsystems auf Basis von piezoelektrischen Gyroskopen für FTF durchgeführt werden.

### **Zweibeiniges elastisches Laufen**

*(T. Kerscher)*

Ziel dieses Vorhabens ist die technische Umsetzung des elastischen Laufens durch die Realisierung biomechanisch motivierter Regelungsstrategien. Der Mensch verwendet bei der Fortbewegung die Feder-Dämpfer-Eigenschaften der Muskeln als Energiespeicher. Weithin ermöglicht die Nachgiebigkeit der Gelenke eine implizite Anpassung an die Umwelt. Als dafür nötigen elastischen Antrieb wird ein künstlicher Muskel nach dem McKibben-Prinzip verwendet. Dieser Muskel zeigt trotz einiger Nachteile sehr ähnliches statisches und dynamisches Verhalten wie der biologische Muskel und hat sich daher für diese Vorhaben als idealer Antrieb herausgestellt. Mit Hilfe des "Virtual Model Control" wird eine Regelung für elastisches Gehen entworfen, welche aktiv und auch passiv die Eigenschaften der Muskeln für eine flüssige, energieeffiziente Bewegung verwendet.

Für die Realisierung des elastischen Laufens hat sich ein hybrides Antriebskonzept, bestehend aus Elektromotoren in der Hüfte und künstlichen pneumatischen Muskeln in Knie und Sprunggelenk, als sinnvoll herausgestellt. Dabei werden die elastischen Eigenschaften über die künstlichen Muskeln gesichert, die schnelle Bewegung der Hüfte allerdings über Elektromotoren ermöglicht. Der Einsatz der Muskeln als antagonistisches Paar gestattet die Realisierung eines einstellbaren Feder-Dämpfer-Systems sowie die Einstellung der Gelenksteifigkeiten. Dies ermöglicht eine flexible Anpassungsmöglichkeit der Bewegung an unterschiedliche Untergründe bei unterschiedlichen Bewegungsgeschwindigkeiten.

### **LAURON – Das Arbeitstier auf sechs Beinen**

*(T. Kerscher, M. Ziegenmeyer)*

Die sechsbeinige, biologisch motivierte Laufmaschine LAURON wurde entwickelt, um statisch stabiles Laufen in unwegsamem Gelände zu realisieren. Als biologisches Vorbild für die Mechanik und die Bewegungssteuerung dient die Stabheuschrecke. LAURON ist in der Lage, selbständig seine Umgebung wahrzunehmen und den Weg zu einem angegebenen Ziel zu planen. Während des Laufens kann LAURON mit Hilfe der Sensoren mögliche Hindernisse erkennen, um diese entweder zu übersteigen oder, falls nötig, zu umgehen. Durch die neu entwickelte flexible verhaltensbasierte Steuerung kann sich LAURON besser an unbekannte Situationen anpassen. Der robuste mechanische Aufbau und die unterschiedlichen Lauf- und Bewegungsmöglichkeiten garantieren auch in Extremsituationen eine stabile Fortbewegung.



LAURON

Mit Hilfe einer semantischen Missionssteuerung für autonome Serviceroboter ist LAURON in der Lage, Inspektionsaufgaben in komplexen Umgebungen durchzuführen. Als konkretes Inspektionsziel wird das Auffinden von Müll in unstrukturiertem Gelände (z. B. Flussufer, Wald) untersucht. Die semantische Missionssteuerung setzt auf dem umfangreichen Verhaltensrepertoire auf. Die Inspektionsdatenauswertung basiert auf den Bildern des Stereokamerasystems und verwendet statistische Texturmerkmale zur Klassifikation des vor dem Roboter liegenden Geländes. Die Ergebnisse der Inspektionsdatenauswertung werden von der semantischen Inspektion mit Hilfe eines wahrscheinlichkeitsbasierten Multihypothesenansatzes fusioniert. Das zentrale Element der semantischen Missionssteuerung bildet eine Wissensbasis in Form einer Ontologie.

### **Fahrerassistenzsysteme**

*(T. Gumpp, D. Nienhüser, T. Schamm, M. Ziegenmeyer)*

In Kooperation mit einem Industriepartner werden seit 2006 Fahrerassistenzsysteme für zukünftige Automobile entwickelt. Diese elektronischen Zusatzeinrichtungen übernehmen als "intelligente Beifahrer" Komfort- und Sicherheitsfunktionen im Fahrzeug. Sie können Risiken erkennen und den Fahrer durch Warnhinweise auf mögliche Gefahrensituationen aufmerksam machen oder aktive Sicherheitssysteme, wie z. B. Airbags, intelligenter auslösen. Wesentliche Schwerpunkte der in diesem Projekt durchgeführten Arbeiten sind die Wahrnehmungskomponenten, d. h. die Auswertung von Kamerabildern, Tiefenbildsensoren oder anderen Sensoren, sowie die Erkennungskomponenten, d. h. die Klassifizierung bzw. Erkennung von Objekten, Situationen, Fahrzeug- und Umgebungszuständen. In diesem Zusammenhang wurden insbesondere Verfahren und Methoden zur Erkennung von Fahrspuren, Verkehrszeichen und Hindernissen entwickelt. Darüber hinaus wurden Systeme zur Erkennung der Beifahrersitzbelegung und zur Einparkunterstützung realisiert.



## KHG – Entwicklung eines angepassten ROSI-Systems

(T. Kerscher, M. Ziegenmeyer)

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. Im Rahmen vorangegangener Projekte wurde der Einsatz eines rotierenden SICK-Laserscanners zur 3D-Szenenerfassung bei der Fa. KHG evaluiert. Innerhalb dieser Projekte hat sich gezeigt, dass ein ROSI-System die Möglichkeiten der Tele-Operation und Tele-Manipulation erheblich erweitert. Bei den bisherigen Projekten handelte es sich bei dem ROSI-Scanner um eine Leihgabe des Instituts für Technische Informatik (ITEC/IAIM). Innerhalb dieses Projektes wurden die in den vorangegangenen Projekten gemachten Erfahrungen bei der Konstruktion eines ROSI-Systems für die KHG verwendet. Dieses System wurde hinsichtlich Bauform, Datenübertragungsverfahren und Leitstand für die Anforderungen eines Einsatzes bei der Fa. KHG angepasst. Das System umfasst die mobile Scaneinheit (Scanner), den mobilen Leitstand und die Kommunikationsstrecke zwischen Scanner und Leitstand und wurde erfolgreich bei der Fa. KHG in Betrieb genommen.

## Kairo-II

(C. Birkenhofer)

Mehrsegmentige Roboter besitzen Eigenschaften und Fähigkeiten, die bei Fahrten und Missionen in schwieriger Umgebung von großem Nutzen sind. Das Forschungszentrum Informatik beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahren mit der Entwicklung solcher Roboter.

Aufbauend auf die Architektur MAKROplus, deren Entwicklung vom BMBF bis 2005 gefördert wurde, entsteht am FZI der mehrsegmentige Roboter Kairo-II. Mit seinen insgesamt 27 Bewegungsfreiheitsgraden ist der Roboter in der Lage, während einer Transportfahrt einzelne Segmente auf einer definierten Trajektorie zu bewegen. Der Roboter kann also während der Fahrt mit einer Kamera eine vorgegebene Bahn abfahren. Sensoren zur Kraft-



*Kairo-II*



erfassung ermöglichen 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.

### **KEMA: Konzeptstudie – Einlernstrategien für Montage-Arbeitsabläufe**

(A. Bierbaum, T. Kerscher, S. Rühl)

In der Konzeptstudie - Einlernstrategien für Montage-Arbeitsabläufe (KEMA) wurde für einen Industriepartner die Möglichkeit untersucht, Methoden des Programmierens durch Vormachen in die industrielle Anwendung zu transferieren. Dies wurde exemplarisch anhand eines Beispielszenarios – Pick-and-Place-Aufgabe für Kunststoffteile – durchgeführt. Heute eingesetzte Robotersysteme lassen sich nur mit hohem Aufwand an neue Applikationen oder Typvarianten anpassen. Kurze Produktlebenszyklen fordern jedoch eine immer größere Flexibilität in der Produktion, daher ist der Einsatz von Robotersystemen für solche Aufgaben nicht wirtschaftlich. Im Rahmen der Studie wurden deshalb Methoden untersucht, mit denen ein vielseitig einsetzbares Robotersystem entwickelt werden kann. Der Fokus lag dabei auf zuverlässigen Programmierverfahren, mit denen ein Werker das Robotersystem für neue Aufgaben schnell und zuverlässig programmieren kann. Ein zweiter Schwerpunkt lag auf der Ausführung der Manipulation. Hier wurden besonders Verfahren betrachtet, die flexibles Greifen unterschiedlicher Objekte erlauben.

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

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

**Bierbaum, A.; Welke, K.; Burger, Asfour, T.; Dillmann, R.:** Haptic Exploration for 3D Shape Reconstruction using Five-Finger-Hand. In: IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2007, Pittsburgh, PA, USA, 29.11.-01.12. 2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007; CD-Proc.

**Fritz, D.; Kroll, J.; Dillmann, R.; Scheuring, M.:** Automatic 4D segmentation of the left ventricle in cardiac-CT data. In: Procee-

dings of SPIE. Hrsg.: Pluim, J. P. W.; Reinhardt, J. M.; Medical Imaging 2007, San Diego, CA, USA, 17.-22.02.2007. Bellingham, WA, USA: SPIE Press, 2007 (Medical Imaging: Image Processing; 6512)

**Hassert, M.; Gockel, T.; Dillmann, R.:** 3D-Datenerfassung in Echtzeit auf Basis des Shape-From-Structured-Light-Verfahrens. In: 10. Anwendungsbezogener Workshop zur Erfassung, Modellierung, Verarbeitung und Auswertung von 3D-Daten. Hrsg.: Paul, L.; Stanke, G.; Pochanke, M.; 3D-NordOst 2007, Berlin, 06.-07.12.2007. Berlin: GFaI, 2007, S. 27-36

**Hazer, D.; Kroeger, R.; Unterhinninghofen, R.; Kurz, P.; Dillmann, R.; Richter, G. M.:** Computational fluid dynamic simulations: effects of non-newtonian blood behaviour in individual aortic aneurysms. In: SURGETICA 2007: Computer-aided medical interventions: tools and applications. Hrsg.: Troccaz, J.; Merloz, P.; SURGETICA 2007, Chambéry, France, 19.-21.09.2007. Montpellier, France: sauramps médical, 2007, S. 123-131

**Kasper, A.; Becher, R.; Steinhaus, P.; Dillmann, R.:** Developing and Analyzing Intuitive Modes for Interactive Modeling. In: Proceedings of the Ninth International Conference on Multimodal Interfaces. Hrsg.: Association for Computer Machinery. ICMI 07, Nagoya, Japan, 12.-15.11.2007. New York, USA: ACM Order Department, 2007, S. 74-81

**Lösch, M.; Schmidt-Rohr, S.; Knoop, S.; Vacek, S.; Dillmann, R.:** Feature Set Selection and Optimal Classifier for Human Activity Recognition. In: Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. ROMAN 2007, Jeju Island, Korea, 26.-29.08.2007; CD-Proc.

**Omrčen, D., Ude, A.; Welke, K.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Sensorimotor Processes for Learning Object Representations. In: IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2007, Pittsburgh, PA, USA, 29.11.-01.12.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007

**Pardowitz, M.; Dillmann, R.:** Towards Life-Long Learning in Household Robots: the Piagetian Approach. In: Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Deve-

lopment and Learning. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICDL 2007, London, UK, 11.-13.07.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007, siehe CD-ROM

**Schröder, J.; Hoffmann, M.; Zöllner, M.; Dillmann, R.:** Behavior Decision and Path Planning for Cognitive Vehicles using Behavior Networks. In: 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proc. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IV07, Istanbul, Turkey, 13.-15.06.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007, S. 227-232

**Speidel, S.; Sudra, G.; Schalck, S.; Müller-Stich, B. P.; Gutt, C.; Dillmann, R.:** Automatic image-based analysis for context-aware assistance in minimally invasive surgery. In: SURGETICA 2007: Computer-aided medical interventions: tools and applications. Hrsg.: Troccaz, J.; Merloz, P.; SURGETICA 2007, Chambéry, France, 19.-21.09.2007. Montpellier, France: sauramps médical, 2007, S. 53-62

**Strand, M.; Erb, F.; Dillmann, R.:** Range Image Registration Using an Octree based Matching Strategy. In: Proc. of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICMA 2007, Harbin, China, 05.-08.08.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007, S. 1622-1627

**Vacek, S.; Gindele, T.; Dillmann, R.:** Situation Classification for Cognitive Automobiles Using Case-Based Reasoning. In: Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium. Intelligent Vehicles Symposium, Istanbul, Turkey, 13.-15.06.2007. S. 704-709

**Vahrenkamp, N.; Asfour, T.; Dillmann, R.:**

Efficient Motion Planning for Humanoid Robots using Lazy Collision Checking and Enlarged Robot Models. In: 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IROS 2007, San Diego, CA, USA, 29.10.-02.11.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007, S. 3062-3067

**Welke, K.; Oztop, E.; Cheng, G.; Dillmann, R.:**

Exploiting Similarities for Robot Perception. In: 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IROS 2007, San Diego, CA, USA, 29.10.-02.11.2007. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2007, S. 3237-3242

**Beiträge in Zeitschriften:****Asfour, T.; Azad, P.; Vahrenkamp, N.;**

**Regenstein, K.; Bierbaum, A.; Welke, K.;**

**Schröder, J.; Dillmann, R.:** Toward humanoid manipulation in human-centred environments. In: Robotics and Autonomous Systems, 2007; Band 56, Heft 1, S. 54-65

**Dillmann, R.; Albiez, J.; Gaßmann, B.;**

**Kerscher, T.; Zöllner, M.:** Biologically inspired walking machines: design, control and perception. In: Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, Band 365, Heft 1850, 2007, S. 133-151

**Kohlhepp, P.; Strand, M.; Bretthauer, G.;**

**Dillmann, R.:** The Elastic View Graph Framework für Autonomous, Surface-based 3D-Slam, Part I: Concept and Local Layer. In: at -Automatisierungstechnik, Band 55, Heft 3, 2007

**Seifert, S.; Dillmann, R.:**

Biomechanical Modeling of the Cervical Spine on the Basis of Tomographic Data. In: Biomedical Engineering, Band 52 (5), 2007, S. 337-345

**Steinhaus, P.; Strand, M.; Dillmann, R.:**

Autonomous Robot Navigation in Human-Centered Environments Based on 3D Data Fusion. In: EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, Band 2007; S. 117-126

**Unterhinninghofen, R.; Ley, S.; Frydrychowicz, A.; Markl, M.:**

MRT-basierte tridirektionale Flussbildgebung. In: Der Radiologe, Band 47, 2007

Forschungsbereich

Institut für Technische Informatik

**Intelligente  
Sensor-Aktor-Systeme**

Leiter:	Prof. Dr. U. D. Hanebeck
Sekretärin:	Dr. D. Gambichler
Wiss. Mitarbeiter:	M. Baum (ab 01.08.2007), F. Beutler (F), D. Brunn (F), M. Huber (F), V. M. Klumpp, P. Krauthausen (F, ab 01.08.2007), K. Roberts (F), F. Sawo (F), O. Schrempf, F. Weißel (F), A. Pérez Arias (F, ab 01.06.2007)
Techniker:	W. Rihm
Techn. Mitarbeiter:	W. Bleier, H. Merkle
Fotolaborantin:	A. Oberle

**Lehrstuhleinleitung***(U. D. Hanebeck)*

Der Lehrstuhl für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS) befasst sich mit der Informationsverarbeitung in Anwendungen wie Ortung, Mensch-Roboter-Kooperation, Sensor-Aktor-Netzwerke, Medizintechnik, verteilte Messsysteme und Telepräsenz. Als Basis dient ein laufend weiterentwickelter Baukasten zum Entwurf von stochastischen Schätzverfahren für verschiedene Randbedingungen. Dabei steht vor allem die Behandlung von stark nicht-linearen Systemen, von hybriden dynamischen und räumlich verteilten Systemen im Vordergrund.

Bei der Behandlung verteilter Systeme, die sich beispielsweise bei der Betrachtung ausgedehnter physikalischer Phänomene ergeben, werden sowohl die vollständige Rekonstruktion aus zeit- und ortsdiskreten Messsequenzen als auch die optimale Generierung derartiger Messsequenzen betrachtet.

Eine Anwendung dieser Verfahren sind Sensor-Aktor-Netzwerke, wobei in diesem Kontext eine dezentrale Verarbeitung auf den einzelnen Rechenknoten zwingend erforderlich ist. Die entwickelten Methoden zur dezentralen Rekonstruktion von verteilten Phänomenen und zur Generierung optimaler Messsequenzen werden in leicht abgewandelter Form auch in zwei weiteren Anwendungen eingesetzt, und zwar zur Bewegungssynchronisation von Operationsinstrumenten mit dem schlagenden Herzen und zur Kalibrierung von Werkzeugmaschinen. Als Erweiterung der Schätzverfahren wird die kombinierte Regelung und Schätzung von verteilten stochastischen Systemen untersucht, wobei eine Anwendung die kooperative prädiktive Regelung von Roboterteams ist.

Außerdem befasst sich der Lehrstuhl mit Techniken für die weiträumige Telepräsenz, welche einem Benutzer den Eindruck vermittelt, sich in einer ausgedehnten entfernten Zielumgebung natürlich gehend fortbewegen zu können, obwohl ihm typischerweise nur eine begrenzte lokale Umgebung zur Verfügung steht. Die Herausforderungen an die Infor-

mationsverarbeitung liegen hier in der stochastischen Prädiktion des gewünschten Pfades in der Zielumgebung, dessen optimaler Kompression in die Benutzerumgebung und der Führung des Benutzers auf dem resultierenden Pfad.

### **Nichtlineare Zustandsschätzung**

*(D. Brunn, M. Huber, V. M. Klumpp, F. Sawo, 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. Schadstoffverteilungen). Für nichtlineare dynamische Systeme mit stochastischen Störeinflüssen ist dieses Problem noch nicht befriedigend gelöst, da bei rekursiver Verarbeitung die Komplexität der Dichtebeschreibung unbeschränkt wächst.

Um eine effiziente Zustandsschätzung mit konstanter Komplexität durchführen zu können, werden am ISAS Schätzverfahren entwickelt, die auf verschiedenen Approximationsansätzen basieren. Die auftretenden Wahrscheinlichkeitsdichten werden dabei durch Dichteklassen mit universeller Approximationsfähigkeit repräsentiert. Dazu zählen Dirac- und Gaußmischfunktionen sowie Dichten aus orthogonalen Funktionsreihen. Ein weiterer Ansatz ist die Approximation der Systemfunktionen durch bedingte Dichten, die durch Gaußmisch- und hybride Dichten dargestellt werden.

Weiterhin werden Verfahren untersucht, die es erlauben, Mengen von Wahrscheinlichkeitsdichten zu verarbeiten. 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 und Rollenabsprache**

*(M. Baum, P. Krauthausen, O. Schrempf)*

Die menschliche Kommunikation und Kooperation basiert zu großen Teilen auf der Fähigkeit zur impliziten wechselseitigen Einschätzung der Absichten des Gegenübers. Im Rahmen des SFB 588 "Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter" wird am ISAS erforscht, wie die Intentionserkennung als implizite Kommunikationsart für technische Systeme nutzbar gemacht werden kann und im Rahmen einer Rollenabsprache implizite Kommandierung realisiert werden kann.

Um den Besonderheiten der Intentionserkennung Rechnung zu tragen, wird am ISAS ein stochastischer Ansatz mit hybriden dynamischen Bayesnetzen verfolgt. Bayesnetze, als kaskadierte stochastische Modelle, erlauben die explizite Modellierung kausaler Zusammenhänge zwischen Intentionen, Aktionen und Beobachtungen. Im Mittelpunkt der systemtheoretischen Betrachtungen steht die Behandlung nichtlinearer Abhängigkeiten zwischen Variablen sowie Szenarien, in denen gemischtwertige Zufallsvariablen auftreten werden. Prototypisch wurde ein Schätzer für das SFB-Küchenszenario entwickelt, der sukzessive um weitere Aspekte wie situationsbedingte Struktur und Abhängigkeiten erweitert wird.

In einem weiteren Schritt soll in Zukunft untersucht werden, wie der Roboter auf Basis von diesen Intentionsschätzungen möglichst optimale Rollenverteilungen und Handlungen für eine intuitive Mensch-Roboter-Kooperation bestimmen kann. Als Beispielszenario dient hierbei der gemeinsame Aufbau eines Regals. Dieses Szenario wurde mithilfe des weiträumigen Telepräsenzsystems am ISAS in einer virtuellen Umgebung realisiert, sodass eine wirklichkeitsnahe Evaluation der Mensch-Roboter-Kooperation möglich wird.

### **Sensor-Aktor-Netzwerke**

*(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 prädictiert 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.

### **Stochastische modell-prädiktive Regelung**

*(F. Weißel)*

Bei der modell-prädiktiven Regelung (MPC) wird nicht nur der aktuelle Zustand eines technischen Systems, z. B. die Position eines mobilen Roboters, sondern auch das von verschiedenen Stellgrößensequenzen abhängige zukünftige Verhalten des Systems in die Regelung miteinbezogen, was zu einer qualitativ deutlich höherwertigen Regelung führt. Die am ISAS entwickelten Verfahren zur stochastischen nichtlinearen modell-prädiktiven Regelung (SNMPC) zeichnen sich insbesondere durch die systematische Berücksichtigung von Unsicherheiten und Nichtlinearitäten aus, wobei hierzu die am Lehrstuhl entwickelten Techniken zur Zustandsschätzung zugrundegelegt werden. Neben klassischen Funktionen zur Bewertung der Güte einer Stellgrößensequenz, wie z. B. der quadratischen Abweichung des Zustands, ermöglicht die Berücksichtigung stochastischer Größen auch deutlich ausdrucksstärkere und anwendungsspezifischere Gütefunktionen auf der Basis von Gauß- und

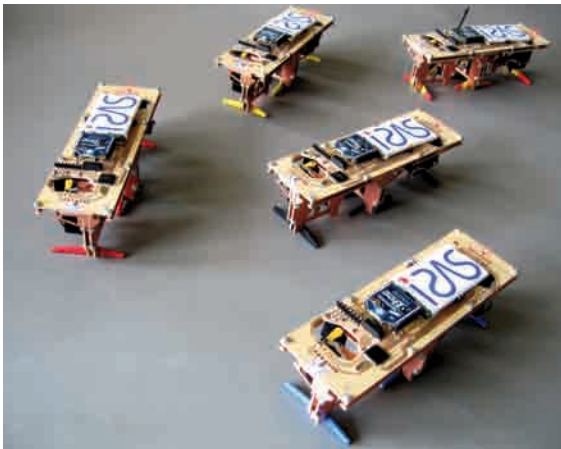
Dirac-Mischfunktionen. Die praktische Erprobung der Regelungsverfahren erfolgt u. a. mit einer Gruppe von miniaturisierten Laufrobotern.

### Miniaturroboter

(M. Huber, F. Weißel)

Zur Durchführung verschiedener Experimente aus den Bereichen Zustandsschätzung (z. B. kooperative Positionsschätzung), Einsatzplanung (z. B. Mess-Einsatzplanung) und modellprädiktiver Regelung (z. B. Bahnplanung) wird am ISAS eine Gruppe von miniaturisierten Laufrobotern entwickelt.

Diese Roboter verfügen über sechs voneinander unabhängige aktorische Freiheitsgrade, so dass Bewegungen mit unterschiedlichen Bewegungsmustern und somit auch mit unterschiedlichen kinematischen Modellen möglich sind. Neben den Grundbewegungsmustern "Drehung um die Hochachse" sowie Vorwärts- und Seitwärtsbewegung können auch beliebige Überlagerungen dieser Bewegungen ausgeführt werden. Für den autonomen Betrieb verfügen die Roboter über Funkkommunikation, einen Lithium-Polymer-Akkumulator zur Energieversorgung sowie einen Mikrocontroller zur Bewegungssteuerung. Die Roboter sind in eine Testumgebung integriert, in der die Positionen von Robotern und Hindernissen mit einer Deckenkamera ermittelt werden, wodurch sich eine Vielzahl verschiedener Sensoren, wie z. B. Ultraschallsensoren zur Abstandsmessung, emulieren lassen.



ISAS miniaturisierte  
Laufroboter

### Weiträumige Telepräsenz

(A. Pérez Arias, P. Rößler)

Die weiträumige Telepräsenz vermittelt dem 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 den Benutzer.

Um dem Benutzer eine Bewegung in der Zielumgebung zu erlauben, werden seine Kopfbewegungen mit einem akustischen Ortungssystem erfasst, an den Teleoperator übertragen und von diesem imitiert. Damit kann der Benutzer durch natürliches Umhergehen in der 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 gleichzeitig weiträumige Bewegung und haptische Interaktion erlaubt. Die weiträumige Telepräsenz wird im Sonderforschungsbereich 588 "Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter" eingesetzt, um Ausnahmesituationen bei humanoiden Haushaltsrobotern zu behandeln.

### **Erfassung der Bewegung von Personen**

*(F. Beutler)*

Für die weiträumige Telepräsenz ist Wissen über die präzise Lage des Benutzers in seiner lokalen Umgebung von entscheidender Bedeutung. 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.

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 mit der entfernten Umgebung interagieren kann. Bei der Ortung des Benutzers werden breitbandige akustische Signale verwendet, die als zeitabhängige, nichtlineare Messabbildung interpretiert werden. Somit lassen sich zu jedem empfangenen Abtastwert rekursiv die Verteilungsdichten über die Lageinformation des Benutzers schätzen.

### **Bewegungssynchronisation von Operationsinstrumenten mit dem schlagenden Herzen**

*(K. Roberts)*

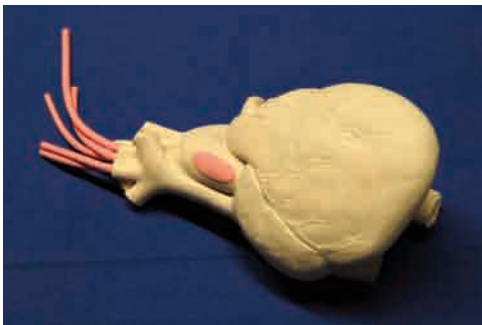
Robotergestützte Operationen am schlagenden Herzen, wie z. B. die Legung von Bypässen oder die linksventrikuläre Resynchronisierungstherapie erfordern von dem Chirurgen eine ständig hohe Konzentration. Um den Chirurgen zu entlasten und die Präzision des Eingriffes zu erhöhen, ist ein robotergestütztes Chirurgiesystem hilfreich, das die Instrumente mit dem Interventionspunkt synchronisiert. Zur Synchronisation der Instrumente muss die Position der Herzoberfläche am Interventionspunkt präzise geschätzt werden.

In diesem Projekt wird ein modellbasiertes Schätzverfahren entwickelt, das die Herzoberfläche am Interventionspunkt basierend auf Positionsmessungen von diskreten



Herzoberflächenpunkten rekonstruiert. Die Herzoberfläche wird dabei durch mehrere verknüpfte, schwingende Membranen modelliert, deren Zustände und Parameter geschätzt werden. Zur Initialisierung des Schätzverfahrens müssen alle Messpunkte der Herzoberfläche registriert und die patientenspezifische Herzgeometrie durch die verschiedenen Membranen approximativ erfasst werden.

Neben invivo-Experimenten dient zur Evaluierung des Verfahrens ein künstliches Herz, das mit Hilfe eines steuerbaren Luftdrucksystems variierende charakteristische Herzbewegungen ausführen kann. Das künstliche Herz ist mit Markierungen versehen, die mittels optischer Sensoren verfolgt werden und deren Positionen als Messungen für das Schätzverfahren dienen. Das Projekt wird im Rahmen des Graduiertenkollegs GRK 1126 "Intelligente Chirurgie" gefördert.



*Künstliches Herz zur Evaluierung des modellbasierten Schätzverfahrens*

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

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

- Bader, T.; Wiedemann, A.; Roberts, K.; Hanebeck, U. D.:** Model-based Motion Estimation of Elastic Surfaces for Minimally Invasive Cardiac Surgery. In: Proceedings. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2007), Rome, Italy, 10.-14.04.2007. S. 2261-2266
- Hanebeck, U. D.; Schrempf, O.:** Greedy Algorithms for Dirac Mixture Approximation of Arbitrary Probability Density Functions. In: Proceedings. IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2007), New Orleans, USA, 10.-15.12.2007. S. 3065-3071
- Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** Hybrid Transition Density Approximation for Efficient Recursive Prediction of Nonlinear Dynamic Systems. In: Proceedings. International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN 2007), Cambridge, Massachusetts, 25.-28.04.2007. S. 283-292

**Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** The Hybrid Density Filter for Nonlinear Estimation based on Hybrid Conditional Density Approximation. In: Proceedings. 10th International Conference on Information Fusion (Fusion 2007), Quebec, Canada, 09.-12.07.2007

**Sawo, F.; Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** Parameter Identification and Reconstruction Based on Hybrid Density Filter for Distributed Phenomena. In: Proceedings. 10th International Conference on Information Fusion (Fusion 2007), Quebec, Canada, 09.-12.07.2007

**Schrempf, O.; Hanebeck, U. D.:** Recursive Prediction of Stochastic Nonlinear Systems Based on Dirac Mixture Approximations. In: Proceedings. American Control Conference (ACC 2007), New York, USA, 11.-13.07.2007

**Weissel, F.; Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** A Nonlinear Model Predictive Control Framework Approximating Noise Corrupted Systems with Hybrid Transition Densities. In: Proceedings. Conference on Decision and Control (CDC 2007), New Orleans, USA, 10.-15.12.2007. S. 3661-3666

**Weissel, F.; Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** Efficient Control of Nonlinear Noise-Corrupted Systems Using a Novel Model Predictive Control Framework. In: Proceedings. American Control Conference (ACC 2007), New York, USA, 11.-13.07.2007. S. 3751-3756

**Weissel, F.; Huber, M.; Hanebeck, U. D.:** Test-Environment based on a Team of Miniature Walking Robots for Evaluation of Collaborative Control Methods. In: Proceedings. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2007), San Diego, USA, 29.10.-01.11.2007. S. 2474-2479

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Brunn, D.; Sawo, F.; Hanebeck, U. D.:** Modellbasierte Vermessung verteilter Phänomene und Generierung optimaler Messsequenzen. In: tm - Technisches Messen, Oldenbourg Verlag, 2007, Bd. 3, S. 75-90

**Institut für Technische Informatik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. J. Henkel
Sekretariat:	R. Murr-Grobe, M. Scheffel
Akadem. Oberrat:	Dr. F. Feldbusch
Wiss. Mitarbeiter:	M. A. Al Faruque, L. Bauer, T. Bonny, D. Hillenbrand (F), F. Kaiser
Zeichnerin:	D. Tautz
Techn. Mitarbeiter:	M. Buchty, E. Kwee-Christoph, L. Stuckert
Stipendiaten:	N. Iqbal (F, ab 15.04.2007), M. Shafique (F)

**Embedded Systems****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 den Einsatz von Multi-Prozessor-Systemen in weit verbreiteten (mobilen) Eingebetteten Systemen möglich machen wird. Die Herausforderungen sind mannigfaltig und reichen von den Architekturen über Entwurfsmethodiken bis hin zu neuen Programmparadigmen.

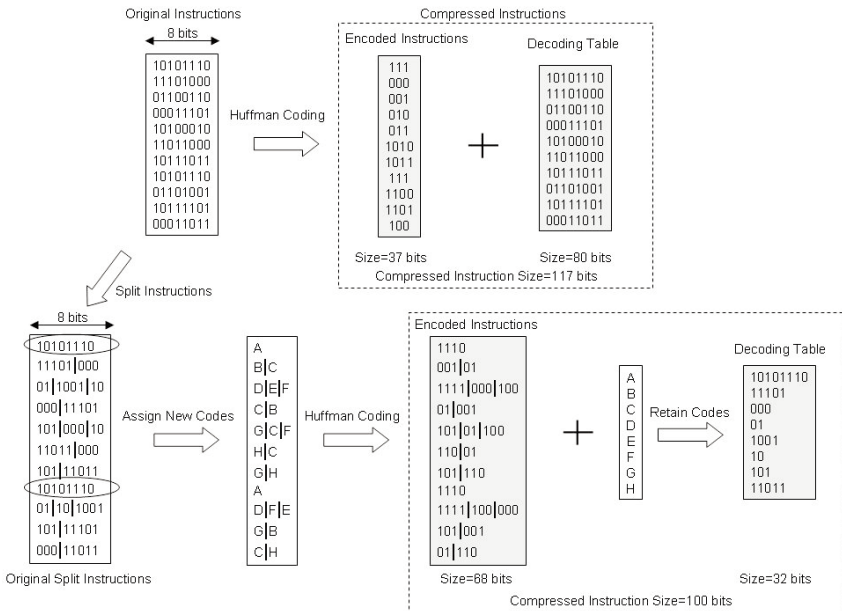
Unser Hauptaugenmerk und unsere Kompetenz liegen auf den Entwurfsmethodiken und maßgeschneiderten Architekturen. Daher beschäftigen wir uns mit neuartigen Konzepten für Architekturen, deren Befehlssatz zur Laufzeit angepasst werden kann, sowie mit maßgeschneiderten On-Chip-Kommunikationsarchitekturen 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.univ-karlsruhe.de>.

**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. Daher führen wir Forschungen auf dem Gebiet der Code-Kompression für Eingebettete Systeme durch.

Die vorgeschlagenen Kompressionsentwürfe komprimieren den Objektcode und erzeugen encodierte Instruktionen und Dekodierungstabellen. Wir haben herausgefunden, dass die Dekodierungstabellen 40% des Speichers beanspruchen, 60% werden für die encodierten Instruktionen benötigt. Der von der Tabelle beanspruchte Raum beeinflusst erheblich den insgesamt möglichen Kompressionsumfang. Daher präsentieren wir einen neuartigen Ansatz, der die Größe der komprimierten Dekodierungstabelle reduzieren soll. Abb. 1 zeigt die Schritte für unseren Komprimierungs-Ansatz: Zuerst werden die Instruktionssätze der Applikation in Patterns verschiedener Länge gesplittet. Danach komprimieren wir diese Patterns mit dem Huffman Coding-Algorithmus. Die gesplitteten Patterns werden mit kurzen Codewörtern kodiert. Die Größe der neuen 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 %.



Code-Komprimierungsschritte

**Zur Laufzeit dynamisch anpassbarer Eingebetteter Prozessoren**

(L. Bauer, J. Henkel, M. Shafique)

Heutige applikationsspezifische Prozessoren (ASIPs) sind effizient, wenn die Zielanwendung wenige Hot Spots enthält. Wenn jedoch sehr viele Hot Spots vorhanden sind, weil z.B. mehrere Applikationen im Rahmen eines Multitasking-Systems ausgeführt werden sol-

len, würden ASIPs dedizierte Hardwarebeschleuniger für jede zu beschleunigende Applikation bereitstellen, auch wenn die Applikation nicht immer benötigt wird (z. B. Video-Konferenz übers Handy). In unserem Ansatz wird stattdessen eine rekonfigurierbare Hardware eingesetzt, welche den momentanen Anforderungen der tatsächlich laufenden Applikationen dynamisch angepasst werden kann.

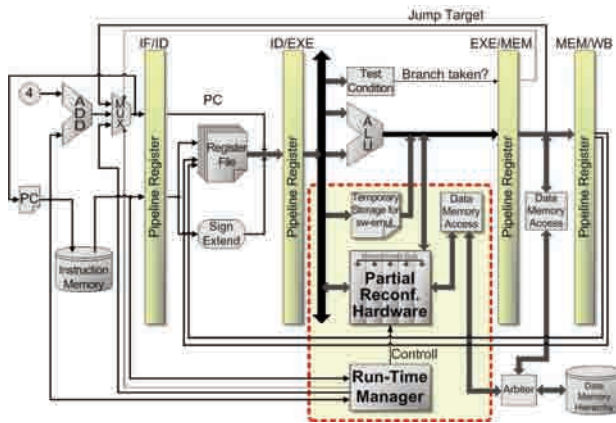


Abb. 1: Architektur mit einer eng gekoppelten, partiell rekonfigurierbaren Hardware und einem steuernden Laufzeitsystem (siehe rot gestrichelter Kasten)

Da die Rekonfiguration verhältnismäßig lange dauert (im Millisekunden-Bereich), besteht die Herausforderung darin, die am besten geeigneten Beschleuniger in der rekonfigurierbaren Hardware bereitzustellen und die jeweilige Rekonfiguration rechtzeitig anzufangen. Dazu müssen verschiedene Rahmenbedingungen, wie z. B. die erwartete Benutzungshäufigkeit und der zu erwartende Geschwindigkeitsgewinn, beim Anbieten des einen oder anderen Beschleunigers berücksichtigt und auch verschiedene Rekonfigurationsreihenfolgen gegeneinander abgewogen werden. Neben der Erstellung eines Hardwareprototyps haben wir uns verstärkt mit den Konzepten und Verfahren im Hinblick auf eine effiziente Realisierung des Laufzeitsystems beschäftigt.

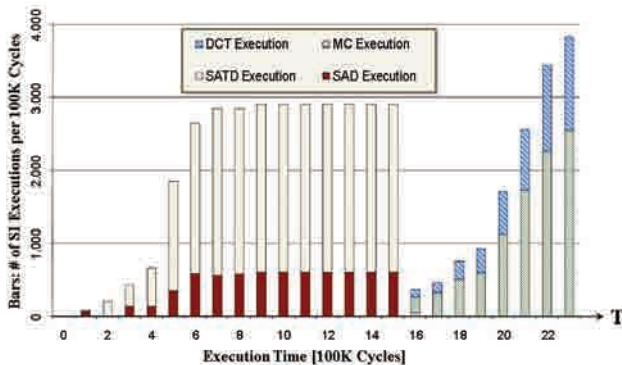


Abb. 2: Zeitachse für das Enkodieren eines Bildes mit H.264. Die Höhe der Balken zeigt, wie durch Rekonfiguration immer mehr rechenaufwändige Spezialbefehle (SI) pro Zeitfenster ausgeführt werden.

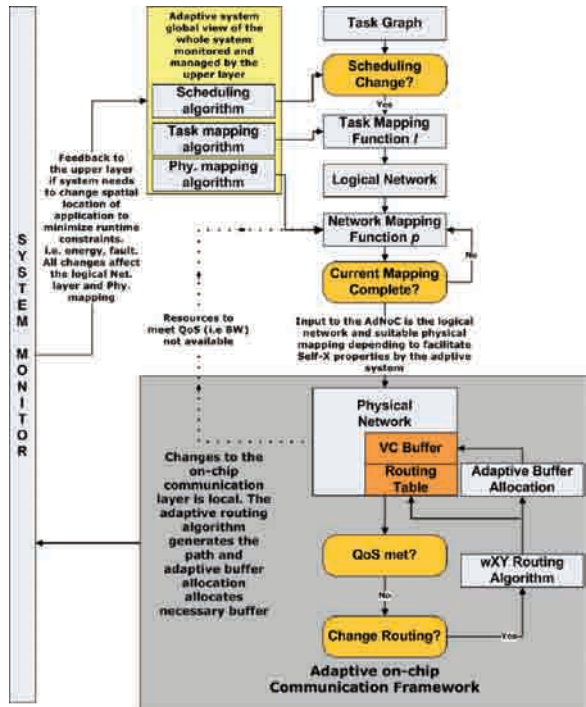
## Networks on Chip Architecture

(M. A. Al Faruque, J. Henkel)

On Chip-Netzwerke (NoC) gewinnen stetig an Bedeutung, da es künftig möglich wird, hunderte von Prozessoren auf einem einzigen Chip zu integrieren. Umso wichtiger werden effiziente On-Chip-Kommunikationsarchitekturen für die Zukunft von SoC-Architekturen. Unser NoC-Projekt hat zwei Ziele: (1) Entwurf und Implementierung eines adaptiven NoC, (2) Ein Konzept, das QoS für ein NoC garantiert, z. B. einen garantierten Durchsatz bei hoher Betriebsmittelnutzung.

Innerhalb der Forschungsrichtung QoS haben wir dieses Jahr eine Methodik entwickelt, um die virtuellen Kanäle (Puffer) zu reduzieren. Die Anzahl virtueller Kanäle (Puffer) wird während der Anwendungen zu einem NoC-Mapping in der Offline-Phase eines System-on-Chip (SoC)-Designs reduziert, da sie auf Hochleistungsprozessoren betrieben werden (erste Phase der Minimierung). In der zweiten Phase haben wir ein probabilistisches Modell vorgeschlagen, um unter Berücksichtigung des Eingabe-Modells weiter virtuelle Kanäle zu reduzieren. Durchschnittlich erzielen wir 79% weniger virtuelle Kanäle im Vergleich zu der festen Zuweisung für eine Sammlung von Anwendungen.

Wir schlagen einen adaptiven NoC (AdNoC)-Design-Flow vor, in welchem bei Laufzeit virtuelle Kanal-Puffer beliebig auf verschiedene Ports verwiesen werden können. Der Pfad-



Adaptive Network on Chip-Architektur

Allokations-Algorithmus kann zur Laufzeit einen Pfad finden. Dieses adaptive Puffer-Allokations-Schema erhöht die Puffer-Nutzung und verringert im Vergleich zur fixen Puffer-Zuweisungs-Strategie die Gesamt-Puffer-Nutzung um durchschnittlich 42% in unserer Fallstudie.

### **Energieeffizienz in einem digitalen Organismus**

(L. Bauer, J. Henkel, F. Kaiser)

Der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme arbeitet auf dem Gebiet des Low Power Processings an 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 beispielsweise Selbstorganisation, Selbstschutz und Selbstheilung, besitzt. Die Anwendung dieses Konzeptes auf Computerarchitekturen 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 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).

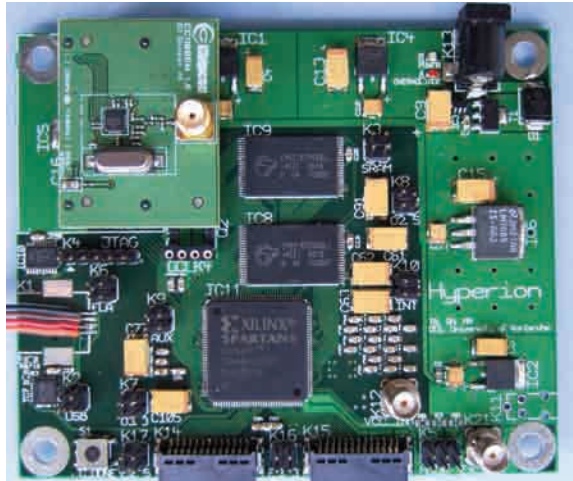
### **Drahtlose Sensornetzwerke**

(D. Hillenbrand)

Sensorknoten, wie der am Lehrstuhl entwickelte Sensorknoten HYPERION, 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.



HYPERION-Sensorknoten

### 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 erkaufte 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 ein 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.



## Ein einfaches Anwendungsprotokoll für Kleingeräte

(F. Feldbusch)

Mit dem Aufkommen von multifunktionalen Kleingeräten wie Handys und personal digital assistants (PDAs) hat ein Trend hin zu kleinen, leistungsfähigen Geräten 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 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.

Das Protokoll liegt jetzt in der Version 2.0 vor und ermöglicht nun das Routen über verschiedene Netze hinweg. Hierzu mussten Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden, um unerlaubtem Zugriff auf Geräte über das Internet vorzubeugen. Das Konzept legt sich dabei nicht auf bestimmte Verschlüsselungsverfahren fest, sondern die Geräte handeln das Verfahren abhängig von ihrer Rechenleistung und einer erforderlichen Sicherheitsstufe selbst aus.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Henkel, J.; Parameswaran, S.; Cheung, N.:**

Application-Specific Embedded Processors. In: Designing Embedded Processors. Hrsg.: J. Henkel and S. Parameswaran (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2007, S. 3-23

**Henkel, J.; Parameswaran, S.:** Designing Embedded Processors –A low power perspective. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007, (XVIII, Hardcover)

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Al Faruque, M. A.; Ebi, T.; Henkel, J.:** Runtime Adaptive on-chip Communication Scheme. In: Proceedings. IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD'07), San José, USA, 05.-08.11.2007. S. 26-31

**Al Faruque, M. A.; Henkel, J.:** Transaction Specific Virtual Channel Allocation in QoS Supported On-chip Communication. In: Pro-

ceedings. IEEE/ACM 18th International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP '07), Montreal, Canada, 02.-04.07.2007. S. 48-53

**Bauer, L.; Shafique, M.; Kramer, S.; Henkel, J.:** RISPP: Rotating Instruction Set Processing Platform. In: Proceedings. Design Automation Conference (DAC) 2007, San Diego, USA, 01.-04.06.2007. S. 791-796

**Bauer, L.; Shafique, M.; Teufel, D.; Henkel, J.:** A Self-Adaptive Extensible Embedded Processor. In: Proceedings. Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems (SASO) 2007, Boston, USA, 9.-11.07.2007. S. 344-347

**Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.:** Efficient Resource Utilization for an Extensible Processor through Dynamic Instruction Set Adaptation. In: Proceedings. Workshop on Application Specific Processors (WASP) 2007, Salzburg, 19.-24.10.2007. S. 344-347

**Bonny, T.; Henkel, J.:** Efficient Code Density Through Look-up Table Compression. In: Proceedings. IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE'07), Nizza, Frankreich, 15.-20.04.2007. S. 809-814

**Bonny, T.; Henkel, J.:** Instruction Splitting for Efficient Code Compression. In: Proceedings. ACM/IEEE/EDA 44th Design Automation Conference (DAC'07), San Diego, USA, 01.-04.06.2007. S. 646-651

**Hillenbrand, D.; Mende, M.; Armstrong, T.; Henkel, J.:** Hyperion: A sensor node test bed for (high-speed) power measurement. In: Paneelist "Power Management and Exhibition". IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE '07), Session 8, Nice, France, 15.-20.04.2007 (Submission 82)

**Janapsatya, A.; Ignjatovic, A.; Parameswaran, S.; Henkel, J.:** Instruction Trace Compression for Rapid Instruction Cache Simulation. In: Proceedings. IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE'07), Nizza, Frankreich, 15.-20.04.2007. S. 803-808

**Shafique, M.; Bauer, L.; Henkel, J.:** An Optimized Application Architecture of the H.264 Video Encoder for Application Specific Platforms. In: Proceedings. Workshop on Embedded Systems for Real-Time Multimedia (ESTIMedia) 2007, Salzburg, 19.-24.10.2007. S. 119-124

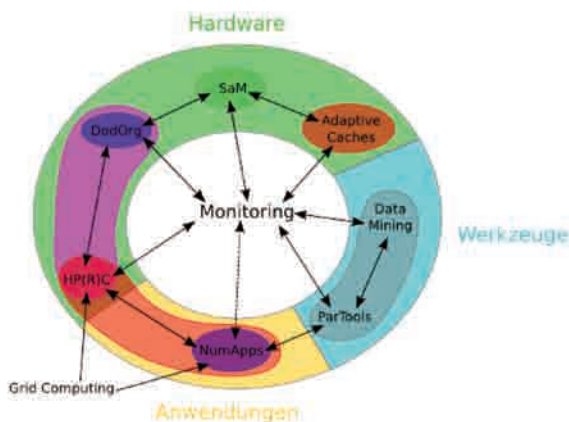
**Institut für Technische Informatik**

Forschungsbereich

Leiter: Prof. Dr. W. Karl  
 Wiss. Mitarbeiter: Dr. R. Buchty,  
 D. Kramer (F, ab 01.04.2007),  
 O. Mattes (F, ab 01.11.2007),  
 Dr. J. Tao (bis 31.03.2007)

**Rechnerarchitektur und  
Parallelverarbeitung****Die Forschung am Lehrstuhl: High-performance Heterogeneous Computing***(W. Karl)*

Der Fokus der Forschung am Lehrstuhl von Prof. Karl liegt im Bereich des High-performance Heterogeneous Computing und umspannt Hardware-Aspekte wie Prozessorarchitekturen mit Schwerpunkt auf Multicore-Prozessoren, Systemarchitekturen, vertikale Migration von Algorithmen auf dedizierte Anwendungsbeschleuniger, Werkzeuge zur Programmerstellung und -optimierung sowie Laufzeitsysteme. Die einzelnen, eng miteinander verzahnten Forschungsbereiche sind in nachfolgender Abbildung illustriert.



*Forschungsprojekte am  
Lehrstuhl Prof. Karl*

**DodOrg: Digitaler on-demand Computing-Organismus für Echtzeitsysteme***(R. Buchty)*

Zielsetzung von DodOrg, ein im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1183 durch die DFG gefördertes Verbundprojekt von 5 Lehrstühlen der Universität Karlsruhe, ist die Erforschung neuartiger, biologisch inspirierter Methoden zum Aufbau selbstorganisierender Rechnerstrukturen. Die Hardware-Plattform von DodOrg bildet ein rekonfigurierbares, heterogenes Multicore-System.

Am Lehrstuhl Prof. Karl werden hierzu neuartige Methoden zur Erfassung und Auswertung von Systemzuständen untersucht und entwickelt. Hierfür steht die hormonbasierte

Kommunikation Pate: In biologischen Organismen produzieren Zellen bestimmte Hormone, welche in den Blutkreislauf eingespeist werden. Dort kann ihre Konzentration grundsätzlich von allen Zellen wahrgenommen werden; es obliegt der jeweils empfangenden Zelle, ob sie diese Konzentration auswertet.

Dieser Mechanismus eignet sich in besonderer Weise für skalierbare, nicht regelbasierte Zustandserfassung und -verarbeitung, wie sie für dynamisch veränderliche Rechensysteme notwendig ist: Systemereignisse werden analog zum Hormon-Modell selbstidentifizierend als eigenständige Messenger kodiert und durch die jeweiligen Einheiten des parallelen Rechensystems generiert und in dessen Kommunikationsnetz eingespeist. Die Hormon-Konzentrationsmessung wird auf eine Zählung der Auftretshäufigkeit abgebildet. Hierdurch wird konzeptionell die Notwendigkeit einer zentralen Auswertinstanz vermieden.

Hierzu werden so genannte assoziative Zählerfelder verwendet. Ein solches Zählerfeld entspricht grundsätzlich einem Cache-Speicher: Im Unterschied zu diesem entspricht das Tag beim assoziativen Zählerfeld einem individuellen Ereignis und das gespeicherte Datum repräsentiert den zugehörigen Ereigniszähler.

Anders als in herkömmlichen Ansätzen ist somit keine explizite Zuweisung von Ereignissen zu dedizierten Ereigniszählern notwendig und hiermit die notwendige Flexibilität zur Erfassung von Ereignissen in rekonfigurierbaren Systemen gegeben.

Der Gesamtansatz ermöglicht somit die Schaffung einer dezentralen, verteilten Systemzustandserfassung und -evaluierung basierend auf individuell erzeugten, selbstidentifizierenden Ereignissen.

## **Rekonfigurierbare Cache-Architektur**

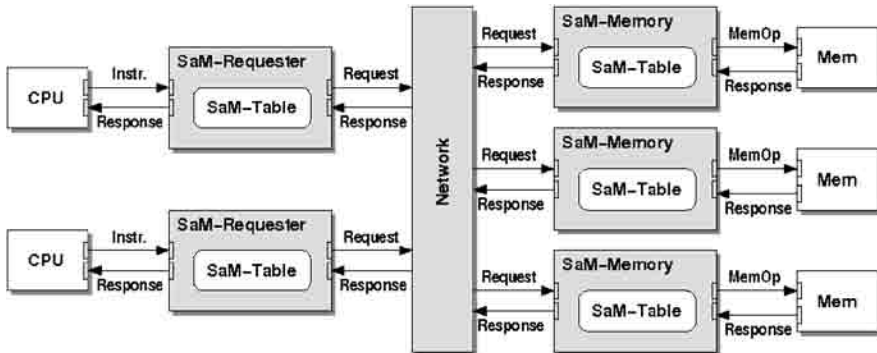
*(R. Buchty, F. Nowak)*

Ziel der rekonfigurierbaren Architekturen ist die dynamische Anpassung ihrer Funktionalität bzw. Ausrichtung an aktuelle Systemerfordernisse. Hierdurch wird eine gesteigerte Abarbeitungsgeschwindigkeit erzielt.

Ein Beispiel hierfür ist die Cache-Architektur heutiger Mikroprozessoren. Die Cache-Konfiguration wird durch eine Vielzahl von Benchmarks auf die Mikroarchitektur und bestmögliche Gesamtleistung ermittelt. Es wurde gezeigt, dass dieser Durchschnittswert für bestimmte Anwendungen unpassend ist und somit gegenüber einer optimalen Cache-Abstimmung in höheren Laufzeiten resultiert. Hinzu kommt, dass auch pro Anwendung keine insgesamt optimale Konfiguration gefunden werden kann, da Programme gemeinhin in unterschiedliche Phasen zerteilt werden können. Jede dieser Phasen hat ein typisches Speicherzugriffsverhalten und profitiert daher potentiell von einer angepassten Cache-Konfiguration. Vor dem Hintergrund aktueller Multicore-Prozessoren kommen aufgrund gemeinsamer Cache-Nutzung durch mehrere Prozessoren zudem die Problematiken des Cache-Sharings und der Cache-Partitionierung erschwerend hinzu.

Zur Quantifizierung dieses Phasenverhaltens wurde daher am Lehrstuhl eine rekonfigurierbare Cache-Architektur erforscht, welche nicht nur in ihren Parametern entsprechend

anpassbar ist, sondern auch über für die Konfigurationsentscheidung notwendige Datenerfassung in Form eines dedizierten Monitor-Moduls verfügt. Diese Cache-Architektur ist in mehreren Stufen konfigurierbar: Für die Hardware-Synthese wird ein Konfigurationsrahmen festgelegt, beispielsweise minimale und maximale Zeilengrößen, maximale Assoziativität oder unterstützte Verdrängungs- und Zurückschreibeschemata, innerhalb dessen sich die Architektur zur Laufzeit anpassen lässt.



Rekonfigurierbare Cache-Architektur: Architekturübersicht

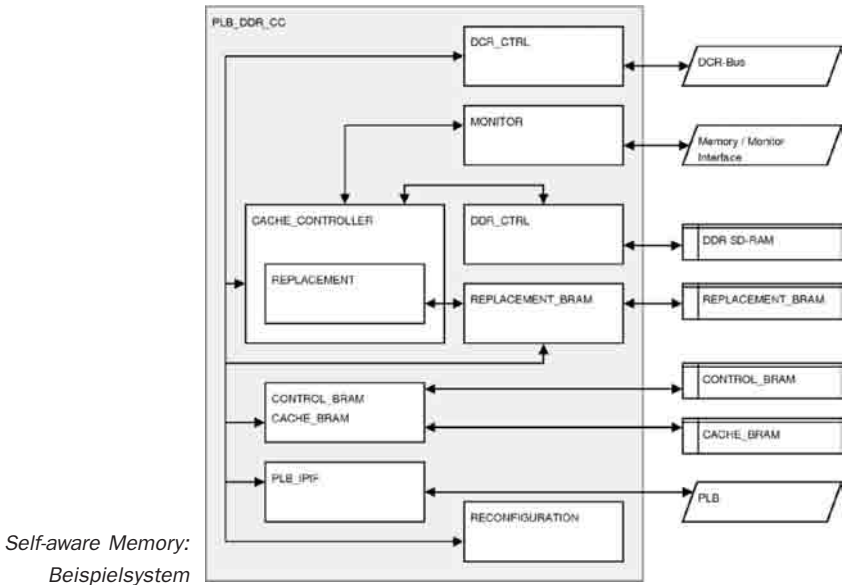
## Self-aware Memory (SaM)

(R. Buchty, O. Mattes)

Bei der Erforschung zukünftiger heterogener, dynamisch veränderlicher Multicore-Systeme, beispielhaft illustriert durch die erwähnte DodOrg-Architektur, stellt sich insbesondere die Frage, wie in solchen Systemen der - typischerweise verteilte - Speicher zu verwalten ist. Gegenwärtige Konzepte setzen auf jeweils lokale Speicherverwaltung ergänzt durch zentrale Verzeichnisse. Ein solcher Ansatz skaliert konzeptionell schlecht mit der Systemgröße: Das zentrale Verzeichnis wird schnell zum Flaschenhals. Weiterhin ist in heterogenen, dynamischen Systemen nicht zwingend gewährleistet, dass eine gemeinsame Verwaltungsinstanz zur Speicherverwaltung und Zugriffssicherung bereitsteht.

Eine Möglichkeit, diese Problematik zu umgehen, ist die Verlagerung der Speicherverwaltung in den Speicher selbst. Hierzu ist eine Aufteilung der Speicherverwaltung in den abbildenden Teil, d. h. die Übersetzung von virtuellen (lokalen) zu physikalischen Adressen, sowie die eigentliche Zugriffsverwaltung notwendig. Ersterer verbleibt auf Seiten des Rechenknotens, beispielsweise CPU-seitig, die Zugriffsverwaltung jedoch geschieht durch den jeweiligen Speicherknoten selbst. Speicheranforderungen und -zugriffe werden in geeigneter Weise auf ein leichtgewichtiges Kommunikationsprotokoll abgebildet und ermöglichen hierdurch gleichzeitig eine Abstrahierung von Speicheranbindung und -typ sowie eine Unabhängigkeit vom verwendeten Kommunikationsmedium zwischen Rechen- und Speicherknoten.

Es ergibt sich somit eine uniforme Speichersicht, in der Speicher lediglich durch seine Größe und Zugriffsgeschwindigkeit bzw. -latenz definiert ist. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, bestehende Systeme mit nur minimalen Hardware-Eingriffen in ein SaM-System zu überführen und den bestehenden Programmcode ohne Anpassung weiterzuverwenden. Anders als bei vergleichbaren Ansätzen sind somit keine neuen Programmiermethoden erforderlich.



## Werkzeuge zur parallelen Programmierung und Laufzeitoptimierung für Multicore-Architekturen

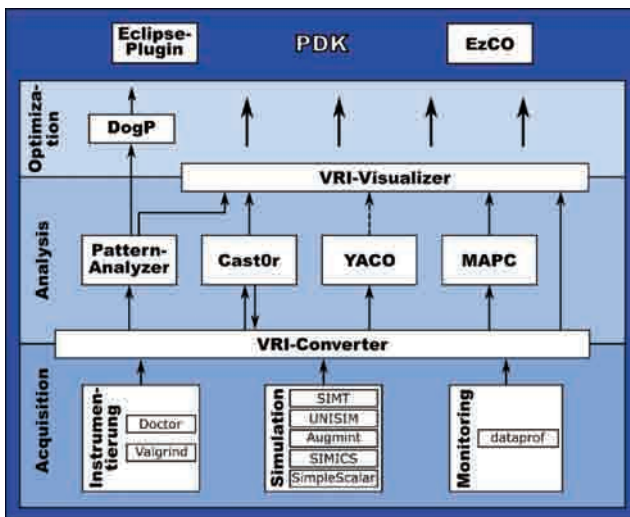
(R. Buchty, D. Kramer)

Multicore-Prozessoren sind mittlerweile fester Bestandteil aktueller Rechensysteme und haben Uniprozessoren weitestgehend verdrängt und bieten speziell im Bereich des Höchstleistungsrechnens prinzipiell eine höhere Rechenleistung bei Uniprozessoren vergleichbarer Stromaufnahme. Aufgrund ständig steigender Integrationsdichte ist damit zu rechnen, dass sich die Anzahl der auf einem Chip integrierten Prozessorkerne von derzeit 2-8 Kernen weiter erhöht. Schon heute zeigen sich allerdings durch die Aufteilung des Speichersubsystems (L2-Cache, Hauptspeicher, etc.) unter den einzelnen Rechenkernen bedingte und in Einprozessorsystemen nicht auftretende Problemstellungen, welche die zur Verfügung stehende Rechenleistung begrenzen. Beispiele hierfür sind die optimale Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Cache-Speichers oder die Speicherbandbreite.

Um diese Problemstellungen zu adressieren, wurde am Lehrstuhl von Prof. Karl eine aus mehreren Werkzeugen bestehende Umgebung entwickelt, die den Entwickler von

Anwendungen für Multicore-Systeme bei der Optimierung unterstützt. Hierfür werden durch bestimmte Werkzeuge Laufzeitdaten generiert und somit ein Profil der Anwendung erstellt. Diese Rohdaten können anschließend durch Analysewerkzeuge oder durch den Entwickler selbst analysiert und für die Optimierung genutzt werden. Hierfür werden gegenwärtig neuartige intelligente Datenanalysemethoden zum Einsatz in der automatischen Korrelation von Eingabedaten, Identifikation von Engpässen und Rückabbildung auf den Programmcode erforscht.

Zur Vorverarbeitung und graphischen Aufbereitung der Daten wurde ein flexibler Visualisierer entwickelt, der den Entwickler im Optimierungsprozess unterstützt. Besonderer Wert wurde hierbei auf einfache Bedienung gelegt: Die komplette Werkzeugsammlung ist daher in eine eigene Entwicklungsumgebung integriert, welches die einfache Bedienung der einzelnen Werkzeuge mittels graphischen Benutzerschnittstellen erlaubt. Auch die Integration in existierende Entwurfsumgebungen wird erleichtert, beispielsweise durch Realisierung der Entwicklungsumgebung als Eclipse-Plugin sowie die enge Kopplung an das CDT-Plugin.



Werkzeugumgebung zur Parallelen Programmierung und Laufzeitoptimierung für Multicore-Architekturen

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

**Buchty, R.; Nowak, F.; Karl, W.:** A Run-time Reconfigurable Cache Architecture. In: Proceedings. Hrsg.: IOS Press. International Conference Parallel Computing: Architectures, Algorithms, and Applications ParCo 2007, Jülich, 01.09.2007. S. 757-766, (Series "Advances in Parallel Computing"; Volume 15)

**Hoang, K.; Tao, J.; Karl, W.:** CMP Cache Architecture and the OpenMP Performance. In: Proceedings. 3rd International Workshop on OpenMP (IWOMP 2007), Peking, China, 01.06.2007. (to appear in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series)

**Tao, J.; Dressler, T.; Karl, W.:** An Interactive Graphical Environment for Code Optimization. Computational Science. In: Proceedings, Part II. ICCS 2007 7th International Conference, Beijing, China, 27.-30.05.2007. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007, S. 831-838, (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 4488)

**Tao, J.; Gaugler, T.; Karl, W.:** A Profiling Tool for Detecting Cache-Critical Data Structures. In: Proceedings Euro-Par 2007 Parallel Processing. Hrsg.: Anne-Marie Kermarrec, Luc Bougé und Thierry Priol (Eds.). 13th International Euro-Par Conference, Rennes, France, 28.-31.08.2007. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007, S. 52-61, (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 4641)

**Tao, J.; Shahbahrani, A.; Juurlink, B.; Buchty, R.; Karl, W.; Vassiliadis, S.:** Optimizing Cache Performance of the Discrete Wavelet Transform Using a Visualization Tool. In: Proceedings. Ninth IEEE International Symposium on Multimedia ISM 2007, Taichung, Taiwan, 01.12.2007. S. 153-160



**Institut für Technische Informatik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. J. Beyerer
Sekretärin:	G. Gross
Wiss. Mitarbeiter:	T. Bader (F, ab 01.05.2007), M. Ebel (F, ab 01.08.2007), S. Eckel (F, ab 01.02.2007), T. Emter (F), C. Frese (F), I. Gheta (F), M. Grinberg (F), Dr. M. Heizmann, M. Mai (F, ab 01.06.2007), J. Sander (F), S. Werling

**Interaktive  
Echtzeitsysteme****Verteilte Kooperation kognitiver Automobile (SFB/TR 28 Teilprojekt B3)**

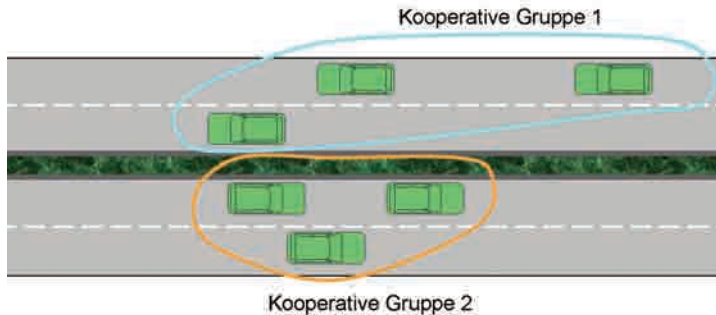
(J. Beyerer, C. Frese)

Im Teilprojekt B3 "Verteilte Kooperation" des SFB/TR 28 "Kognitive Automobile" werden abgestimmte, koordinierte Fahrmanöver untersucht, die zu einem beträchtlichen Sicherheitsgewinn im Straßenverkehr beitragen können. 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.

Das Systemkonzept sieht vor, die kognitiven Fahrzeuge zu kooperativen Gruppen zusammenzufassen, um die nachfolgenden Schritte auf eine überschaubare Menge von Fahrzeugen zu beschränken und damit den Rechenaufwand in akzeptablen Grenzen zu halten. Für die kooperative Gruppe wird ein gemeinsames Lagebild erstellt, das eine formale Repräsentation der Eigenschaften, Zustände, Handlungen und Intentionen der beteiligten Fahrzeuge umfasst. 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 Gruppe bestimmt.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Jahr 2007 lag auf den Kriterien zur Bildung der kooperativen Gruppen. Zunächst wurde ein räumlich-zeitliches Abstandsmaß hergeleitet, das auf "virtuellen Treffpunkten" von Fahrzeugen in der Straßentopologie basiert. Auf dieser Grundlage wurde eine Zielfunktion definiert, die eine kooperative Gruppe hinsichtlich verschiedener Kriterien bewertet. Schließlich kann die optimale Gruppeneinteilung bezüglich dieser Zielfunktion berechnet werden.

Die Arbeiten werden gemeinsam mit der Abteilung Informationsmanagement (IMT) des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



Einteilung von Fahrzeugen in kooperative Gruppen. In diesem Beispiel entstehen verschiedene Gruppen, da über die Mittelstreifenplanke der Autobahn hinweg keine sinnvolle Kooperation möglich ist.

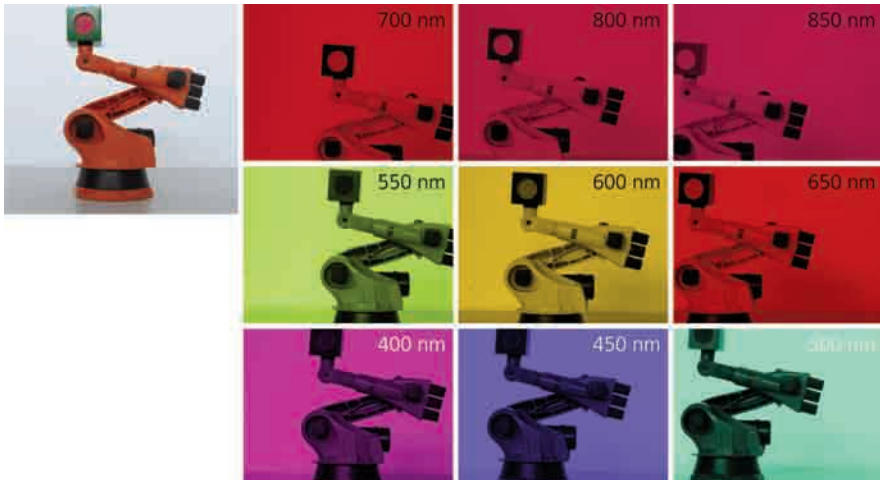
### Bildfusion von kombinierten Spektral- und Stereoserien

(J. Beyerer, I. Gheta, M. Heizmann)

Bei der Qualitätsprüfung von technischen Oberflächen spielt immer häufiger die spektrale Zusammensetzung des reflektierten Lichts eine wesentliche Rolle zur Bewertung der Produktqualität. Dazu werden spektrale Kamerasysteme benötigt, die das Spektrum des Lichts in hinreichend viele schmalbandige Kanäle aufteilen. Ein multivariates Kamerasystem, das auch zur Erfassung von spektralen Bildserien geeignet ist, wurde am Lehrstuhl entwickelt. Es besteht aus neun Kameras, die in einer 3x3-Matrix angeordnet und mit schmalbandigen Interferenzfiltern (Durchlassbereiche von jeweils 50 nm Breite) ausgestattet sind. Auf diese Weise wird das gesamte Spektrum des sichtbaren Lichts auf die Kameras aufgeteilt, so dass spektrale Information erfasst wird. Bei simultaner Auslösung der Kameras lassen sich mit diesem Ansatz im Prinzip auch bewegte Objekte erfassen, was mit anderen Systemen nicht möglich ist.

Die Kamerabilder bilden eine kombinierte Spektral- und Stereoserie, die zu einer multispektralen Tiefenkarte zu fusionieren sind. Der Stereoeffekt verursacht in Kombination mit den unterschiedlichen Spektralbereichen der Bilder Schwierigkeiten bei Standardalgorithmen der Stereoauswertung, da dieselben Bildbereiche in den Bildern meist nicht mit gleicher Intensität erscheinen. Es müssen daher charakteristische Bildmerkmale in den Bildern identifiziert und ausgewertet werden, die robust in den unterschiedlichen Spektralbereichen der Bildserie enthalten sind. Der hier gewählte Ansatz verwendet als robuste Merkmale Regionen mit speziellen spektralen Eigenschaften, deren Größe und Gestalt in den Bildern der Serie weitgehend konstant ist. Zur Auswertung werden korrespondierende Regionen zunächst in Bildpaaren identifiziert und anschließend sukzessive fusioniert, wodurch als Endergebnis die gewünschte Tiefenkarte entsteht.

Die Arbeiten werden in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Forschungsgruppe Variable Bildgewinnung und -verarbeitung (VBV) des Fraunhofer Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



Links oben: Bild einer RGB-Kamera. Rechts: kombinierte Spektral- und Stereoserie derselben Szene. Die Bilder sind gemäß dem visuellen Eindruck der jeweiligen Wellenlänge eingefärbt.



Bild links: Tiefenrekonstruktion durch Fusion der Spektral- und Stereoserie. Nähere Regionen werden dunkler dargestellt. Bild rechts: Kamera-Array mit Spektralfiltern

### Bayes'sche Informationsfusion

(J. Beyerer, S. Eckel, M. Heizmann, J. Sander)

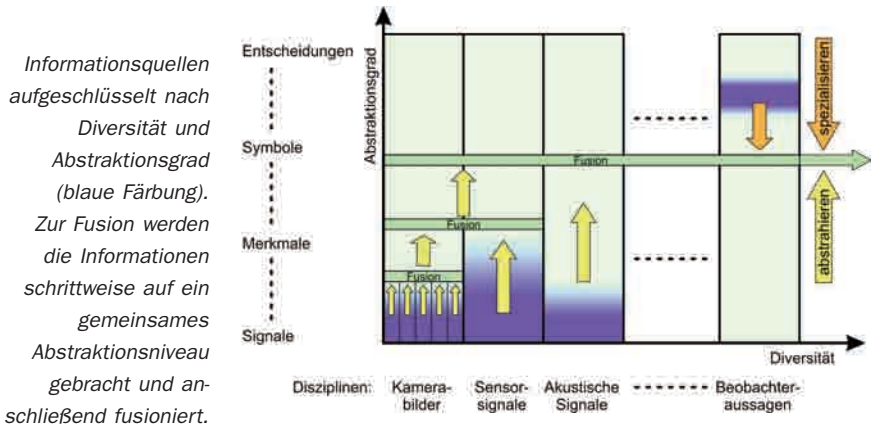
Bei zahlreichen Aufgaben der Informationsgewinnung ist es nicht möglich, die gewünschte Information präzise, vollständig und robust mit einer einzigen Informationsquelle zu gewinnen. Die Auswertung und Fusion der Beiträge mehrerer evtl. heterogener Quellen stellt hier oft eine Lösung dar, da sich dadurch die unterschiedlichen Stärken der einzelnen Quellen optimal kombinieren lassen. Zur Informationsfusion ist die Bayes'sche Methodik besonders geeignet, da sie alle essentiellen Forderungen an eine sinnvolle Fusionsmethodik

erfüllt (u.a. Fähigkeiten zur Transformation, Fusion und Fokussierung). Sie besteht zudem durch ihre einfache Modellierung von unsicherheitsbehafteter Information in Form von Wahrscheinlichkeiten.

Am Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme werden im Zusammenhang mit Bayes'scher Informationsfusion neben der unten dargestellten Lokalisierung mobiler Roboter zwei sich ergänzende Zielrichtungen verfolgt:

Eine praktische Umsetzung der Bayes'schen Fusion findet im Bereich des Risikomanagements etwa für den Schutz von Liegenschaften statt: Informationen verschiedener Sensoren werden unter Berücksichtigung ihrer Unsicherheiten fusioniert, um zu einem umfassenden Situationsbild zu gelangen. Daraus lassen sich potenzielle Bedrohungen quantitativ einschätzen, weitere Sensoreinsätze planen und optimale Gegenmaßnahmen ableiten.

Da der Rechenaufwand der Bayes'schen Methodik in vielen realen Anwendungen nicht handhabbar ist, werden zur Komplexitätsminderung die theoretischen Grundlagen lokaler Ansätze zur Bayes'schen Fusion erarbeitet. Der Grundgedanke dabei ist, die Fusion nicht global über das ganze Interessensgebiet vorzunehmen, sondern nur lokal in denjenigen Bereichen, in denen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit Aufgabenrelevantes abspielt. Somit ist man in der Lage, die Bayes'sche Methodik von festen Modellannahmen zu lösen und an die Aufgabenstellung sowie an die zur Verfügung stehenden Ressourcen anzupassen.



### Bayes'sche Fusion für die Lokalisierung mobiler Roboter

(J. Beyerer, T. Emter)

“Wo bin ich und wohin gehe ich?” ist eine der grundlegendsten Problemstellungen, die es in der mobilen Robotik zu lösen gilt. So ist es für die autonome Navigation unbedingt erforderlich, dass sich der mobile Roboter in seiner Umgebung mit Hilfe von Sensoren selbst lokalisieren kann.

Die einzelnen Messungen der Navigationssensoren sind jedoch stets fehlerbehaftet. Eine verbesserte Schätzung der Lokalisierung wird mittels Multi-Sensor-Datenfusion unter

Berücksichtigung der jeweiligen Sensorunsicherheiten erreicht. Auf Grundlage der Bayes'schen Methodik lässt sich die Fusion der Sensoren unter Einbezug der zugehörigen statistischen Unsicherheiten mathematisch formulieren und als ein so genanntes rekursives Bayesfilter realisieren (z. B. Kalman- oder Partikelfilter).

Mit einer Karte, in der sich der Roboter mit seinen die Umgebung beobachtenden Sensoren lokalisiert, ist eine weitere Verbesserung zu erzielen. Da die Karte in der Regel nur mit den fehlerbehafteten Sensordaten des mobilen Roboters erstellt werden kann, resultiert folgende Problemstellung: Um eine genaue Karte aufzubauen, muss sich der Roboter simultan in der bisher aufgenommenen und fehlerbehafteten Karte lokalisieren und diese ständig aktualisieren. Bei der so genannten simultanen Lokalisierung und Kartenerstellung (engl.: SLAM) besteht die Schwierigkeit darin, dass die Fehler in der Karte mit der Unsicherheit der Lokalisierung korreliert sind.

Als Lösungsansatz wird die Modellierung des SLAM-Problems und dessen zugrundeliegenden statistischen Abhängigkeiten mit probabilistischen Karten verfolgt.

Die Arbeit wird in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Abteilung Mess-, Regelungs- und Diagnosesysteme (MRD) des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



*Mobiler Roboter mit Sensoren*

## **Multimodale displayübergreifende Mensch-Maschine-Interaktion**

*(T. Bader, J. Beyerer)*

Die zunehmende kostengünstige Verfügbarkeit von Anzeigegeräten unterschiedlicher Ausführung und Größe macht die Gestaltung völlig neuer, aus einer Vielzahl an Anzeigen bestehender Arbeitsumgebungen möglich. Dadurch ist zwar die gleichzeitige Visualisierung einer großen Informationsmenge auf räumlich verteilten Anzeigen möglich, allerdings ist für die effektive Nutzung dieser Möglichkeiten eine für den Menschen günstige Verteilung der Information und eine nachvollziehbare Kopplung der Visualisierung auf unterschiedlichen Medien nötig. Insbesondere eignen sich herkömmliche Eingabegeräte wie Maus und Tastatur nur sehr begrenzt für die Realisierung effizienter Mensch-Maschine-Dialoge in solchen Umgebungen.

Am Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) werden unterschiedliche Ansätze zur Gestaltung von Multi-Display-Arbeitsplätzen untersucht, um kooperative Teamarbeit effektiv zu unterstützen. Die zentrale Versuchsplattform stellt hierbei der Digitale Lagetisch dar, welcher aus einer horizontal ausgerichteten tischartigen Anzeigefläche, einer großen vertikalen Anzeige sowie mehreren mobilen Tablet-PC besteht.



*Digitaler Lage-  
tisch mit Fovea-  
Tablett® des  
Fraunhofer IITB*



*Handgestenbasierte Multi-User-Interaktion*

Im Rahmen dieses Projekts werden unterschiedliche Ansätze zur Gestaltung display-übergreifender Interaktion untersucht. Hierbei werden unterschiedliche neuartige Eingabetechniken für die explizite geräteübergreifende Bedienung (u. a. videobasierte Handgestenerkennung) als auch Verfahren zur Schätzung und Nutzung von Intentionen des Benutzers aus Blickbewegungsdaten entwickelt und untersucht. Die Arbeiten werden in enger Kooperation mit der Abteilung Interaktive Analyse und Diagnose (IAD) des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.

## Bildverarbeitung für autonome Systeme

(J. Beyerer, M. Grinberg)

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 für die kamerabasierte und multisensorielle Umfelderkennung erarbeitet und integriert. Außerdem werden geeignete Bewertungsmethoden entwickelt und implementiert. Aktuelle Forschungsthemen sind die robuste Objekterkennung und -verfolgung durch Stereo-Videoauswertung, die multisensorielle Datenfusion sowie die Entwicklung von Test- und Bewertungsmethoden für die 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.



Ergebnis der  
Bildverarbeitung:  
Kamerabild mit  
erkannten Objekten

## Durchgängiges Leitsystem-Engineering

(J. Beyerer, M. Ebel)

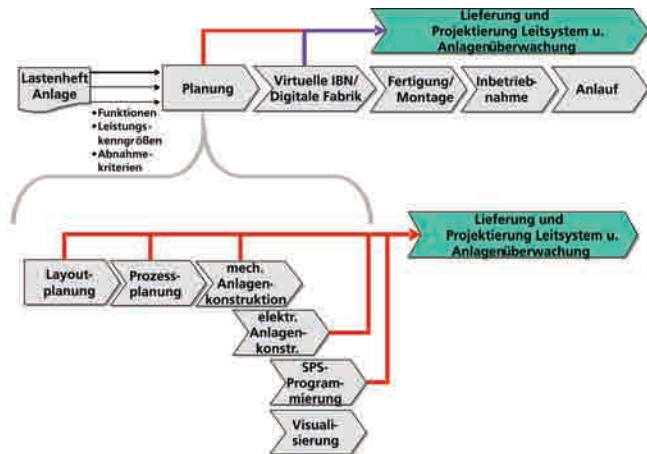
Vor der Nutzung eines Leitsystems in der Produktion steht dessen Projektierung. Dabei müssen Topologie und Struktur der betreffenden Produktionsanlage und Informationen über die Ein- und Ausgänge der Komponenten im Produktionsprozess projektiert werden. Außerdem benötigen Anlagenführer oder Instandhalter Prozessführungsbilder zur Visualisierung des aktuellen Produktionsgeschehens. Heute verursacht die Projektierung bei den markt-gängigen Leitsystemen manuellen Aufwand, da ein Projektierer Informationen aus der Anlagenplanung in das Projektierungstool des Leitsystems eingeben muss.

Das Leittechnik-Engineering erfolgt meist in den letzten Phasen der Anlagenplanung bzw. während oder nach der Inbetriebnahme. Eventuelle Planungsfehler werden erst während der Anlageninbetriebnahme durch Testen der Leitsystemfunktionalitäten an der rea-



len Anlage erkannt. Neue Produkte oder Produktänderungen resultieren in Änderungen an den Anlagen. Darum unterliegt auch das überlagerte Leitsystem permanenten Anpassungen. Die Vision ist eine Anlage, die per “plug-and-work” einfach in das Produktionssystem eingekoppelt werden kann. Dafür muss sie eine Selbstbeschreibung mitbringen, die alle für das Leitsystem notwendigen Informationen enthält. Als mögliche Datenquellen wurden die Digitale Fabrik und vorhergehende Planungsphasen identifiziert.

Als standardisiertes Datenformat wird hierbei das herstellernunabhängige XML-basierte Austauschformat CAEX (Computer Aided Engineering Exchange) verwendet. Als geeigneten Kommunikationsstandard wird die OPC UA (Unified Architecture) genutzt. Die Arbeit wird in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Abteilung Leitsysteme (LTS) des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



Datenquellen für  
die Leittechnik

## Automatische Sichtprüfung spiegelnder Objekte

(J. Balzer, J. Beyerer, M. Mai, S. Werling)

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 3-D-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.

Am Lehrstuhl werden drei verschiedene Aufgaben im Rahmen des deflektometrischen Messens genauer untersucht:

- Die Rückgewinnung der dreidimensionalen Oberflächengestalt über das untersuchte Objekt ist durch die spiegelnde Eigenschaft aufgrund der hierdurch erzeugten Mehrdeu-



tigkeiten erschwert. Die quantitative Bestimmung der Oberfläche stellt eine Reihe von inversen Problemen dar.

- Die robuste Gewinnung von Messdaten von der spiegelnden Oberfläche bei möglichst geringen Einschränkungen führt auf die Verwendung von kleinen flexiblen Systemen. Methoden, die mit solchen Einschränkungen sinnvoll Ergebnisse liefern, unterscheiden sich teilweise von Methoden für die Gesamtrekonstruktion.
- Bei der vollflächigen Aufnahme deflektometrischer Messdaten und deren ästhetischer und technischer Beurteilung sind nichteindeutige Rekonstruktion und menschliches Qualitätsempfinden miteinander zu verknüpfen.

Die Arbeiten werden in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Forschungsgruppe Variable Bildgewinnung und -verarbeitung (VBV) des Fraunhofer Instituts für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) durchgeführt.



*Robotergeführter Sensorkopf bei der Inspektion eines Karosserieteils.*

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

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

**Bader, T; Eck, R.:** Echtzeitfähige videobasierte Handgestenerkennung für die Interaktion mit tischartigen Anzeigen. In: Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik, VDI-Berichte. Hrsg.: Puente León, F.; Heizmann, M.; Bildverarbeitung in der Mess- und Auto-

omatisierungstechnik, Regensburg, 27.-28.11. 2007. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2007, S. 91-100

**Beyerer, J. (Hrsg.):** Future Security 2007. Future Security – 2nd Security Research Conference, Karlsruhe, 13.-14.09.2007. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2007

**Emter, T.; Monari, E.; Frey, C.; Müller, T.; Kuntze, H.-B.; Laubenheimer, A.; Müller, M.:** AMROS – an Autonomous Mobile Robotic System for Multisensor Surveillance of Real Estate. In: Future Security. Hrsg.: Beyerer, J.; Future Security – 2nd Security Research Conference, Karlsruhe, 13.-14.09.2007. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2007, S. 151-154

**Frese, C.; Beyerer, J.; Zimmer, P.:** Cooperation of Cars and Formation of Cooperative Groups. In: Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium. Hrsg.: IEEE. Intelligent Vehicle Symposium, Istanbul, Türkei, 13.-15.06.2007. IEEE, 2007, S. 227-232

**Gheta, I.; Heizmann, M.; Beyerer, J.:** Bildfusion zur 3D-Rekonstruktion schwieriger Szenen. In: Puente León, F.; Heizmann, M. (Hrsg.): Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik, VDI-Berichte Nr. 1981, S. 79-90, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2007

**Grinberg, M.; Willersinn, D.:** Bildverarbeitung für Pre-Crash-Anwendungen. In: Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik, VDI-Berichte. Hrsg.: Puente León, F.; Heizmann, M.; Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik, Regensburg, 27.-28.11.2007. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2007, S. 303-309

**Puente León, F.; Heizmann, M. (Hrsg.):**

Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik. Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik, Regensburg, 27.-28.11.2007. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2007

**Sauer, O.; Ebel, M.:** Plug-and-work mechanisms for production facilities and manufacturing execution systems. In: Computer Science meets automation: 52nd IWK, Internationales Wissenschaftliches Kolloquium; Proceedings; 10.-13.09.2007. Hrsg.: Scharff, P.; Internationales Wissenschaftliches Kolloquium 2007, Ilmenau, 10.-13.09.2007. Ilmenau: TU Ilmenau Universitätsbibliothek, 2007, S. 237-244

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Balzer, J.; Werling, S.; Beyerer, J.:** Deflektometrische Rekonstruktion teilspiegelnder Freiformflächen. In: tm–Technisches Messen, Band 74, Heft 11, 2007, S. 545-552

**Beyerer, J.; Sander, J.; Werling, S.:** Bayes'sche Methodik zur lokalen Fusion heterogener Informationsquellen. In: tm–Technisches Messen, Band 74, Heft 3, 2007, S. 103-111

**Werling, S.; Beyerer, J.:** Automatische Inspektion spiegelnder Oberflächen mittels inverser Muster. In: tm–Technisches Messen, Band 74, Heft 4, 2007, S. 217-223

## Vorlesung „Beiträge zur Geschichte der Informatik“: Maya-Zahlen aus dem Dresdner Codex

(W. Görke)

Die Maya erlebten im Hochland des südlichen Mexico und Guatemalas, später auf der gesamten Halbinsel Yucatan im 1. Jahrtausend n. Chr. eine kulturelle Blütezeit, die bis zur spanischen Eroberung im 16. Jh. nachwirkte. Sie hatten neben vielen anderen Errungenschaften auch eine Hieroglyphenschrift entwickelt, in der sie auf zahlreichen Stelen und Tempeln Inschriften mit Kalenderdaten hinterließen. Dabei benutzten sie ein Zahlensystem zur Basis 20, das besonders schön im Dresdner Codex dargestellt ist, der besterhaltenen wenigen überlieferten Maya-Handschriften. Sie ist eine späte Kopie älterer Aufzeichnungen, die vom Ende des 12. oder frühen 13. Jh. stammt und in der astronomische Berechnungen und mythologische Kalenderdeutungen gesammelt dargestellt wurden. Bild 1 zeigt daraus zwei Seiten, wie man sie in der Sächsischen Landes- und Universitätsbibliothek besichtigen kann. Sie sind im Internet in zwei Varianten abrufbar /Famsi 07/.



Bild 1a: Codex Dresden fol. 43



Bild 1b: Codex Dresden fol. 44

Schon auf den ersten Blick erkennt man die Zahlendarstellungen mit Punkten und Strichen bei unterschiedlich vielen Ziffern, ebenso bildgeschmückte Hieroglyphentexte. Hier sollen die Zahlenspalten in der Mitte der beiden Seiten erläutert werden, also der fol. 43b und 44b, die in Bild 2 und 3 noch einmal vergrößert wiedergegeben sind.



Bild 2: Cod. Dresden fol. 43b



Bild 3: Codex Dresden fol. 44b

Ordnet man dem Punkt den Wert 1, dem Strich den Wert 5 zu, sieht man, daß alle Ziffernwerte im Codex auf den Bereich 1 bis 19 beschränkt sind. Auch die Null fällt unmittelbar auf: eine rot geschriebene Muschelglyphe, die das vermutete Vigesimalzahlensystem bestätigt. Die rechten 5 Spalten in Bild 2 lassen sich damit leicht lesen: rechts oben 4.5.17.0 3 Lamat, dann darunter 4.6.0. 3 Lamat. Das stets gleiche Ende der Zahlen in Bild 2, nämlich 3 Lamat, bezeichnet einen Tag im rituellen Maya-Kalender Tzolkin, der 260 Tage Länge besitzt. Folglich sind alle Zahlen als Daten zu lesen, genauer als ganzzahlige Intervalle von Kalendertagen. Da das Maya-Jahr Tun 360 Tage umfasst, nämlich 18 Monate zu je 20 Tagen, wird bei allen Zahlen im Codex die drittletzte Stelle mit 18 bewertet, alle anderen aber mit 20. Es liegt deshalb ein Mischsystem vor, dessen Zifferbewertungen von hinten 1, 20, 360, 7200, 144 000 usw. beträgt, also nicht reine Potenzen von 20. Dies betrifft alle Zahlen im Dresdner Codex, die sämtlich mit einer Tagesangabe des Tzolkin enden.

Damit kann der Leser nun leicht die Zahlen der Bilder 2 und 3 interpretieren. Am einfachsten ist die untere Hälfte von Bild 3, die von rechts zu lesen ist. Bei Vernachlässigung der Tagesangabe 3 Lamat liest man 3.18, dann 7.16, weiter 11.14, 15.12, 1.1.10, 2.3.0. Das entspricht unter Berücksichtigung der angegebenen Wertigkeiten den Dezimalzahlen  $3 \cdot 20 + 18 = 78$ , dann 156, 234, 312,  $360 + 20 + 10 = 390$ , dann 780. Alles sind Vielfache von 78, also liegt eine Art Multiplikationstabelle vor, ein Hilfsmittel für Kalenderberechnungen, das ähnlich auch aus europäischen Handschriften des Mittelalters bekannt ist. Dies wird durch die obere Hälfte von Bild 3 bestätigt, wo man ebenfalls von rechts 1.5.8, dann 1.9.6, 1.13.4, 1.17.2, 1.16.2.0, 2.3.6.0 oder dezimal 468, 546, 624, 702, 13000 und 15600 liest, also 6 bis  $9 \cdot 78$ , dann 50 und  $60 \cdot 260$  oder  $200 \cdot 78$ .

Bild 2 zeigt weitere, etwas größere Mayazahlen, nämlich unten rechts 4.6.0, 6.9.0, 9.7.0, 10.15.0, 1.1.0.6.0, was 20 und  $30 \cdot 78$ , vielleicht aber eher 6 und 9, dann 13, 15 und  $582 \cdot 260$  entspricht, folglich Produkte mit 260 darstellt. Der Leser mag die restlichen Zahlen selbst interpretieren, sei aber darauf hingewiesen, daß die beiden ersten Zahlen in Bild 2 oben rechts Schreibfehler enthalten, mit denen man in alten Handschriften stets rechnen muß. Hier sollen die Vielfachen 120, 240, 280, 504 und 420 von 260 angegeben werden, wie die gleiche Tagesangabe 3 Lamat deutlich macht, die also auch eine Art Prüfzeichen der Zahlen darstellt. In Bild 3 zeigen diesen Angaben zwar immer die Ziffer 3, aber unterschiedliche Glyphen, da 78 zwar 13, nicht aber 260 wie in Bild 2 als Faktor enthält. Um das einzusehen, sind vertiefte Kenntnisse des Mayakalenders erforderlich, deren Erläuterung hier entfallen muß. Es wird auch nicht auf die linke Spalte in Bild 2 eingegangen, die sog. Initialfolge, die den Bezugspunkt der Rechnungen zu berechnen erlaubt, u.a. durch Subtraktion der umrahmten Ringzahl, hier 17.12 4 Ahau.

Das rituelle Mayajahr hat  $13 \cdot 20$  oder  $4 \cdot 5 \cdot 13$  Tage. Offenbar brauchte man Tabellen, um Teile oder Vielfache davon berechnen zu können. Die Zahlen der Tabellen bilden hier Kalenderintervalle, ab 3 Lamat zu zählen, jeweils für 78 Tage redundant als Intervall mit Zieltag angeführt, wie die beiden Bilder verdeutlichen. Demgegenüber hat das Tun 360 Tage.

Auffällig ist hierbei die Ähnlichkeit zu den chaldäischen Zahlen zur Basis 60, vor allem für gebrochene Zahlen, die die Maya nicht benutzten. Auch dort wurde der Kreis in  $360^\circ$  eingeteilt, wie das bei uns noch heute üblich ist. Die fünfstellige lange Zählung erlaubt es, zum Beispiel 18 mal  $20^4$  oder 2,88 Millionen Tage auszudrücken, das sind 8000 Mayajahre zu 360 Tagen. Da das Ritualjahr den Faktor 13 enthält, ist dessen Anzahl nicht so leicht anzugeben. Offenbar sind die Multiplikationstabellen des Dresdner Codex hierzu eine nützliche Hilfe, in ähnlicher Weise wie sie die Computus-Handschriften des mittelalterlichen Europa enthielten, z. B. die Handschrift Madrid 3307 aus dem Anfang des 9. Jahrhunderts. In letzterer ist übrigens die in Europa älteste mir bekannte Ziffer Null in der heute noch üblichen Darstellung zu finden, die damit älter ist als die Erfindung der dezimalen Stellenwertzahlen mit Null in Indien am Ende des 9. Jahrhunderts.

### Literatur:

Thompson, J. E. S.: Maya hieroglyphic writing, Univ. of Oklahoma Press 1960

Thompson, J. E. S.: A commentary on the Dresden codex, Americ. Philosoph. Soc. Philadelphia 1972

/Famsi 07/: <http://www.famsi.org/mayawriting/codices/marhenke.html>

## 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, ein anderer 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. P. Sester  
Tel. 608-8426  
sester@ira.uka.de

N.N.

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft - Institut für Informationsrecht

Leiter:	Prof. Dr. T. Dreier
Sekretariat:	G. Feth, D. von Winterfeld
Wiss. Mitarbeiter:	D. Knopf, C. Kohn-Löffelmann (ab 01.03.2007), O. Meyer (bis 30.06.2007), S. Mitsdörffer (ab 01.07.2007), Dr. O. Raabe (F), A. van Raay, F. Schäfer (F, bis 30.06.2007), N. Schüttel, K. Stockmar, O. Wasmeier (ab 01.10.2007)
Doktorandin:	E. Euler

### Forschungsbereich

#### **Bürgerliches Recht in Verbindung mit Rechtsfragen in der Informationsgesellschaft**

### **Gesellschaftspolitische Implikationen der Informationstechnik**

*(T. Dreier, E. Euler, A. Raay van, N. Schüttel)*

Informationstechnik wirkt zunehmend in bislang weitgehend technikkfreie Bereiche des gesellschaftlichen Lebens hinein. Das führt vor allem in Bezug auf die Generierung, Speicherung und Verwertung personenbezogener Daten zu schwierigen Interessenabwägungen. Dem grundgesetzlich abgesicherten Recht auf informationelle Selbstbestimmung des Einzelnen steht das Interesse des Staates und der Gemeinschaft an einer nicht nur repressiven, sondern zunehmend auch präventiven Sammlung und Auswertung personenbezogener Daten entgegen. Das gilt angesichts der informationstechnischen Ausrüstung krimineller Organisationen ebenso wie angesichts der terroristischen Bedrohung.

Vorratsdatenspeicherung und Online-Durchsuchung haben hier wiederum klassische Bedrohungsszenarien individueller bürgerlicher Freiheiten in den Vordergrund gerückt; die private Datenerhebung im Wege des Data-Mining und Profiling zu kommerziellen Zwecken ist momentan dagegen etwas in den Hintergrund getreten. Zur rechtspolitischen Debatte um diese beiden aktuellen Stichworte veranstaltete das ZAR in Kooperation mit der Stadt Karlsruhe und den Jungen Juristen Karlsruhe e. V. im Dezember 2007 im Rahmen des Karlsruher Tages des Informationsrechts eine hochkarätig besetzte Podiumsdiskussion (Gerhard Baum, Bundesinnenminister a. D.; Jörg Ziercke, Präsident des BKA; Prof. Hansjörg Geiger, ehem. Präsident des Bundesamtes für Verfassungsschutz und des BND, u. a.).

Bereits im Frühjahr hatte sich eine Podiumsdiskussion unter dem Titel "Gnade ohne Reue" der Frage der vorzeitigen Entlassung ehemaliger Terroristen gewidmet (Teilnehmer Prof. Dr. Dr. Ernst Benda, Präsident des Bundesverfassungsgerichts a. D., Bundesinnenminister a. D.; Dr. Klaus Kinkel, Bundesaußen- und Bundesjustizminister a. D.; Klaus Pflieger, Generalstaatsanwalt in Stuttgart; Prof. Dr. Rudolf Egg, Direktor der Kriminolo-



gischen Zentralstelle e.V.). Mit diesen Veranstaltungen, die ein breites Medienecho gefunden haben, ist ein Grundstein gelegt, auf den im KIT im Rahmen des Kompetenzbereichs "Impact on Society" aufgebaut werden kann.

*Podiumsdiskussion  
"Onlinedurchsuchungen:  
Schutz durch und vor dem Staat  
unter Wahrung der Balance von Sicherheit und Freiheit?"*

*Foto: H. Kahlert*



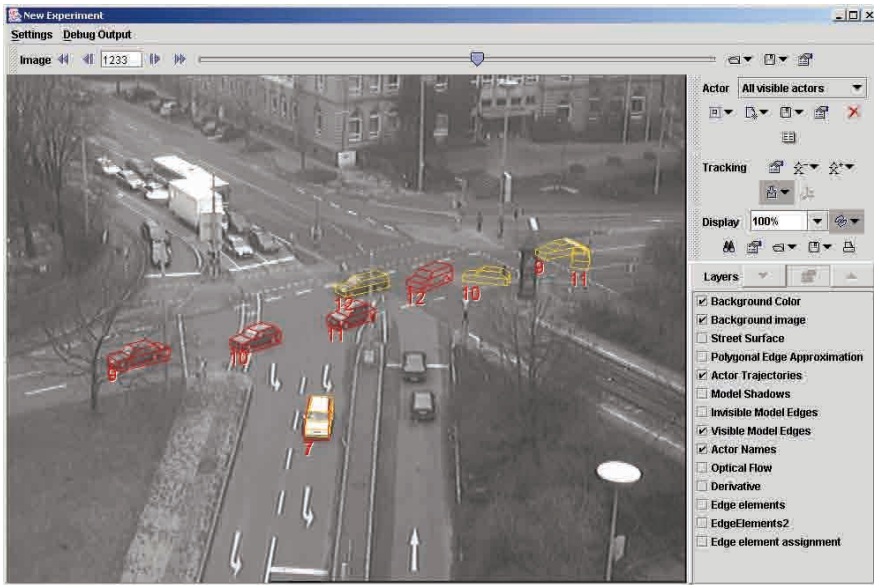
### **Haftung für softwarebezogene Fehlfunktionen von Fahrerassistenzsystemen**

*(T. Dreier, O. Meyer)*

In vielen Geräten des täglichen Bedarfs werden heute aus Kosten- und Flexibilitätsgründen mechanische durch programmtechnische Steuerungselemente ersetzt. Ein Gebiet, auf dem hier mit besonderer Intensität geforscht wird, sind die so genannten Fahrerassistenzsysteme (FAS), die auf vielfältige Weise die Führung von Kraftfahrzeugen unterstützen. In juristischer Hinsicht wirft dies die Frage nach der Haftung für eventuelle Fehlfunktionen und damit verbunden nach Inhalt und Umfang etwaiger Sorgfaltspflichten bei der Konzeption und Herstellung, bei Einbau und Vertrieb sowie bei der Benutzung auf. Hier spielen neben verkehrsrechtlichen Zulassungsfragen vor allem Fragen der Haftung von Fahrer, Halter und Hersteller bei Unfällen eine Rolle, die durch Fehlfunktionen eines FAS (mit)verursacht worden sind.

Im Rahmen des Projekts, das in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe von Prof. Nagel vom Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme (IAKS) durchgeführt wurde, ging es vor allem darum, das komplexe Zusammenwirken der einzelnen Komponenten der ein FAS steuernden integrierten Software (sog. embedded software) auf seine haftungsrechtliche Relevanz im Bereich der Produkthaftung der an der Herstellung des Kfz Beteiligten zu beurteilen. Da die rasante Fortentwicklung komplexer Steuerungssysteme absehbar zu einer erheblichen Steigerung des Einsatzes solcher menschliche Tätigkeiten unterstützender automatisierter Systeme führen wird, kommt den zunächst nur für FAS untersuchten Fragestellungen künftig auch für eine Vielzahl anderer Systeme grundlegende Bedeutung zu. Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Ergebnisse lassen sich problemlos auf andere vergleichbare Systeme übertragen.





Quelle: IAKS, <http://i21www.ira.uka.de/motris/>

## Geistiges Eigentum und wirtschaftliche Entwicklung

(T. Dreier, E. Euler, C. Kohn-Löffelmann, A. Raay van, N. Schüttel, K. Stockmar)

Der Problemkreis des Zusammenhangs von Bestand und Umfang der Schutzrechte des geistigen Eigentums wurde im Berichtsjahr in zwei Schwerpunkten vertieft behandelt. Zum einen ging es um die Analyse internationaler (public policy Aspekte eines fairen internationalen Regimes geistiger Eigentumsrechte) wie auch europäischer Fragestellungen (internationales Urheberrecht als Grundlage und Bestandteil des Gemeinschaftsrechts; Propertisierungstendenzen im nationalen und internationalen Recht des geistigen Eigentums unter dem Blickwinkel der Entgrenzung des Eigentums in modernen Gesellschaften und Rechtskulturen; Rolle des Europäischen Gerichtshofs bei der Ausformung des europäischen Urheberrechts). Zum anderen wurden eine Reihe von Einzelfragen vertieft (Digitales Gedächtnis; Neuordnung des Marktes wissenschaftlicher Artikel in Fachzeitschriften; Rechtfertigung, Umfang und Verteilung der Abschöpfung von mit fremdem Gut oder aufgrund von Verstößen gegen Wettbewerbsregeln erwirtschafteter Gewinne; Ausweitung von Online-Schiedsgerichtsbarkeiten; Entwicklungen des deutschen Urheberrechts im Lichte informationstechnischer Neuerungen).

## SESAM-Internetökonomie

*(T. Dreier, C. Funk, O. Raabe, P. Sester, R. Wacker)*

Innerhalb des Berichtszeitraums wurden vor allem die Anforderungen zur Umsetzung eines spontanen Rollenwechsels durch konfigurierbare AGBs im SESAM-Projektszenario "Virtuelle Kraftwerke" umgesetzt. Dieses Szenario zeichnet sich dadurch aus, dass die Parteien der Vertragsverhandlungen abwechselnd sowohl als Anbieter als auch als Nachfrager von Strom auftreten können ("spontaner Rollenwechsel") und dass zudem Verträge nicht mehr langfristig, sondern vielmehr ggf. im Stundentakt wechselnd abgeschlossen werden. Daher war es die Aufgabe im Berichtszeitraum, dafür eine rechtliche Unterstützung zu schaffen. Da der Marktteilnehmer angesichts der Kurzfristigkeit von der einzelvertraglichen Anpassung wiederkehrender, dispositiver, gesetzlicher Regelungen entlastet werden muss, wurden Konzepte für elektronische AGB-Sets entwickelt, aus dem sich die spezifischen AGB konfigurieren lassen.

Daneben wurde durch gutachterliche Stellungnahmen auf die Rechtskonformität der Systemarchitektur der SESAM-Plattform hingewirkt. Dabei wurde unter anderem erarbeitet, dass die Teilfunktionalitäten von P2P-Overlay-Netzen vor dem Hintergrund des Ende-zu-Ende-Paradigmas als Telekommunikationsdienst zu qualifizieren sind und es wurde außerdem eine Zuordnung der in SESAM verwendeten Dienste aus der Perspektive des Telemediengesetzes (TMG) vorgenommen. Aus der Perspektive des Datenschutzrechts wurde im Berichtszeitraum zudem die Formalisierung der datenschutzrelevanten Rechtsätze weiterentwickelt. Dabei wurde unter anderem der Schwerpunkt darauf gelegt, dass die Verwendung von Ontologien gerade für die Modellierung unscharfer Rechtsbegriffe von Bedeutung ist.

Auf der technischen Ebene der Formalisierung des Rechts wurde die Umsetzung von gesetzlichen Regelungen des Stellvertretungsrechts innerhalb einer Regel-Engine weiter fortgeführt und die prototypische Implementierung in enger Zusammenarbeit mit der Informatik-Disziplin herbeigeführt. Im Ergebnis können nunmehr in diesem Bereich lückenhafte gesetzliche Regelungskomplexe in ein vollständiges technisches Regelwerk überführt werden, welches eine Normkette zur Rechtsfolgenbestimmung abbildet.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Dreier, T.; Büchner, W. (Hrsg.):** Von der Lochkarte zum globalen Netzwerk – 30 Jahre Deutsche Gesellschaft für Recht und Informatik. Köln: Dr. Otto Schmidt, 2007, (Informationstechnik und Recht; 16)

**Dreier, T.; Stockmar, K.:** Open Access v. DRM? In: Open Source Jahrbuch 2007. Hrsg.: Lutterbeck/Bärwolff/Gehring. Berlin: Lehmanns Media, 2007, S. 427 ff.

**Schäfer, F.:** Der virale Effekt (Elektronische Ressource): Entwicklungsrisiken im Umfeld von Open Source Software. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2007, (Schriften des Zentrums für Angewandte Rechtswissenschaft)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Dreier, T.:** Interopérabilité - La France, un exemple à suivre? In: Propriétés intellectuelles, Band 25, 2007, S. 419 ff.

**Dreier, T.:** The Role of the ECJ for the Development of Copyright in the European Communities, Journal of the Copyright Society of the USA, Vol. 54, Nos. 2-3 (Winter-Spring 2007), S. 183 ff.

**Dreier, T.:** Shaping a Fair International IPR-Regime in a Globalized World – Some Parameters for Public Policy, in: Govaere/Ullrich (eds.), Intellectual Property, Public Policy, and International Trade, 2007, S. 43 ff.

**Dreier, T.:** Verdichtungen und unscharfe Ränder – Propertisierungstendenzen im nationalen und internationalen recht des geistigen Eigentums. In: Siegrist (Hrsg.): Entgrenzung des Eigentums in modernen Gesellschaften und Rechtskulturen, Leipzig 2007, S. 172 ff.

**Dreier, T.; Kühling, J.:** Editorial - IT und Recht, Sonderheft „it – Information Technology“, 2/2007, 69 ff.

**Dreier, T.; Stockmar, K.:** Open Access v. DRM? In: Lutterbeck/Bärwolff/Gehring, Open Source Jahrbuch 2007, S. 427 ff.

**Kirchberg, Ch.:** Die Verwaltungsgerichtsbarkeit unter dem Nationalsozialismus. In: Bund der Verwaltungsrichterinnen und Verwaltungsrichter BDVR-Rundschreiben, Band 39, Heft 2, 2007, S. 34 ff.

**Kirchberg, Ch.:** Zur Zukunft der Rasterfahndung. Randbedingungen und Perspektiven der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom 04.04.2006. In: Computer und Recht, Band 23, Heft 1, 2007, S. 10 ff.

**Meyer, O; Harland, H.:** Haftung für softwarebezogene Fehlfunktionen von Fahrerassistenzsystemen. In: Computer und Recht, 23. Jhg., Heft 11, 2007, S. 689 ff.

**Raabe, O.; Dinger, J; Hartenstein, H.:** Telekommunikationsdienste in Next-Generation-Networks am Beispiel von Peer-to-Peer-Overlay-Systemen. In: Kommunikation & Recht, Beihefter 1, 2007, S. 1 ff.

## Forschungsbereich

**Bürgerliches Recht,  
Handels-, Gesellschafts-  
und Wirtschaftsrecht in  
der Informations-  
gesellschaft**

**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), Dr. L. Salgado (ab 01.11.2007), R. Wacker (F), O. Wasmeier (ab 01.10.2007), M. Wöllner (bis 31.10.2007)
Stipendiaten:	C. Laborde

**Die kartell- und wettbewerbsrechtliche Regulierung des Banksegments in Brasilien**

(L. Salgado, P. Sester)

Die Untersuchung der Wirkung von Institutionen auf die Wirtschaftseinheiten unter besonderer Berücksichtigung von Lateinamerika bildet einen der Schwerpunkte des Instituts für Informationsrecht. Brasilien als Teil der so genannten BRIC-Staaten weist ein dynamisches Wirtschaftswachstum auf und gilt als einer der wichtigsten Wirtschaftsmärkte der Zukunft. Das BIP der BRIC-Staaten wächst jährlich zwischen 5% bis 10% (Zum Vergleich: EU etwa 2%). Aus diesem Grund sagen Prognosen wie z. B. jene der Investmentbank Goldman Sachs voraus, dass die BRIC-Staaten im Jahr 2050 die Wirtschaftsleistung der G8-Staaten überflügeln werden. In den letzten beiden Jahrzehnten verfolgten die verschiedenen Regierungen in Brasilien eine neue Wirtschaftspolitik, die sich unter wesentliche Stichworte wie Entstaatlichung, Einbindung in die Weltwirtschaft und Währungsstabilisierung einordnen lässt. Als wichtige Rahmenbedingung fungiert hierbei die noch unvollendete Reform des Staatsapparates. Bei dieser Reform liegt der Schwerpunkt auf dem Abbau struktureller Defizite im Haushalt und der Steigerung der Effizienz staatlicher Politik.

Im Jahr 1994 wurde in Brasilien das Gesetz Nr. 8.884 zum Schutz des freien Wettbewerbs und der Öffnung des brasilianischen Inlandsmarktes für ausländische Wettbewerber erlassen. Dadurch wurden das brasilianische Kartellamt (CADE) und die dazu gehörigen Behörden (SEAE und SDE) sozusagen ins Leben gerufen. Problematisch in dem Banksegment ist, dass dessen Fusionskontrollverfahren laut eines früheren Gesetzes (Lei Nr. 4.595 von 1954) der brasilianischen Zentralbank unterstellt ist, was zu ständigen Kompetenzkonflikten zwischen beiden Organen führte. In der Praxis legten die meisten Banken ihre Zusammenschlüsse und Verträge zur Genehmigung bei der Zentralbank vor. Um Rechtsunsicherheit zu vermeiden, reichten einige Unternehmen Doppelverfahren ein. Diese Diskussion soll nach einer Entscheidung des "tribunal regional da 1.<sup>a</sup> Região" (dies

ist eine Art OLG im deutschen Sinne) pazifiziert werden, da die Kompetenz von CADE zur Genehmigung der Zusammenschlüsse und Verträge in dem Banksegment bejaht wurde. Diese Entscheidung ist als ein Meilenstein in der Stabilisierung der Wettbewerbspolitik Brasiliens zu betrachten, da dadurch mehr Transparenz in diesem Sektor aufgrund der Unabhängigkeiten und fachlichen Kompetenz der Richter von CADE gewonnen wird. Die Entscheidung soll im Jahr 2008 durch ein neues Gesetz gedeckt werden. Diese institutionelle Innovation bildet den Gegenstand der Untersuchung.

### **Elektronische Signaturen und Formerfordernis**

*(C. Laborde, P. Sester)*

Im Laufe der letzten Jahre wurden viele Regelungen über elektronische Signaturen verabschiedet, wie die Richtlinie 1999/93/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über gemeinschaftliche Rahmenbedingungen für elektronische Signaturen, das deutsche Signaturgesetz (SigG), das US-amerikanische elektronische Signaturgesetz ("Electronic Signatures in Global and National Commerce Act") und das argentinische Digitale Signatur Gesetz ("Ley de Firma Digital"). In den vorgenannten gesetzlichen Regelungen werden teilweise unterschiedliche Wirksamkeitsvoraussetzungen für elektronische Signaturen aufgestellt. Vor diesem Hintergrund wird die Frage der Anwendung von elektronischen Signaturen in internationalen Verträgen untersucht.

Der letzte Teil der Forschungsarbeit konzentriert sich auf die Untersuchung der Anforderungen an die Wirksamkeit bzw. die Möglichkeiten einer Anerkennung ausländischer elektronischer Signaturen unter den Rechtsordnungen der USA/Bundesstaaten, der EU/Deutschland und von Argentinien. Ferner wurde die praktische Anwendungsmöglichkeit von elektronischen Signaturen in internationalen Verträgen (z. B. "online" geschlossene Verträge) unter den vorgenannten Rechtsordnungen sowie unter international vereinheitlichtem Sachrecht (z. B. CISG) untersucht. Insoweit wurden jeweils die formellen Voraussetzungen für die Wirksamkeit internationaler Verträge sowie die gegenseitige Anerkennung von elektronischen Signaturen analysiert. Das Forschungsvorhaben wurde in diesem Jahr abgeschlossen.

### **Internationales Privatrecht der Gesellschaften**

*(P. Sester, O. Wasmeier)*

Gesellschaften sind als Zweckverbände von Personen und Kapital unerlässlich für Innovationen und wirtschaftliche Entwicklung. Mit zunehmender Globalisierung und der Entstehung eines gemeinsamen europäischen Binnenmarktes einher geht das Problem der Reichweite der Anerkennung ausländischer Gesellschaften in der Rechtsordnung der Bundesrepublik. Dieses ist zentral geknüpft an die Frage des anwendbaren Rechts.

Es ist fraglich, inwieweit der Gesetzgeber bei einer gesetzlichen Ausgestaltung dieser Anerkennung im Rahmen des deutschen internationalen Privatrechts – wie sie nunmehr im Referentenentwurf vom 07.01.2008 vorliegt – frei ist. Dabei sind die Einflüsse aus anderen Ebenen zu untersuchen. So ergeben sich Vorgaben aus dem Primärrecht der Euro-

päischen Gemeinschaften und seiner richterrechtlichen Ausgestaltung durch den Europäischen Gerichtshof ebenso wie aus Sekundärrecht im Rahmen von Richtlinien (z. B. Verschmelzungsrichtlinie) und Verordnungen (z. B. Insolvenzverordnung, SE-Verordnung), aber auch aus einfachem deutschem Recht (z. B. MoMiG). Lohnenswert ist dabei auch ein rechtsvergleichender Blick auf das Nachbarland Schweiz, dessen eigenes IPRG trotz fehlender Zugehörigkeit zur Europäischen Gemeinschaft einen Modellcharakter besitzt.

### **Lösungsklauseln für den Fall der Insolvenz**

*(P. Sester, M. Wöllner)*

Das Forschungsprojekt betreffend die Frage der Insolvenzfestigkeit von Lösungsklauseln und daran anschließenden Abwicklungsvereinbarungen ist im Jahr 2007 abgeschlossen worden. Aufgrund der weiten Verbreitung der Klauseln in vielen Langzeitverträgen, insbesondere in Finanzierungsverträgen, war eine Klärung der Wirksamkeit und Wirksamkeitsvoraussetzung notwendig.

Bei Insolvenzeröffnung über noch von keiner Seite vollständig erfüllte gegenseitige Verträge steht dem Insolvenzverwalter grundsätzlich ein Wahlrecht über deren Fortführung zu. Dem Vertragspartner des Gemeinschuldners steht von Gesetzes wegen kein Entscheidungsrecht zu, so dass er durch die Wahl des Insolvenzverwalters gebunden ist, ohne selbst Einfluss auf diese nehmen zu können. In vielen Fällen hat er jedoch aufgrund der sich durch die Insolvenz des Vertragspartners stark veränderten Umstände und eines damit meist einhergehenden Vertrauensverlusts ein Interesse an einer Vertragslösung. Das Forschungsvorhaben betraf also die Frage, ob sich der Vertragspartner ein Lösungsrecht für den Fall der Insolvenz seines Vertragspartners durch privatrechtliche Vereinbarung im Voraus ausbedingen kann. Mithilfe der verschiedenen juristischen Auslegung der §§ 103, 119 InsO wurde eine differenzierte Lösung erarbeitet, in welchen Fällen dies unproblematisch möglich sein sollte und in welchen nicht. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden im Frühjahr 2008 veröffentlicht.

### **Theseus/TEXO**

*(C. Funk, O. Raabe, R. Wacker)*

Im Berichtszeitraum wurde die Arbeit am Forschungsprojekt Theseus/TEXO aufgenommen. Die rechtswissenschaftliche Arbeitsgruppe verfolgt im Rahmen des Projektes im Wesentlichen drei Ziele. Zum einen die Gewährleistung von "IT-Compliance" i. w. S. im Hinblick auf die bei der Entwicklung von "Future-Business-Value-Networks" eingesetzten technischen Systeme und neuartigen Services im Internet. Diese neuartige Plattform soll nach dem Vorbild serviceorientierter Architekturen entwickelt werden. Dies impliziert, dass in vielen Bereichen juristisches Neuland beschritten werden wird.

Daneben wird aber auch ein besonderes Augenmerk auf die Rechtskonformität der durch dieses Szenario bedingten neuartigen Geschäfts- und Anreizmodelle in Informationsnetzwerken bezüglich ihrer exemplarischen Ausprägungen für zukünftige Entwicklungen gelegt. Schließlich sollen die in SESAM begonnenen Arbeiten zur Formalisierung des

Rechts fortgeführt werden. Im ersten Schritt stand die Erarbeitung subsumtionsfähiger Beschreibungen der technischen Vorhaben und der Geschäftsmodelle im Vordergrund. Diese Arbeiten dauern fort. Sodann wurde eine erste Eingrenzung der jeweils relevanten Rechtsgebiete vorgenommen. Teilweise konnten die wesentlichen Fragestellungen hier schon auf Normebene heruntergebrochen werden, wohingegen in anderen Fällen wegen der futuristischen Perspektive des Projektes eher die Frage nach der grundsätzlichen Verortungsmöglichkeit in dem betreffenden Rechtsgebiet im Mittelpunkt steht.

Inzwischen ist der erste projektbezogene Zwischenbericht fertig gestellt, und es sind erste Anforderungen an eine datenschutzkonforme Ausgestaltung der beteiligten Dienste und der Datenübertragung adressiert und den entsprechenden Projektpartnern mitgeteilt worden.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Conrad, M.; Funk, C.; Raabe, O.; Waldhorst, O.:** A lawful framework for distributed electronic markets. In: Establishing the Foundation of Collaborative Networks. Hrsg.: Camarinha-Matos, L.; Afsarmanesh, H.; Novais, P.; Analide, C.; Portugal: Guimaraes, 2007, S. 233-240

**Sester, P.:** Kommentierung zu §§20, 21, 22 AktG i.V.m. §§ 12, 13, 15, 15a, 20a, 21-29, 37b, 37c WpHG sowie § 161 AG i.V.m. Corporate Governance Codex. In: Kommentar zum AktG. Hrsg.: Splinder/Stilz. München: C.H. Beck, 2007, S. 163-197; 1633-1656, (1 und 2)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Sester, P.:** Auswirkungen der "Trihotel"-Entscheidung auf Auslandsgesellschaft. In: Recht der Internationalen Wirtschaft (RIW), Band 53, Heft 10, 2007, S. 787-789

**Sester, P.; Schmalenbach, D.:** Insolvenzfestigkeit der Globalzession bei Kreditlinien und strukturierten Finanzierungen. In: Wertpapiermitteilungen (WM), Band 61, Heft 25, 2007, S. 1164-1170

## Forschungsbereich

**Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft -  
Institut für Informationsrecht****Öffentliches Recht,  
Recht der  
Netzwirtschaften,  
Kommunikationsrecht**

Leiter:	Prof. Dr. J. Kühling (bis 31.03.2007)
Lehrstuhlvertretung:	PD Dr. C. Gaitanides (ab 01.10.2007), PD Dr. M. Rossi (01.04. - 30.09.2007)
Sekretärin:	G. Reichert
Wiss. Mitarbeiter:	A. Elbracht (F, bis 31.03.2007), G. Hermeier (bis 31.05.2007)
Stipendiat:	N. Gauß

**Die Arbeit des Forschungsbereiches***(J. Kühling)*

Die Forschungsarbeiten aus den Vorjahren wurden fortgesetzt. Am 1. April 2007 erfolgte ein Wechsel an die Universität Regensburg. Nicht sämtliche der nachstehend beschriebenen Projekte konnten noch in der Karlsruher Zeit beendet werden.

**Regulierung der Netzwirtschaften***(N. Gauß, 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.

Der Schwerpunkt lag im Telekommunikationsbereich. Hier wurde gemeinsam mit Ökonomen eine Untersuchung zur effizienten Regulierung in dynamischen Märkten angefertigt. Ferner wurde die Rechtsprechung zum neuen Telekommunikationsgesetz umfassend analysiert. Parallel dazu erfolgte eine entsprechende Untersuchung mit Blick auf das neue Energiewirtschaftsgesetz. Schließlich wurde analysiert, inwiefern die Regulierungsansätze aus diesen Netzwirtschaften auf die Hafemärkte übertragen werden können.

**Staatliche Gewährleistungsverantwortung im Informationsrecht***(A. Elbracht, N. Gauß, J. Kühling, F. Schoch, A. Voßkuhle)*

Das 2005 begonnene von der DFG geförderte Projekt zur staatlichen Gewährleistungsverantwortung im Informationsrecht wurde fortgesetzt. In diesem Zusammenhang wurde der Bereich der Internetsuchmaschinen auch mit Blick auf Fragen staatlicher Gewährleistungsverantwortung untersucht.

**Allgemeine wettbewerbsrechtliche Fragen***(N. Gauß, J. Kühling)*

Im Forschungsschwerpunkt zu allgemeinen wettbewerbsrechtlichen Fragen stand – neben der Fortsetzung und Vertiefung EG-beihilfenrechtlicher Fragestellungen – eine Untersu-



chung zu kartellrechtlichen Fragen von Internetsuchmaschinen im Vordergrund. Diese Untersuchung hat durch die geplante Fusion von Google mit AdSense und die geplante feindliche Übernahme von Yahoo! durch Microsoft eine große Aktualität erlangt.

## Gemeinschaftsrecht

(J. Kühling)

Mit Blick auf das Gemeinschaftsrecht lag der Fokus auf einer Analyse der gemeinschaftsrechtlichen Vorsteuerung der nationalen Rundfunkordnung.

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Kühling, J.:** Gemeinschaftsrechtliche Vorsteuerung der nationalen Rundfunkordnung – eine kritische Gesamtschau.; Baden-Baden: Nomos, 2007, (Medien in der Europäischen Gemeinschaft)

**Kühling, J.:** Vereinbarkeit staatlicher Kapitalzuführungen mit dem Beihilferecht.; Frankfurt a. M.: Recht und Wirtschaft, 2007, (Subventionen im WTO- und EG-Recht)

**Kühling, J.; Baake, P.; Haucap, J.; Loetz, S.; Wey, Ch.:** Effiziente Regulierung in dynamischen Märkten.; Baden-Baden: Nomos, 2007

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Kühling, J.:** Datenschutz in einer künftigen Welt allgegenwärtiger Datenverarbeitung – Aufgabe des Rechts?. In: Die Verwaltung, Band 40, 2007, S. 153-172

**Kühling, J.; Elbracht, A.:** Das Telekommunikationsrecht im Wandel – Eine erste Rechtsprechungsübersicht zum TKG 2004.; In: Die Verwaltung, Band 40, 2007, S. 545-582

**Kühling, J.; Gauß, N.:** Expansionslust von Google als Herausforderung für das Kartellrecht.; In: MMR, Heft 12, 2007, S. 751-757

**Einrichtungen der Fakultät**

**Angegliederte, verbundene und  
kooperierende 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 bedeutende Unternehmerpersönlichkeiten als Institutsleiter beruft. Fachwissen und Fachkompetenz des Unternehmers sind maßgebliche Grundlagen für jegliches 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
Wiss. Mitarbeiter:	L. P. Häußner, S. Zürker, P. Dellbrügger, A. Presse, D. Pauleit-Lindour

### Evaluationsbericht erstellt – Rückschau und Vorschau

Das Institut wird durch eine Stiftung der SAP AG auf zehn Jahre gefördert – vom WS 1999/2000 bis einschließlich Sommersemester 2009. Nach acht Jahren wurde aufgrund der Vereinbarung zwischen der Universität Karlsruhe (TH) und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg ein Bericht zur Evaluation der Forschungs- und Lehrleistung des IEP fällig und erstellt. Im Rückblick zeigt sich die geleistete Arbeit durch die stetig gestiegene Resonanz seitens der Studierenden wie auch in Form zahlreicher Diplomarbeiten als erfolgreich. Zukünftig gilt es, das bisherige Lehrangebot auch in die neuen Bachelor- und Masterstudiengänge zu integrieren. Im Hinblick auf die Weiterentwicklung des IEP innerhalb des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sind neu zu konzipierende Masterstudiengänge für den Bereich Entrepreneurship ebenso denkbar wie auch eine Ausweitung zu einer School of Entrepreneurship innerhalb des KIT.

### Symposium zu “Wa(h)re Moral – ein gutes Geschäft?”

Im Mai 2007 fand ein Symposium zu diesem Thema statt. Seit geraumer Zeit ist zu merken, dass unternehmerisches Handeln auch ethische Fragen aufwirft. In diesem Symposium wurde diese Frage von Wissenschaftlern und Menschen aus dem Wirtschaftsleben gemeinsam behandelt. Mittels einer Publikation soll dieses Symposium dokumentiert werden.

### Weitere Publikationen:

Im Berichtsjahr wurden drei wissenschaftliche Publikationen, je eine in der Schriftenreihe, in der Reihe Studienhefte und in der neu geschaffenen Reihe Impulse aus der Forschung – Arbeitspapiere des IEP – realisiert, mit denen wir uns in Form kurzer Beiträge sowohl an Wissenschaftler, an Studierende sowie an Menschen in der unternehmerischen Praxis wenden. Des Weiteren gab es Artikel in verschiedenen (Fach-)Zeitschriften. Als populärwissenschaftliches Buch wurde das Buch “Einkommen für alle” des Institutsleiters seit März 2007 über 30.000 mal verkauft.

### Lehrangebot erweitert

Aufgrund der Nachfragen von Studierenden wurde das Vorlesungs- und Seminarangebot erweitert. 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 Initiativenentfaltung in Arbeitsgemeinschaften thematisieren und problematisieren.

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.

**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.

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 Orientierung und Mobilität und herausragenden IT-Kenntnissen wenig Probleme, sich in den Arbeitsmarkt zu integrieren.

Die Forschungsaktivitäten des SZS beziehen sich vorrangig auf hilfsmitteltechnische, aber auch auf pädagogische und sozialwissenschaftliche Fragestellungen. Die Themengebiete ergeben sich aus den unmittelbaren Lehr-, Lern- und Arbeitssituationen der Sehgeschädigten. In diesem Sinne kooperiert das SZS mit verschiedenen Instituten der Universität und der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Abt. Blinden- und Sehbehindertenpädagogik), Hilfsmittelherstellern, Behindertenverbänden, aber auch mit nationalen und internationalen Hochschulen und Organisationen. Das SZS führt nationale und europäischen Forschungs- und Entwicklungsprojekte 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
Bibliothekarin:	A. Gaal
Wiss. Mitarbeiter:	G. Jaworek, A. Scherwitz-Gallegos, M. Zacherle

**Unterstützung von  
blinden und  
sehbehinderten  
Studierenden**

**Access-VIP - Access to University for Visually Impaired Persons**

(J. Klaus, A. Scherwitz-Gallegos)

Diese Tempus-Strukturmaßnahme unterstützt die Entwicklung im Bildungssektor. Sie thematisiert die Fähigkeiten und Stärken von Sehgeschädigten mit dem Ziel, die erforderlichen Netzwerke, Strukturen, gesetzlichen, pädagogischen und technologischen Studienvoraussetzungen zu schaffen. Best Practice Erfahrungen der Universität Karlsruhe (TH) in Kooperation mit der Comenius Universitaet Bratislava / Slowakei sollen die Grundlage für den Aufbau eines Zentrums "Without Borders" an der Moldova State University bilden. In das Netzwerk sind der Moldawische Blindenverband und die Ministerien für Bildung, Arbeit und Soziales eingebunden. Die Fakultät für Mathematik und Informatik kooperiert dabei eng mit der Fakultät für Sozialarbeit, Soziologie und Philosophie, so dass das zukünftige Zentrum inter fakultativ tätig sein wird. Das Support-Zentrum und die gleichzeitige Sensibilisierung der Menschen in Moldova für Behinderung eröffnen Sehgeschädigten neue Wege zur aktiven Teilhabe an der Gesellschaft.

**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 betraute 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. Monomodale Dokumente stellen aber auch hohe Hürden bei der Nutzung durch Hörgeschädigte und Dyslektiker dar. Ein integriertes Konzept sorgt dafür, dass Anbieter von Lehrmaterialien nur noch eine Dokumentenversion zur Verfügung stellen müssen und Nutzer eine größere Auswahl an Dokumenten bekommen. Durch die Verknüpfung multimodaler Informationsvermittlung mit modernen Standards der Speicherung von mathematischen Daten wird also ein deutlicher Mehrwert für alle Nutzer, aber auch für die Anbieter erreicht. Ziel der Arbeit ist es, die Standards, Formate und Arbeitsabläufe bei der Erstellung multimodaler Lehr- und Lernmaterialien mit mathematischem Inhalt festzulegen.

## **EU Projekt web\_access - Joint Programme on Accessible Web Design**

(A. Gaal, J. Klaus)

Web accessibility (Barrierefreies Internet) zielt auf die uneingeschränkte Zugänglichkeit von Internet-Angeboten. "Web\_access" soll zukünftig ein europäischer akkreditierter Fernstudiengang heißen, der dieses Thema zum Inhalt hat und gleichzeitig selbst auf allen Ebenen barrierefrei ist. Durch die Projektpartner aus Großbritannien, Irland, Ungarn, Spanien, Österreich und Deutschland treffen ganz unterschiedliche Standards im Web Design aufeinander, die in das zweijährige Projekt mit einfließen.

Nach erfolgreichem Abschluss werden die Absolventen des Masterstudiengangs qualifiziert sein, eine voll zugängliche Webseite zu erstellen und die dazu notwendigen Techniken zu beherrschen. Das Trainingsprogramm selbst wird barrierefrei und somit auch Menschen mit Behinderung zugänglich sein. Zielgruppen sind Web Designer, Studierende und Hochschulabsolventen im Sozial- und IT-Bereich – mit und ohne Behinderung.

## **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 blinder und sehbehinderter Karlsruher 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.

## **SUE – Screenreader Usability Extensions BMAS Projekt: Entwicklung eines Screenreaders für graphische Oberflächen unter Linux**

(A. Gaal, G. Jaworek, J. Klaus)

Immer mehr Firmen, Behörden und Organisationen planen den Einsatz von Linux. Linux kann jedoch noch nicht bieten, was Windows-Systeme bereits leisten können. Dies gilt vor allem für den Bereich von Screenreadern und Vergrößerungssystemen für Blinde und Sehbehinderte. Integration in den Arbeitsmarkt heißt aber, allen Behinderten die Bearbeitung von Dokumenten mit den gleichen Programmen, wie sie ihre nicht behinderten Mitmenschen haben (also in grafischen Nutzeroberflächen), zu ermöglichen.

Aufgabe des Projektes ist es, einen Screenreader für graphische Oberflächen unter Linux zu entwickeln. Dieser soll die gängigen, im Arbeitsumfeld allgemein eingesetzten Anwendungen, wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Internet, E-Mail und den Desktop selbst (Gnome) unterstützen. In Anlehnung an den ECDL (European Computer Driving Licence) werden barrierefreie Module zu Themen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, E-Mail und Surfen in Form eines Schulungsprogramms entwickelt und an Schulen und Berufsbildungseinrichtungen für Sehgeschädigte unterrichtet.



#### **Graduiertenkolleg 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“**

Im Zentrum des Forschungsprogramms des Graduiertenkollegs 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”, das seit gut zwei Jahren durch die DFG gefördert wird, 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.

Derartige verteilte Netzwerke, bestehend aus einer großen Anzahl miniaturisierter und autonomer Sensor-Aktor-Systeme, 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, mögliche umgebungsbedingte Ausfälle 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 übertragen. Ähnliche Fakten gelten auch in Bezug auf die Informationsverarbeitung, da zum einen nur eine geringe

#### **Kontakt**

Prof. Dr. U. D. Hanebeck  
Tel. 608-3909  
hanebeck@ira.uka.de  
(Sprecher)

Rechenleistung 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 Universität Karlsruhe (TH) sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg beteiligt. Das Graduiertenkolleg 1126 beinhaltet 15 interdisziplinäre Projekte aus den Bereichen perioperative Datenerfassung, Planung von chirurgischen Interventionen, Navigation, Telemanipulation und Mensch-Maschine-Schnittstelle. An der Universität Karlsruhe sind drei Institute der Informatik und eines der Elektrotechnik im GRK 1126 mit insgesamt fünf Projekten vertreten.

- D3 – Cerebralperfusionsanalyse bei chirurgischen Interventionen anhand okularer Untersuchungen: Bisher ist es nicht oder nur sehr eingeschränkt 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 Ohres 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.
- 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 in Abhängigkeit des aktuellen Operationstextes eine situationsabhängige Unterstützung mit Hilfe der Erweiterten Realität generiert. Voraussetzung dafür ist die Erkennung der aktuellen Aktivität auf Basis intraoperativer Sensordaten. Die Bilder eines Stereo-Endoskops dienen der sensorischen Erfassung des Eingriffs und werden für die Erkennung der Aktivität benutzt. Unterschiedliche, visuell basierte Messungen, so genannte „visuelle Cues“, werden berechnet, um eine bildbasierte Analyse durchzuführen. Die Aktivitätsanalyse fusioniert und klassifiziert die einzelnen visuellen Cues, um chirurgische Skills, Objekte und Ereignisse zu erkennen.

### Kontakt

Prof. Dr. H. Wörn  
Tel. 608-4006  
woern@ira.uka.de  
(Sprecher)

- P1 – Entwicklung einer funktionellen Evaluationsmethode zu Druck- und Flussbelastungen bei Aortenerkrankungen: Für Patienten mit Aortenerkrankungen hat sich die minimalinvasive 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 ein Forschungsprojekt zur Modellierung der Aorta. Hier wird eine CT/MRT-basierte, patientenspezifische Evaluationsmethode zur realen Fluid-Struktur-Interaktion zwischen der Blutströmungsdynamik und der Wandstrukturmechanik entwickelt. Grundlage dafür ist die Erstellung zweier Modelle: eines Blutmodells, welches die Hämodynamik des Blutflusses der Aorta simuliert und eines Strukturmodells, welches die elastomechanische Deformation der Aortenwand zusätzlich berücksichtigt. Beide Modelle werden dann gekoppelt, um das reale FSI-Modell zu schaffen.
- 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, viszeralchirurgischen Eingriff. Es sollen die Positionen der Zugänge und 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. Mittels Techniken der Erweiterten Realität sollen die geplanten Zugänge in den Operationsraum transferiert und ggf. angepasst werden. An einem konkreten minimalinvasiven Eingriff sollen schließlich präoperative Planung und intraoperative Visualisierung in Patientenversuchen evaluiert werden.
- T2 – Bewegungs-Synchronisation von Instrumenten mit dem korrespondierenden Interventionsareal am schlagenden Herzen: Robotergestützte Operationen am schlagenden Herzen, wie z. B. die Legung von Bypässen oder die linksventrikuläre Resynchronisierungstherapie erfordern von dem Chirurgen eine ständig hohe Konzentration. Um den Chirurgen zu entlasten und die Präzision des Eingriffes zu erhöhen, wäre es hilfreich, ein robotergestütztes Chirurgesystem einsetzen zu können, das die Instrumente mit dem Interventionspunkt synchronisiert. Zur Synchronisation der Instrumente muss die Position der Herzoberfläche am Interventionspunkt konstant geschätzt werden. In diesem Projekt wird ein modellbasiertes Schätzverfahren entwickelt, das die Herzoberfläche am Interventionspunkt basierend auf Positionsmessungen von diskreten Herzoberflächenpunkten rekonstruiert. Die Herzoberfläche wird dabei durch mehrere verknüpft schwingende Membranen modelliert, deren Zustände und Parameter geschätzt werden. Neben *in vivo*-Experimenten dient zur Evaluierung des Verfahrens ein künstliches Herz, das mit Hilfe eines steuerbaren Luftdrucksystems variierende charakteristische Herzbewegungen ausführen kann. Das künstliche Herz ist mit Markierungen versehen, die mittels optischer Sensoren verfolgt werden und deren Positionen als Messungen für das Schätzverfahren dienen.

## **Sonderforschungsbereich 588: Humanoide Roboter - Lernende und kooperierende multimodale Roboter**

Der seit 2001 von der DFG geförderte SFB 588 "Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter" befindet sich in seiner zweiten Förderphase. Schwerpunkte der aktuellen Arbeiten waren zum einen die Demonstrator-Entwicklung mit den Robotersystemen ARMAR-IIIa und IIIb, aber auch Arbeiten vor allem im kognitiven Bereich z. B. zur Spracherkennung und Dialogführung, Objekterkennung, audio-visueller Benutzerverfolgung, Interaktion mit dem Menschen und Handhabung von Objekten.

Das Jahr 2007 stand ganz im Zeichen der Vorbereitung der Begutachtung für die dritte Projektphase, die sich voraussichtlich ab Juli 2008 an die zweite Förderphase anschließen wird. Im Zuge dieser Vorbereitungen konnten weit reichende und sehr viel versprechende Ergebnisse, insbesondere in der Integration der verschiedenen Komponenten auf den Demonstratorsystemen, erzielt werden. Mit ARMAR-IIIa und IIIb stehen somit zwei integrative humanoide Roboter zur Verfügung, die nicht nur in ihren mechatronischen, sondern vor allem in ihren kognitiven und interaktiven Fähigkeiten weltweit zu den führenden Demonstratorsystemen zählen.

Die im SFB entwickelten Roboter verfügen über eine anthropomorphe Gestalt mit menschenähnlichem Oberkörper, zwei 7-achsigen Armen, zwei Fünf-Finger-Händen basierend auf Fluidtechnik, einer integrierten sensitiven Haut und einem mit visuellen und akustischen Sensorsystemen bestückten Kopf. Die Hardware wurde zu großen Teilen speziell für die ARMAR-Roboter entwickelt. Sie bildet eine menschenähnliche Form des Oberkörpers und des Kopfes nach und orientiert sich z. B. in ihrem Arbeitsraum stark an den menschlichen Fähigkeiten. Auf der Grundlage dieser Hardware erfolgt die Implementierung der Perzeptions- und Kognitionsfähigkeiten sowie der Aktionen des Roboters in der angestrebten Zielumgebung. Hervorzuheben sind hier beispielsweise Komponenten zur Personenerkennung und -verfolgung, zur Koordination von Handlungen zwischen Mensch und Roboter sowie zur interaktiven Objektmodellierung und zur Objekterkennung.

Die aktuelle Projektphase des Sonderforschungsbereiches endet Mitte 2008, eine letzte Förderphase ist bis 2012 möglich.

### **Kontakt**

Prof. Dr. R. Dillmann  
Tel. 608-3846  
dillmann@ira.uka.de  
(Sprecher)

## Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)

### Kontakt

Prof. Dr. R. Dillmann  
dillmann@ira.uka.de

Prof. Dr. G. Goos  
ggoos@  
ipd.info.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. Dr. h.c. P. Lockemann  
lockemann@ira.uka.de

Prof. Dr. K. D. Müller-Glaser  
kmg@itv.etec.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. A. Oberweis  
oberweis@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Ovtcharova  
ovtcharova@  
rpk.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Reussner  
reussner@ipd.uka.de

Prof. Dr. W. Stucky  
stucky@fzi.de

Prof. Dr. R. Studer  
studer@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Tichy  
tichy@ira.uka.de

Prof. Dr. Ch. Weinhardt  
christof.weinhardt@iw.uni-  
karlsruhe.de

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 interfakultative 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 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 wird jedes Studienjahr von etwa 80 Teilnehmern aus mehreren 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 darüber hinaus als Förderer der Fakultät, unterstützt diese z. B. als Träger des Stipendienprogramms und als Mitausrichter des Tages der Informatik.

Der FFI hat derzeit über 260 ordentliche Mitglieder und zehn fördernde Firmen. Mitglied können alle aktuellen oder ehemaligen Fakultätsangehörigen werden – entsprechende Mitgliedsanträge finden sich unter [www.ffi-karlsruhe.de](http://www.ffi-karlsruhe.de).

Der Freundeskreis der Fakultät hat auch im Jahr 2007 einige interessante Aktivitäten für Alumni und Studierende veranstaltet: An Studierende richtete sich der Herbst-Workshop unter dem Motto "Karriereplanung und Robotikspaß". Ehemalige Karlsruher Informatikstudenten, die mittlerweile interessante Positionen in Wirtschaft, Forschung und Lehre bekleiden, beantworteten Fragen zur Karriereplanung: Wie sieht das Leben nach der Uni aus? Worauf kommt es im Berufsleben an? Wie kann ich meinen Lebensweg gestalten? Wie steht es mit Promotion, Professur, Selbständigkeit, kleinem Unternehmen, Mittelstand oder Konzern? Was ist im Studium für meine Karriere wichtig? Parallel dazu konnten kleine Roboter zusammengelötet und programmiert werden, so dass auch der handwerkliche Spaß nicht zu kurz kam. Über 40 Studierende der Fakultät für Informatik nahmen dieses Angebot an und brachten ein spannendes Wochenende im Schwarzwald.

Auf zwei ebenfalls primär an Studierende gerichteten Veranstaltungen stellte Google auf Einladung des FFI aktuelle Technologien des Suchmaschinenbetreibers im Rahmen von Vorträgen mit anschließender Diskussion im Hörsaal und am Buffet vor. So konnten zahlreiche Zuhörer einen faszinierenden Einblick in die Suchinfrastruktur von Google und in die Technologie hinter dem Flugsimulator von Google Earth gewinnen.

### 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)



Breiten Zuspruch fand auch der FFI-Treff im März. Mehr als 50 Ehemalige, Angehörige, Freunde und Studierende der Fakultät folgten zwei anregenden Vorträgen und vertieften ihre Kontakte in den Pausen und später beim Ausklang am warmen Buffet. Der Sicherheitsexperte Christoph Fischer, Geschäftsführer der BFK edv-consulting GmbH in Karlsruhe, führte die Anwesenden in die Welt des Phishing ein und stellte aktuelle Trends und mögliche Gegenmaßnahmen vor. Massenangriffe werden, durch homogene Infrastrukturen begünstigt, bevorzugt auf Internetangebote mit hohen Mitgliederzahlen durchgeführt. In dem Maße, wie Gegenmaßnahmen gegen die einfachen Phishing-Angriffe eingeführt werden, gehen die einfachen Angriffe zwar zurück, doch scheint ein stetiges Anwachsen aufwändigerer, Trojaner-basierter Angriffe zu befürchten zu sein, bei denen vernetzte Schadsoftware im Hintergrund Internettransaktionen der Benutzer unmerklich manipuliert.

Prof. Dr. Wilfried Juling, Leiter des Rechenzentrums der Universität (TH), stellte das Karlsruher Integrierte Informationsmanagement (KIM) der Universität vor. Das ehrgeizige Projekt, an dem zahlreiche Lehrstühle, zentrale Einrichtungen und Fakultäten beteiligt sind, hat zum Ziel, die Informationsdienste der gesamten Universität in einer integrierten, serviceorientierten Architektur zu vereinheitlichen. Professor Juling erläuterte neben der geplanten Architektur und Vorgehensweise auch die Hindernisse, denen sich das Projekt beispielsweise beim Identitätsmanagement gegenüber sieht. Im Anschluss an das offizielle Programm lud der FFI 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 zur 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).



*Interessierte Informatikstudenten besuchten im Berichtsjahr den Herbst-Workshop "Karriereplanung und Robotikspaß" des FFI im Schwarzwald.*

#### 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, insbesondere auch in den Weiterbildungsstudiengängen der Hector School.

Die Forschungsgruppen am Institut AIFB widmen sich in vielfältigen 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. Neue Impulse ergeben sich durch die Gründung des Karlsruhe Service Research Institute (KSRI) in Kooperation mit der IBM Deutschland GmbH und unter maßgeblicher Beteiligung des Instituts AIFB. In allen Bereichen des Instituts werden Lösungen zu komplexen Informatik-Anwendungen erarbeitet, die den Menschen in Zukunft im beruflichen und privaten 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.

#### Kontakt

Prof. Dr. A. Oberweis  
Tel. 608-4516,  
oberweis@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. H. Schmeck  
Tel. 608-4242  
schmeck@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. D. Seese  
Tel. 608-6037  
seese@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. W. Stucky  
Tel. 608-3227  
stucky@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Studer  
Tel. 608-3923  
studer@aifb.uni-karlsruhe.de

Dr. D. Sommer  
(Geschäftsführer)  
Tel. 608-3710  
sommer@  
aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. S. Tai  
Tel. 608-4283,  
tai@aifb.uni-karlsruhe.de

[www.aifb.uni-karlsruhe.de](http://www.aifb.uni-karlsruhe.de)

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Leiter:	Prof. Dr. A. Oberweis, Prof. Dr. Dr. h.c. W. Stucky
Sekretärinnen:	M. Fischer, H. Neher, R. Schmidt
Wiss. Mitarbeiter:	S. Betz, M. Decker, H. Dierolf (seit 01.06.07), D. Eichhorn (seit 01.07.07), K. Issel, B. Keuter (seit 15.09.07), Dr. S. Klink, Dr. A. Koschmider, Y. Li, V. Lutz, J. Mrozik, S. Ofer (bis 31.03.07), V. Pankratius (bis 31.08.07), R. Povalej, D. Ried, G. Schiefer, R. Trunko, Dr. P. Weiß
Doktoranden:	R. Bulander, E. Campelo, M. Herfurth, T. Högler, T. Karle, K. Keferstein, Z. Podolecheva , C. Richter-von Hagen

### Forschungsbereich

### Betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme

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.

Der Forschungsbereich E-Learning wird in der Gruppe schon seit über zehn Jahren behandelt. Motiviert durch die zunehmende Menge an Information im Internet 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. 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. In dem vom BMWi geförderten Verbundprojekt MODIFRAME wird an der 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 sowie Geschäftsmodelle und ein Labordemonstrator zur vereinfachten Bereitstellung mobiler Dienste 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 Verbundprojekt 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

Leiter:	Prof. Dr. H. Schmeck
Sekretärin:	I. Götz
Wiss. Assistent:	PD Dr. J. Branke
Akad. Rätin:	Dr. S. Mostaghim
Wiss.Mitarbeiter:	F. Allerdin, M. Bonn, P. Bungert, A. Kamper, L. König, L. Liu, I. Pänke, H. Prothmann, U. Richter, S. Thanheiser, F. Vogel, A. Wiesner
Doktoranden	M. Röser, M. Stein, F. Toussaint

Forschungsbereich  
**Effiziente Algorithmen**

Die Forschungsgruppe widmet sich der Entwicklung von Methoden für den wirtschaftlichen Einsatz moderner Rechnerinfrastrukturen zur Planung, Verbesserung und Ausführung von Informationsverarbeitungs-, Geschäfts- und Fertigungsprozessen. In letzter Zeit wird die Arbeit zunehmend durch den Forschungsbereich „Organic Computing“ geprägt, in dem es um die Beherrschung vernetzter, adaptiver Systeme geht, die sich weitgehend selbst organisieren. Das Thema Selbstorganisation charakterisiert damit den aktuellen Schwerpunkt unserer Arbeit, sowohl im inzwischen abgeschlossenen BMBF-Verbundprojekt SESAM zur Internetökonomie, in dem wir uns mit der Optimierung und Steuerung virtueller Kraftwerke befasst haben, als auch und vor allem durch unsere Aktivitäten im DFG-Schwerpunktprogramm Organic Computing. Neben der Koordinationsaufgabe arbeiten wir hier gemeinsam mit unserem Projektpartner Prof. Müller-Schloer (Leibniz Universität Hannover) an der Weiterentwicklung einer generischen Observer/Controller-Architektur für selbstorganisierende technische Systeme, die gleichzeitig zuverlässig, robust und adaptiv sind. Von besonderem Interesse sind die Untersuchung verteilter Architekturen und die Analyse kollektiven Lernens als Bestandteil der verteilten Controller.

Im Projekt „Organic Traffic Control Collaborative“ fließen die gewonnenen Erkenntnisse in die Entwicklung adaptiver und lernfähiger Lichtsignalsteuerungen ein, um die Möglichkeiten und Grenzen dezentraler organischer Steuerungssysteme an einem realitätsnahen Szenario zu erforschen.

Unsere langjährigen Arbeiten zu „natur-inspirierten“ Optimierungsverfahren wie Evolutionären Algorithmen, Ameisenalgorithmen und Particle Swarm Optimisation liefern wichtige Beiträge für die Lösung von Problemen in komplexen Systemen. In der Praxis ist die dabei notwendige Bewertung von Lösungen aufgrund stochastischer Einflüsse häufig unsicher. Durch die Integration statistischer Verfahren wurden deshalb naturinspirierte 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 mehrjährige Kooperation mit dem Honda Research Institute Europe beschäftigte sich mit der Frage, wie Evolution (als langfristiger Anpassungsmechanismus) und Lernen (als relativ kurzfristiger Anpassungsmechanismus im Sinne von „life time learning“) kombiniert werden können und unter welchen Rahmenbedingungen eine Kopplung von Evolution und Lernen sich vorteilhaft oder nachteilig auf den evolutionären Erfolg auswirkt.

Die aufgeführten Projekte sowie weitere zum adaptiven IT-Controlling, zur Erzeugung und systematischen Nutzung von Metadaten für Lernobjekte sowie die Entwicklung einer service-orientierten Infrastruktur an der Universität Karlsruhe im KIM-Projekt sind in den neuen KIT-Schwerpunkt „Vernetzte adaptive Systeme – NETAS“ eingebettet, der Forschungsprojekte aus der Informatik, den Wirtschafts- und Rechtswissenschaften sowie dem Maschinenbau zusammenfasst. Weitere Einzelheiten zu den Projekten des Lehrstuhls sind über den Jahresbericht des Instituts AIFB sowie über das Internet zugänglich.

Forschungsbereich	<b>Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren</b>	
<b>Wissensmanagement</b>	Leiter:	Prof. Dr. R. Studer
	Sekretärinnen:	A. Eberhardt, G. Schillinger
	Wiss. Assistenten/ Projektleiter:	Dr. S. Agarwal, Dr. A. Ankolekar (bis 31.08.07), Dr. P. Cimiano, Dr. P. Haase, PD Dr. P. Hitzler, Dr. S. Lamparter, Dr. Y. Sure (bis 30.06.07)
	Wiss. Mitarbeiter:	S. Bloehdorn, S. Blohm, S. Brockmans, J. Hartmann (bis 28.02.07), U. Hellinger (seit 01.08.07), Q. Ji, M. Kröttsch, S. Lamparter, H. Lewen, Y. Ma, Dr. G. Qi, Dr. S. Rudolph, P. Sorg (seit 01.10.07), J. Tane, T. Tran Duc, T. Tserendorj, J. Völker, D. Vrandecic, Y. Wang

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, sechsten und siebten Rahmenprogramms der EU im Themengebiet Wissenstechnologien und Service Engineering. Im 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. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes SmartWeb lag der Fokus auf der praktischen Umsetzung semantischer Technologien für mobilen Informationszugang. Im Schwerpunkt Internetökonomie ist die Gruppe beteiligt am BMBF-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, M. Kress (Cirquent AG, vormals Entory AG, Ettlingen), A. Mitschele (Gillardon AG financial software, Bretten), T. Stümpert, C. Ullrich (BMW Group, München)
Stipendiaten:	J. Dermietzel (DFG), A. Safari

#### **Komplexitätsmanagement**

In der Forschungsgruppe wurden in diesem Jahr folgende Themenschwerpunkte bearbeitet: Intelligente Systeme im Finance, Intelligente Verfahren zur Flexibilisierung von Dienstleistungsprozessen, Rekonstruktion von System Dynamics-Modellen mittels genetischer Methoden, Framework zur Analyse von Einflussfaktoren auf die Komplexität von Geschäftsprozessen und ein Klassifikationsschema für Prozessmetriken und Programmier-

ausbildung an Hochschulen, ein holistisches Konzept zur Unterstützung bei der Ausbildung von Programmieranfängern in großen Gruppen. Darüber hinaus standen Strukturuntersuchungen großer elektronischer Marktplätze, Komplexität und Struktur sowie Intelligentes Situationsmanagement, ein neues Paradigma für das Katastrophenmanagement, im Mittelpunkt der Forschung. 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 (a) Intelligente Methoden im Integrierten Risikomanagement (in Kooperation mit GILLARDON AG financial software), (b) Agentenbasierte Finanzmärkte, (c) Messung von Volatilität, sowie (d) Vorhersagbarkeit, Komplexität und Entscheidungsunterstützung im unternehmerischen Währungsmanagement (in Kooperation mit BMW group).

Im Projekt “Intelligente Verfahren zur Flexibilisierung von Dienstleistungsprozessen” wird in Kooperation mit der Cirquent AG (vormals entory AG) ein Ansatz zur Modellierung von Geschäftsprozessen mittels ausführbarer Produktmodelle weiterentwickelt. Dabei wird die Flexibilität von intelligenten Agenten dazu genutzt, die Ausführung der Geschäftsprozesse basierend auf dem aktuellen Systemzustand und den zu optimierenden Messgrößen (KPIs) zu steuern. Der intelligente Steuerungsmechanismus basiert auf einer speziellen Kombination von maschinellen Lernverfahren.

Im Themenkomplex Komplexität und Struktur konzentrierten sich die Arbeiten auf Klassen von Graphen, die zwar große Gitter enthalten, deren Struktur aber eine starke Regularität bzw. Periodizität aufweist, z. B. endlich repräsentierte Klassen von dynamischen Graphen, für die gezeigt werden konnte, dass monotone Grapheigenschaften und First Order Eigenschaften in konstanter Zeit ( $O(1)$ ) lösbar sind.

Weitere Informationen und Einzelheiten zu den restlichen Themenschwerpunkten sind unter <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/CoM> und im Jahresbericht des Instituts AIFB zu finden.



## 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, 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 derzeit zwanzig 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.

Hervorzuheben ist die bereits sehr hohe Zahl von über 100 einschlägigen Publikationen sowie die Tatsache, dass ein Drittel davon interdisziplinär, d. h. von Autoren aus mindestens zwei Fachbereichen, entstanden sind.

Darüber hinaus haben nach bislang 3,5 Jahren bereits sechs Doktoranden ihre Promotion erfolgreich abschließen können. Die Laufzeit des Kollegs wurde nach einer sehr erfolgreichen Begutachtung auf die maximale Förderdauer von neun Jahren bis zum 31.03.2013 verlängert.

### 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

Dekan:	Prof. Dr. Roland Vollmar
Prodekane:	Prof. Dr. Dorothea Wagner (bis 30.09.2007) Prof. Dr. Ralf Reussner (ab 01.10.2007)
Studiendekan	
Informatik:	Prof. Dr. Peter Sanders
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 (bis 30.09.2007) Tel. 608-6390

#### Dekanat

#### Öffentlichkeitsarbeit

#### Arbeitsgruppe Lehrunterstützung in der Fakultät für Informatik (ALFI)

#### Fakultätsgeschäftsführung

Geschäftsführer:	Dr. Wilhelm Denz
Sekretärin:	Margot Fritsch Tel. 608-3761
Wiss. Mitarbeiter:	Thomas Griesbaum Tel. 608-4001 Dr. Björn Grohmann (ab 01.11.2007) Tel. 608-6390
Verwaltungsangestellter:	Jürgen Oberle Tel. 608-4002
Leitung:	Dr. Hartmut Barthelmeß (bis 28.02.2007) Dr. Regine Endsuleit (ab 01.03.2007)
Verwaltungsangestellte:	Brigitte Armbruster (Teilzeit) Ursula Brauch (Teilzeit) Tel. 608-4204 Manuela Müller (Teilzeit, ab 15.12.2007) Tel. 608-3390

#### Fakultätsgeschäftsführung

#### Studien- und Prüfungsangelegenheiten

## **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, Stellen aus Studiengebühren); 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, Mittel aus Studiengebühren), 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 und Master 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
- Mitwirkung in den Studienkommissionen der Fakultät
- Betreuung der Lehrbeauftragten
- Planung, Organisation und Koordination von Lehrveranstaltungen, Klausurterminen und Raumbelegungen
- Vorlesungsplanung und redaktionelle Mitwirkung am Vorlesungsverzeichnis der Universität für jedes Semester
- Steuerungs-, Genehmigungs- und Kontrollfunktionen im Prozess der Studienorganisation, wie Semestereinstufungen für Neuzulassungen und Studiengangswechler, 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
- Dienstbetreuung und Pflege der webbasierten und interaktiven Studienberatung (StudiBot)

### **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 2007 wur-

den mit „WebInScribe“ im Sommer- und Wintersemester zusammengenommen ca. 2200 Studierende in 252 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)

Leiter:	Prof. Dr. R. Vollmar (Dekan)
Fachliche Betreuung:	Prof. Dr. P. Sanders (Studiendekan)
Arbeitsgruppenleitung:	Dr. C. Mayerl (bis 30.09.2007) Dr. B. Grohmann (ab 01.11.2007)

### Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI)

(B. Grohmann)

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 Mitarbeiterinnen und 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.

Nach dem Ausscheiden von Dr. Christian Mayerl, welcher über Jahre hinweg maßgeblichen Anteil am Aufbau der Arbeitsgruppe hatte, ist die Stelle des Leiters der Arbeitsgruppe seit November 2007 mit Dr. Björn Grohmann neu besetzt.

## 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 (bis 31.05.2007)

**Datennetz**

Wiss. Mitarbeiter: O. Hopp  
 Systemtechniker/-in: B. Hübner (bis 30.06.2007),  
 H. Scholl (ab 01.08.2007)  
 H. Irmer, A. Laub, L. Nunner,  
 W. Fritsch (ab 10.09.2007)

**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 Erweiterung des Datennetz-Backbones auf die Durchsatzrate von 10 Gigabit pro Sekunde wurde in 2007 mit der Beschaffung entsprechender Netzkomponenten und umfangreicher Tests im Bereich des zentralen Serverraums begonnen. Die Firewall-Systeme wurden bereits entsprechend angebunden. Die partielle Bereitstellung von 1 Gigabit-Anschlüssen im Etagenbereich wird sukzessive folgen. Diese Maßnahmen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Maßnahmen der Serverkonsolidierung und -virtualisierung im Bereich IT-Dienste (siehe Abbildung 1).

**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 nach eingehenden Tests im Berichtsjahr 2007 in den produktiven Betrieb überführt. Zur Sicherung des Betriebs wurde in 2007 ein zweites iSCSI-RAID beschafft, das am Standort Laborgebäude (ehemalige Kinderklinik) untergebracht wird. Neben der Virtualisierung zentraler Server der ATIS, welche mit Plattenspeicherkapazität aus dem iSCSI-RAID versorgt werden, wurden entsprechend auch erste virtuelle Systeme für Forschungsbereiche bereitgestellt. Durch die Virtualisierung der Rechner- und Plattensysteme kann die ATIS die Unterstützung der Einrichtungen erweitern (siehe Abbildung 1) und eine höhere Flexibilität in der Nutzung von Ressourcen erzielen. Damit einhergehend wird der Backbone des Fakultätsdatennetzes nach und nach auf 10 Gigabit/s Ethernet-Technologie (10 GE) aufgerüstet werden, um im Etagenbereich sukzessive Durchsatzraten von 1 Gigabit pro Sekunde am Arbeitsplatz bereitzustellen und somit eine entsprechend gute Performanz zu gewährleisten.

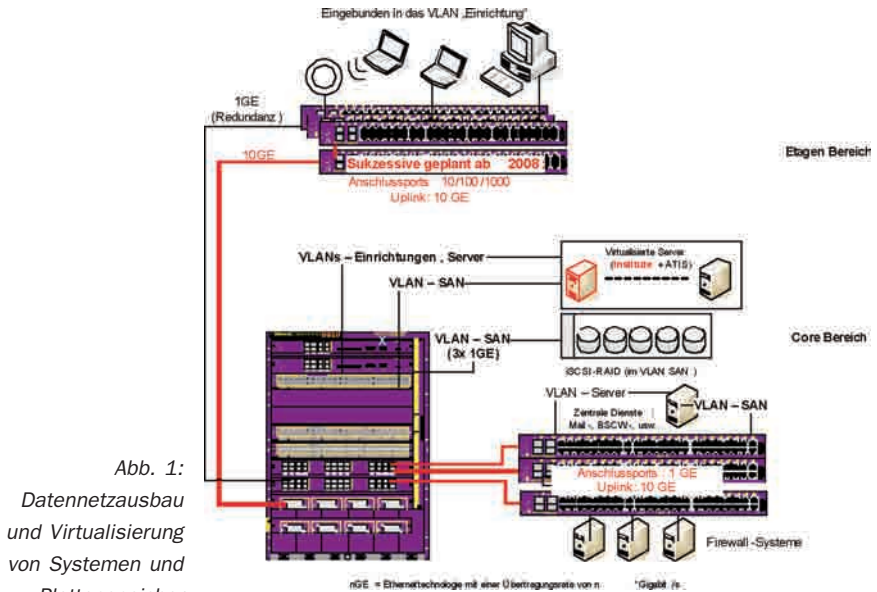


Abb. 1:  
Datennetzausbau  
und Virtualisierung  
von Systemen und  
Plattenspeicher

Im Rahmen einer Studienarbeit, die in der ATIS 2006 durchgeführt wurde, wurden verschiedene Groupware-Systeme untersucht. Aufsetzend auf dieser Arbeit wurden 2007 intensive Tests mit dem Groupware-System Open-Xchange von der gleichnamigen Firma durchgeführt. Nachdem die Fa. Open-Xchange Ende des Jahres 2007 ihr Produkt auf eine neue Code-basis (AJAX-basiert) umgestellt hat und das Produkt Open-Xchange-HostingEdition herausbrachte, wurde dieses beschafft, um für die gesamte Fakultät ein leistungsfähiges

Produkt bereitzustellen. Dieses Produkt ist auch bei einem namhaften Karlsruher Webhoster im Einsatz, um Kunden eine Groupware-Lösung anzubieten. Hintergrund für die Entscheidung für Open-Xchange war die Möglichkeit, das Groupware-System in die bestehende Umgebung (Mailinfrastruktur, Benutzerverwaltung) zu integrieren. Microsoft-Exchange hätte demgegenüber umfangreichere Veränderungen erfordert. Die Bereitstellung des Groupware-Systems ist im 1. Quartal 2008 geplant.

Im Rahmen des universitätsweiten KIM-Projekts (Karlsruhe integriertes Informations-Management), das unter der Leitung des Rechenzentrums steht, wurde die Zusammenarbeit mit der Projektgruppe KIM-IDM, die von Prof. Hartenstein geleitet wird, weiter geführt. Das von der ATIS für das Identitätsmanagement vorgeschlagene Produkt Identity Suite von Sun wurde inzwischen als IDM-System der Universität in den Betrieb übernommen. Die ersten Schritte in Bezug auf die Nutzung des IDM-Systems für die Fakultät wurden im Rahmen einer Studienarbeit konzeptioniert, die in der ATIS, in Abstimmung mit der KIM-IDM-Gruppe durchgeführt wurde.

Das Zentrum für angewandte Rechtswissenschaften (ZAR), Leitung Prof. Dreier, wird seit September 2007 in allen technischen Belangen durch die ATIS betreut.

Im Bereich des öffentlichen Studentenpools, des Praktikumpools und der Fakultätsbibliothek wurde die Ausstattung der Arbeitsplätze weiter verbessert. Leistungsschwächere Rechnersysteme wurden durch Systeme ersetzt die im Rahmen des Programms „Baden-Württemberg-PC“ beschafft wurden. Eine detaillierte Ausstattungsübersicht steht unter <http://www.atis.uka.de/535.php> zur Verfügung.

### **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 bezüglich 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.

### Fachbibliothek Informatik

Die Fachbibliothek für Informatik steht seit 1972 allen Forschungsbereichen der Fakultät als zentrale Präsenzbibliothek zur Verfügung. In den 35 Jahren ihres Bestehens hat sich der Bestand stetig 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 2007 standen den Nutzern der Informatik-Bibliothek 52.700 Bücher und 249 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 2007 wieder sehr zur Beliebtheit und zu einer starken Auslastung der Bibliothek bei.

Ende der Achtziger Jahre ersetzte ein speziell für die Informatik-Bibliothek entwickeltes EDV-System für die Erwerbung, die Inventarisierung und die Ausleihe der Bücher die Handarbeit der ersten Jahre. Dieses Programm wurde 1999 durch das Programm i3v-Library abgelöst, da Buchbestand und Ausleihzahlen die Kapazität des ersten EDV-Systems überschritten. Mit diesem 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 die i3v-Periodikaverwaltung 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 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 2007**

### 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.

### 4.1.1 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

Je nach Neigung und persönlicher Berufsplanung sind von den acht Wahlpflichtfächern mindestens fünf und von den nachfolgenden Vertiefungsfächern zwei auszuwählen.

Als Wahlpflichtfächer der Informatik stehen zur Verfügung:

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
- Telematik
- 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.

## 4.2 Das Studium der 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 Umstellung des Diplomstudiengangs auf Bachelor-/Master-Studiengänge ist seit dem Wintersemester 2005/2006 eine Zulassung zum Diplomstudiengang für das erste Fachsemester nicht mehr möglich.

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.

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.

### 4.2.1 Diplomstudiengang Informationswirtschaft

#### Grundstudium

Das Studium mit insgesamt 9 Semestern 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 war nur zum Wintersemester möglich.

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		

#### 4.2.2 Bachelorstudiengang Informationswirtschaft

Im Zuge der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor-/Master-Studiengänge, wurde zum Wintersemester 2005/06 ein grundlegend reformierter Bachelor-Studiengang Informationswirtschaft eingeführt.

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. Der Bachelorstudiengang bietet 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 Leistungs-

punkte (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
<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
		60/23	111

**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 in den gewählten Modulen (Informatik, BWL/ OR/VWL, Recht). Ein Seminar muss mindestens 1 LP oder maximal 4 LP umfassen.
- Bachelorarbeit (12 Leistungspunkte)

#### 4.2.3 Masterstudiengang Informationswirtschaft

Der zum Wintersemester 2006/2007 eingeführte Masterstudiengang Informationswirtschaft wurde im Zuge der Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor-/Master-Studiengänge entwickelt.

Die Studienplätze werden direkt von der Universität Karlsruhe über ein Zulassungsverfahren vergeben. Das Studium kann zum Winter- als auch zum Sommersemester begonnen werden. Der Masterstudiengang schließt nach einer Regelstudienzeit von vier Semestern mit dem Grad „Master of Science“ (M.Sc.) in Informationswirtschaft (bzw. in Information Engineering and Management) ab.

Das Studium umfasst ein Pflichtprogramm in den Fächern Betriebswirtschaftslehre, Operations Research und Recht sowie ein interdisziplinäres Seminar. Im Wahlpflichtbereich müssen ein wirtschaftswissenschaftliches Modul, zwei Informatikmodule und ein Rechtsmodul abgelegt werden. Außerdem ist für den erfolgreichen Abschluss des Studiums eine Masterarbeit anzufertigen.

#### Folgender Studienaufbau wird empfohlen:

- Die Module aus den Fächern Betriebswirtschaftslehre, Operations Research und Recht sollen im ersten und zweiten Semester abgelegt werden.
- Das interdisziplinäre Seminar soll im dritten Semester abgelegt werden.
- Die Module aus Wirtschaftswissenschaften, Informatik und Recht im Wahlbereich sollen in den ersten drei Semestern abgelegt werden.
- Die Masterarbeit soll im vierten Semester angefertigt werden.

Aus dem wirtschaftswissenschaftlichen Wahlprogramm müssen ein Modul im Umfang von 20 Leistungspunkten oder zwei Module im Umfang von je 10 Leistungspunkten gewählt werden. Außerdem muss ein Modul aus dem Wahlprogramm Informatik im Umfang von 16 Leistungspunkten und ein Modul im Umfang von 17 Leistungspunkten gewählt werden. Des Weiteren muss ein Modul aus dem Wahlprogramm Recht ausgewählt werden.

Das interdisziplinäre Seminar im Umfang von sechs Leistungspunkten wird von je einem Prüfer aus der Informatik, dem Recht und den Wirtschaftswissenschaften betreut.

In der Masterarbeit, der 30 Leistungspunkte zugeordnet werden, soll der Studierende zeigen, dass er in der Lage ist, ein Problem selbständig und in der vorgegebenen Zeit von sechs Monaten nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen, zu bearbeiten.

### **4.3 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 persönlicher 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.

## 4.4 Das Lehrangebot im Jahr 2007

### 4.4.1 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)
- Bender*, Dr.-Ing. Jan, Institut für Betriebs- und Dialogsysteme  
(Einführung in die Graphische Datenverarbeitung, Graphisch-geometrische Algorithmen)
- Bless*, Dr.-Ing. Roland, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Next Generation Internet, Multimediakommunikation)
- Buchmann*, Dr.-Ing. Erik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation  
(Informations- und Wissensmanagement)
- Burghart*, Dr.-Ing. Catherina, Wissenschaftliche Assistentin am Institut für Prozessrechen-  
technik, Automation und Robotik  
(Mensch-Roboter-Kooperation)
- Dietrich*, Detlef, Steuerberater  
(Steuerrecht I)
- Dürr*, Dr. rer. nat. Martin, Senior Engagement Manager A.T. Kearny, München  
(Praxis der Unternehmungsberatung)
- Feldbusch*, Dr. rer. nat. Fritjof, Akademischer Oberrat am Institut für Technische Informatik  
(Intelligente Datenanalyse)
- Fuhrmann*, Dr. rer. nat. 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)
- Gaertler*, Dr. rer. nat. Marco, Institut für Theoretische Informatik  
Algorithmen zur Visualisierung von Graphen
- Geisler*, Dr. rer. nat. Jürgen, Mitarbeiter am Fraunhofer Institut, IITB  
(Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik)
- Geissler*, Dr. jur. 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  
(Algorithmen für Gruppen und Codes)
- Hamann*, Dr. rer. nat. Claude-Joachim, TU Dresden  
(Real Time Scheduling Theory)

- Hein*, Dr.-Ing. Björn, Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Prozessrechentech-  
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)
- Hellriegel*, Dipl.-Inform. Wolfgang, Unternehmensberater, Karlsruhe  
(SW-Projekt-Vertrieb)
- Hof*, Dipl.-Inform. Hans-Joachim, Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Netzicherheit – Architekturen und Protokolle)
- Hoff*, Dr. Alexander, Rechtsanwalt Kanzlei Bartsch & Partner Karlsruhe  
(Arbeitsrechtliche Übung)
- Kirchberg*, Dr. jur. Christian, Rechtsanwalt, Kanzlei Deubner & Kirchberg Rechtsanwälte,  
Karlsruhe  
(Öffentliches Medienrecht)
- Lazic*, Prof. Dr. Dejan, Micronas GmbH Freiburg  
(Embedded Security)
- Mayerl*, Dr.-Ing. Christian, Wissenschaftlicher Assistent im Dekanat der Fakultät für  
Informatik  
(Service Engineering und Service Management)
- Mülle*, Dipl.-Inform. Jutta, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für  
Programmstrukturen und Datenorganisation  
(Workflowmanagement-Systeme: Grundlagen, Aufbau und Einsatz)
- Müller-Quade*, Dr. rer. nat. Jörn, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Algorithmen und  
Kognitive Systeme  
(Kryptographische Protokolle, eine Einführung; Quantenkryptographie)
- Rackowsky*, Dr. rer. nat. Jörg, Akademischer Oberrat am Institut für Prozessrechentech-  
Automation und Robotik  
(Robotik in der Medizin)
- Reuse*, Prof. Dr. Bernd, Ministerialrat a. D., Bonn  
(Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland)
- Schnober*, Wolfgang, Betriebswirt bei Deutsche Amphibolinwerke Ober Ramstadt  
(Projektmanagement aus der Praxis)
- Schütte*, Dr. Christoph-Hubert, Akademischer Direktor,  
Leiter der Universitätsbibliothek Karlsruhe  
(Die digitale Bibliothek)
- Stiefelhagen*, Dr.-Ing. Rainer, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Theoretische  
Informatik  
(Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine-Schnittstellen)
- Waldhorst*, Dr.-Ing. Oliver, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Mobilkommunikation)



*Westphal*, Dr.-Ing. Martin, IBM Deutschland GmbH  
(Multilingual Speech Processing, Seminar)

*Wipfler*, Berthold, (Steuerberater), Wipfler und Partner  
(Steuerrechtliche Übung)

*Worsch*, Dr. rer. nat. Thomas, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Algorithmen  
und Kognitive Systeme  
(Informatik für Elektrotechniker)

## 4.4.2 Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik

### Sommersemester 2007

#### Lehrveranstaltungen im Grundstudium

Lehrveranstaltung	Dozenten	SWS
<b>Informatik</b>		
Informatik II	Böhm, K.; Kühne, C.	4
Übungen zu Informatik II	Böhm, K.; Kühne, C.	2
Informatik IV	Prautzsch, H.	4
Übungen zu Informatik IV	Prautzsch, H.; Klimmek, B.	2
Technische Informatik II	Henkel, J.	3
Übungen zu Technische Informatik II	Asfour, T.; Henkel, J.	1

#### Recht

BGB für Fortgeschrittene	Dreier, T.	2
Privatrechtliche Übung	Sester, P.	2
Öffentliches Recht I	Rossi, M.	2

#### Proseminare

Intelligente Sensor-Aktor-Netze	Beutler, F.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Roberts, K.; Sawo, F.; Schrempf, O.; Weißel, F.	2
Robotik und Automation	Wörn, H.; Weiß, K.; Braun, D.; Hamann, H.	2
Einführung in die Künstliche Intelligenz	Calmet, J.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Wörner, A.	2
Mensch-Maschine-Interaktion	Wörn, H.; Burghart, C.; Schmid, A.; Göger, D.; Gorges, N.	2

#### Lehrveranstaltungen im Hauptstudium

##### Wahlpflichtvorlesungen

##### Studiengang Informatik:

Rechnerstrukturen	Karl, W.	3
Übungen zu Rechnerstrukturen	Karl, W.; Buchty, R.	1
Kognitive Systeme mit Übung	Dillmann, R.; Waibel, A.; Azad, P.; Strand, M.; Voit, M.; Kraft, F.	4
Kommunikation und Datenhaltung	Abeck, S.; Buchmann, E.	4
Übungen zu Kommunikation und Datenhaltung	Abeck, S.; Emig, C.; Buchmann, E.; Mülle, J.	2
Echtzeitsysteme mit Übung	Wörn, H.	4

**Studiengang Informationswirtschaft**

Vertragsgestaltung im EDV-Bereich (Inwi)	Bartsch, M.	2
Patentrecht (Inwi)	Geißler, B.	2
Arbeitsrechtliche Übung (Inwi)	Hoff, A.	2

**Vorlesungen Recht**

Urheberrecht	Dreier, T.	2
Markenrecht	Matz, Y.; Sester, P.	2
Telekommunikationsrecht	Rossi, M.	2
Steuerrecht	Dietrich, D.	2
Vertiefung im Privatrecht (BGB/HGB/Gesellschaftsrecht)	Sester, P.	2
Europäisches und Internationales Recht	Rossi, M.	2
Vertragsgestaltung	Sester, P.	2

**Vertiefungsfachvorlesungen**

Multilinguale Mensch-Maschine-Kommunikation	Schultz, T.	4
Netzsicherheit – Architekturen und Protokolle	Hof, H.-J.; Völker, L.; Sorge, C.	2
Die digitale Bibliothek	Schütte, C.-H.	2
Service-Engineering und Service Management	Mayerl, C.	2
Bildfolgenauswertung	Nagel, H.-H.	2
Kognitive Sichtsysteme	Nagel, H.-H.	2
Mikrokern Construction	Bellosa, F.; LeVasseur, J.	2
Empirische Softwaretechnik	Tichy, W. F.; Padberg, F.	2
Power Management	Bellosa, F.	2
Unschärfe Mengen	Hanebeck, U. D.; Klumpp, V. M.	3
Lokalisierung mobiler Agenten	Hanebeck, U. D.; Huber, M.	3
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Vorlesung)	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Computeralgebra und Robotik	Calmet, J.	2
Systementwurf und Implementierung	Bellosa, F.; Stöß, J.	2
Parallelrechner und Parallelprogrammierung	Juling, W.	3
Graphisch-geometrische Algorithmen	Bender, J.	2
Biologisch Motivierte Robotersysteme	Dillmann, R.; Kerscher, T.	2
Teleservice und Diagnose verteilter Produktionssysteme	Längle, T.	2
Algorithmen zur Visualisierung von Graphen	Wagner, D.; Gaertler, M.	2
Algorithmen in Zellularautomaten	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Mikrorechner-technik II - Systementwurf und Realzeitprogrammierung	Brinkschulte, U.	2
Algorithm Engineering	Sanders, P.; Dementiev, R.	3

Software Qualitätssicherung	Tichy, W. F.; Padberg, F.	2
Komponentenbasierte Software-Entwicklung	Reussner, R.; Kuperberg, M.	2
Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Multimodale Benutzerschnittstellen	Stiefelhagen, R.; Waibel, A.	2
Intelligente Datenanalyse	Feldbusch, F.	2
Grundlagen der Computersicherheit	Röhrich, S.; Vollmar, R.	2
Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland	Reuse, B.	2
Moderne Entwicklungsumgebungen am Beispiel von .NET	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Jannesari Ladani, A.	2
Robotik 3 (Sensoren in der Robotik)	Dillmann, R.; Steinhaus, P.; Gockel, T.	2
Quantenkryptographie	Müller-Quade, J.	2
Kurven und Flächen im CAD, mit Übung	Prautzsch, H.; Chen, Q.	4
Signale, Codes und Chiffren I (Grundlagen der Signalverarbeitung und Codierung)	Lazich, D.; Bohli, J.-M.; Vollmar, R.	3
Echtzeitsysteme im Internet: Grundlagen, Eigenschaften zur Automatisierung, Normung	Steusloff, H.	2
Formaler Entwurf und Verifikation von Programmen	Schmitt, P. H.	3
Maschinelle Übersetzung	Waibel, A.	2
Mobilkommunikation	Waldhorst, O.	2
Verteilte Betriebssysteme (Distributed Operating Systems)	Liefländer, G.; Bellosa, F.	3
Real-Time Scheduling Theory	Hamann, C.-J.	2
Transaktionsverwaltung	Böhm, K.; Lockemann, P.	3
Mensch-Maschine-Systeme in der Automatisierungstechnik und Szenenanalyse	Steusloff, H.	2
SW-Projekt Vertrieb	Hellriegel, W.	2
Übungen zu „Algorithmen zur Visualisierung von Graphen“	Wagner, D.; Gaertler, M.; Görke, R.	1
Übung zu Entrepreneurship II	Zürker, S.; Häußner, L. P.; Werner, G. W.	1
Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.	3
Übungen zu Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.	1
Software-Engineering for Embedded Systems	Bonny, T.; Al Faruque, M. A.; Henkel, J.	1
Ringvorlesung: Informatik und Gesellschaft	Sanders, P.	2
Tutorien Verteilte Betriebssysteme	Liefländer, G.; Neider, R.	2
Automatisches Beweisen	Käufel, T.; Sanders, P.	2
Entrepreneurship II	Werner, G. W.	2
Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Killat, M.	2

Low Power Design	Henkel, J.	2
Next Generation Internet	Bless, R.	2
Mustererkennung	Beyerer, J.	2
Zur Geschichte der Informatik	Vollmar, R.	2
Robotik in der Medizin	Raczkowsky, J.	2
Mikroprozessoren	Karl, W.	2
Steuerungstechnik für Werkzeugmaschinen	Wörn, H.	2
Robotik 2 (Programmieren von Robotern)	Dillmann, R.; Knoop, S. A.; Schmidt-Rohr, S.	2
<b>Seminare</b>		
Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke	Chandra-Sekaran, A.-K.; Hamann, H.; Hillenbrand, D.; Huber, M.; Katz, B.; Kuntz, A.; Sander, O.; Sawo, F.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Schuster, S.; Stern, M.; Hanebeck, U. D.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.; Mayerl, C.	2
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Seminar)	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Wörner, A.	2
Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme	Vollmar, R.; Worsch, T.; Rahn, M.; Schulz, M.	2
Intelligente Industrieroboter	Hein, B.; Chen, S. J.; Tauro, R. A.; Kaiser, B.; Wörn, H.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.; Burghart, C.; Göger, D.; Gorges, N.; Schmid, A.	2
Modellbasierte Verfahren für intelligente Systeme	Beutler, F.; Brunn, D.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Roberts, K.; Sawo, F.; Schrempf, O.; Weißel, F.; Hanebeck, U. D.	2
Seminar zum Gesellschafts- und Kapitalmarktrecht	Sester, P.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar Aktuelle Herausforderungen an Datenschutz und Datensicherheit in modernen Informationssystemen	Henkel, J.; Hanebeck, U. D.; Karl, W.  Böhm, K.; Buchmann, E.; Mülle, J.; Burghardt, T.; Eichinger, F.	3  2

Anthropomatik	Boesnach, I.; Gehrig, D.; Köhler, H.; Vollmar, R.	2
Seminarreihe ‚Unternimm dich selbst - unternimm mit anderen‘	Werner, G. W.; Zürker, S.; Häußner, L. P.	2
Transformationen in der modellgetriebenen Software-Entwicklung	Reussner, R.; Krogmann, K.; Rathfelder, C.	2
Mechanismenentwurf - Optimierungsprobleme bei egoistischen Agenten	Sanders, P.; van Stee, R.	2
Algorithmen für Ad-hoc- und Sensor-Netze	Wagner, D.; Katz, B.; Mecke, S.	2
ITI Forschungsseminar	Baur, M.; Benkert, M.; Dellling, D.; Gaertler, M.; Görke, R.; Holzer, M.; Katz, B.; Mecke, S.; Meinert, S.; Nöllenburg, M.; Schank, T.; Wagner, D.	2
Anforderungsbestimmung/ Requirements Engineering	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Körner, S.; Padberg, F.	2
Transaktionaler Speicher und Multicore-Systeme	Tichy, W. F.; Schäfer, C.; Szeder, G.	2
Medizinische Simulationssysteme	Dillmann, R.; Unterhinninghofen, R.	2
Lesegruppe Komponentenbasierte Software-Entwicklung	Reussner, R.	1
Formale Software-Entwicklung	Schmitt, P. H.; Schlager, S.; Werner, F.; Engel, C.	2
Rekonfigurierbare Eingebettete Systeme	Bauer, L.; Henkel, J.	2
Code Compression for Embedded Processors	Bonny, T.; Henkel, J.	2
Networks on Chips (NOCs) for Multi Processor Systems (MPSoC) Design	Al Faruque, M. A.; Henkel, J.	2
Diplomandenseminar	Waibel, A.	
Eingebettete Systeme in Sensornetzwerken	Hillenbrand, D.; Henkel, J.	2
Organic Computing	Kaiser, F.; Henkel, J.; Feldbusch, F.	2
Wirtschaftswahrnehmung - Begriffsbildung anhand eines Unternehmensbeispiels	Werner, G. W.; Dellbrügger, P.; Schmidt, E.	2
Identitäts- und Zugangsmanagement	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.; Wenske, H.	2
Seminarreihe ‚Dialogische Führung‘	Werner, G. W.; Kracht, T.; Dietz, K.-M.; Vandercruysse, R.; Dellbrügger, P.	2
Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Werner, G. W.; Andres, F.; Presse, A.; Häußner, L. P.	2
Grundeinkommen und Besteuerung	Werner, G. W.; Hardorp, B.; Presse, A.	2
Selbstorganisierende Middleware	Brinkschulte, U.; Pacher, M.; Schuster, S.; von Renteln, A.; Nickschas, M.	2

Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Karl, W.; Hanebeck, U. D.; Henkel, J.	2
Kognitive Automobile: Wahrnehmung,		
Sensordatenverarbeitung und Ausführung	Dillmann, R.; Vacek, S.	2
High-Performance Reconfigurable Computing	Buchty, R.; Karl, W.	2
Ausgewählte technische, rechtliche und		
ökonomische Aspekte des Entwurfs von		
Fahrerassistenzsystemen	Böhm, K.; Schepperle, H.	2
Maschinelles Lernen für Mensch-		
Maschine-Interaktion	Stiefelhagen, R.; Waibel, A.	
Vertiefungsseminar ‚Dialogische Führung‘	Werner, G. W.; Kracht, T.; Dietz, K.-M.;	
	Vandercruysse, R.; Dellbrügger, P.	2
Wahlmaschinen und sichere Wahlen	Bohli, J.-M.; Müller-Quade, J.; Röhrich, S.;	
	Kraschewski, D.; Stüber, C.	2
Mitarbeiter- und Diplomanden-Seminar		
Systemsicherheit	Geiselmann, W.; Kraschewski, D.;	
	Röhrich, S.; Müller-Quade, J.; Bohli, J.-M.;	
	Stüber, C.	2
Seminar zum Datenschutz- und		
Informationszugangsrecht	Rossi, M.	2
Theorie und Anwendung von Model Checking	Schmitt, P. H.; Werner, F.	2
Doktorandenseminar	Goos, G.	2
Diplomanden- und Mitarbeiter-Seminar	Goos, G.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Brinkschulte, U.	2
Mitarbeiter und Diplomandenseminar	Sanders, P; Käufl, T.; van Stee, R.;	
	Dementiev, R.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P; Käufl, T.; van Stee, R.	2
Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.	2
Diplomanden- und Mitarbeiter-Seminar	Calmet, J.	2
Mitarbeiter- und Diplomanden-Seminar	Bellosa, F.; Liefländer, G.; LeVasseur, J.;	
	Merkel, A.; Stöß, J.; Neider, R.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Gaedke, M.; Nußbaumer, M.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hanebeck, U. D.; Karl, W.; Henkel, J.	3
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Instituts-Seminar	Böhm, K.; Tichy, W. F.; Lockemann, P.;	
	Moschny, T.; Sautter, G.; Reussner, R.	2
Institutsseminar	Wörn, H.; Kahrs, L.	2
Diplomanden- und Studienarbeiter-Seminar	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Finkenzeller, D.;	
	Bender, J.; Klimmek, B.; Preuß, S.;	
	Straub, R.	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar	Vollmar, R.; Geiselmann, W.	2

Seminar für Mitarbeiter und Diplomanden	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Torrent Moreno, M.;	
	Schmidt-Eisenlohr, F.; Killat, M.	2
Mitarbeiter-Seminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
TecO: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Decker, C.; Riedel, T. A.	2
Diplomandenseminar	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Kolloquium Informatik	Dozenten der Informatik; Zitterbart, M.	2

### Arbeitsgemeinschaften

CAGD-Projekte	Prautzsch, H.; Straub, R.	
Anwendungsentwicklung	Abeck, S.; Link, S.; Emig, C.	2
Identitätsmanagement	Abeck, S.; Emig, C.; Momm, C.	2
Arbeitsgemeinschaft: Gepulste		
Neuronale Netze	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Kaiser, F.	2
Prozessmanagement	Abeck, S.; Momm, C.; Link, S.	2
Sicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.	2
Ingenieurmäßiger Software-Entwurf	Reussner, R.; Krogmann, K.; Rathfelder, C.	4
P2P/Overlay-Netze	Zitterbart, M.; Baumgart, I.	2
Dynamische Simulation in der		
Computergraphik	Schmitt, A.; Bender, J.; Klimmek, B.;	
	Pizarro, F.	2
Integriertes Management	Abeck, S.; Mayerl, C.; Momm, C.	2
Identitätsmanagement im universitären		
Kontext	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.;	
	Wenske, H.	2
Arbeitstreffen des GRKs 1194	Becker, J.; Brinkschulte, U.; Böhm, K.;	
	Chandra-Sekaran, A.-K.; Hanebeck, U. D.;	
	Hartenstein, H.; Henkel, J.; Sanders, P.;	
	Müller-Glaser, K. D.; Wagner, D.;	
	Wörn, H.; Zitterbart, M.; Hamann, H.;	
	Hillenbrand, D.; Huber, M.; Katz, B.;	
	Kuntz, A.; Sander, O.; Sawo, F.;	
	Schmidt-Eisenlohr, F.; Schuster, S.;	
	Stern, M.	2
Selbstorganisation in Echtzeitsystemen	Brinkschulte, U.; Nickschas, M.;	
	Pacher, M.; Schuster, S.; von Renteln, A.	2

### Vorlesungen für andere Fachrichtungen

Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.	2
--	----------------------	---



Übungen zu Informatik für Naturwissen- schaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.; Hamann, H.	1
Informatik (für Elektrotechniker)	Vollmar, R.; Worsch, T.	3
Übungen zu Informatik (für Elektrotechniker)	Vollmar, R.; Worsch, T.; Schulz, M.	2
Informatik für Chemiker	Brinkschulte, U.; Pacher, M.	2
Übungen Informatik für Chemiker	Brinkschulte, U.; Pacher, M.	
<b>Basispraktika</b>		
Netze unter UNIX	Mussgnug, G.; Zitterbart, M.	4
Basispraktikum Systemarchitektur	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
TI-Basispraktikum Mobile Roboter	Dillmann, R.; Bierbaum, A.; Schröder, J.	4
„Programmierwettbewerb Peer-to-Peer Systeme“	Schosser, S.; Schepperle, H.; Böhm, K.	2
Basispraktikum Technische Informatik	Brinkschulte, U.	4
<b>Praktika</b>		
Roboterpraktikum	Dillmann, R.; Vacek, S.	4
Forschungsprojekt ‚Intelligente Sensor-Aktor- Systeme‘	Beutler, F.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Roberts, K.; Schrenpf, O.; Weiße, F.; Sawo, F.	4
Algorithm Engineering - Multicore- Programmierung mit der (MC)STL	Sanders, P; Singler, J.	2
Power Management – Praktikum	Bellosa, F.; Merkel, A.	2
Data Warehousing und Mining	Böhm, K.; Schosser, S.; Eichinger, F.	2
Mikrorechner-Hardware Praktikum	Brinkschulte, U.	4
ACM ICPC Praktikum	Tichy, W. F.; Wagner, D.; Paar, A.; Baur, M.	4
Sehen, Gehen, Handeln: Experimente mit Kleinrobotern	Boesnach, I.; Vollmar, R.; Gehrig, D.; Köhler, H.	4
Praktikum Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Killat, M.	2
Experimentelles Industrieroboter-Praktikum II	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Web Engineering	Juling, W.; Gaedke, M.; Nußbaumer, M.; Freudenstein, P; Majer, F.	2
Kryptoanalyse	Geiselman, W.; Vollmar, R.; Bohli, J.-M.	4
Internet-Systeme und Web-Applikationen (ISWA-Praktikum)	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Multicore-Technologie	Karl, W.; Buchty, R.	4
Geometrisches Modellieren	Prautzsch, H.; Straub, R.	4

Entwurf von Eingebetteten applikations-spezifischen Prozessoren	Bauer, L.; Bonny, T.; Henkel, J.	4
Telematik	Zitterbart, M.; Bless, R.; Walter, U.; Baumung, P; Heep, B.	2
Entwurf Eingebetteter Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Kaiser, F.	4
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.	4
Experimentelles Industrieroboter-Praktikum I	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Humanoide Roboter	Dillmann, R.; Asfour, T.	2
Hands-on-AI: Natürlichsprachliche Dialogsysteme	Holzappel, H.; Waibel, A.	2
Systementwurf und Implementierung – Praktikum	Bellosa, F.; LeVasseur, J.; Stöß, J.	2
Projektpraktikum Sensornetze	Zitterbart, M.; Kuntz, A.	2
Algorithmen zur Zerlegung und Clusterung von Graphen	Wagner, D.; Holzer, M.	4
Cluster Praktikum	Tichy, W. F.; Malpohl, G.; Moschny, T.; Szeder, G.	4
eXtreme Programming Praktikum	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Höfer, A.; Jannesari Ladani, A.	4
Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Ausgewählte Algorithmen der Medizinischen Informatik	Dillmann, R.; Speidel, S.	2
Ubiquitäre Informationssysteme	Decker, C.; Riedel, T. A.; Juling, W.	2
Praktikum: Spieleprogrammierung mit XNA (Blockveranstaltung, 28.3.-13.4.07)	Tichy, W. F.; Schäfer, C.	4
Blockpraktikum ‚Ausgewählte Gebiete des Übersetzerbaus‘	Goos, G.; Beck, M.; Geiß, R. R.	2

## Wintersemester 2007/2008

### Lehrveranstaltungen im Grundstudium

Lehrveranstaltung	Dozenten	SWS
<b>Informatik</b>		
<b>Studiengang Informatik</b>		
Informatik I	Bellosa, F.	4
Übung zu Informatik I	Bellosa, F.; Merkel, A.	2
Informatik III	Wagner, D.	4
Übung zu Informatik III	Wagner, D.; Bauer, R.; Holzer, M.	2
Technische Informatik I	Karl, W.	3
Übungen zu Technische Informatik I	Asfour, T.; Karl, W.	1

**Recht**

Handels- und Gesellschaftsrecht (Inwi)	Sester, P.	2
BGB für Anfänger (Inwi)	Sester, P.	4
Privatrechtliche Übung (Inwi)	Dreier, T.	2
Öffentliches Wirtschaftsrecht (Inwi)	Gaitanides, C.	2

**Proseminare**

Robotik und Automation	Wörn, H.; Weiß, K.; Braun, D.; von Delft, J; Hamann, H.	2
Softwareentwicklung mit Eclipse	Reussner, R.; Becker, S.; Kuperberg, M.; Rathfelder, C.	2
Simulation und Virtuelle Realität in der Medizin	Hazer, D.; Dillmann, R.	2
Technologien des Internets	Zitterbart, M.; Hurler, B.; Sorge, C.; Röhricht, M.; Wilke, J.	2
Mensch-Maschine-Interaktion	Burghart, C.; Wörn, H.; Göger, D.; Gorges, N.; Schmid, A.	2
Zellularautomaten	Vollmar, R.; Schulz, M.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Kahrs, L.; Schönfelder, C.; Burgner, J.; DeMauro, A.; Ciucci, M.; Stein, D.; Mönnich, H.	2

**Veranstaltungen im Hauptstudium  
Wahlpflichtvorlesungen****Studiengang Informatik**

Systemarchitektur	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
Softwaretechnik mit Übung	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Paar, A.	4
Algorithmentechnik mit Übung	Sanders, P; Singler, J.; Käufel, T.; van Stee, R.	4
Formale Systeme mit Übung	Schmitt, P. H.	4

**Studiengang Informationswirtschaft**

Public Key Kryptographie mit Übungen	Geiselman, W.	3
Telematik für Informationswirte (Inwi)	Juling, W.	2
Übungen zu Telematik für Informationswirte	Juling, W.; Nußbaumer, M.	1

**Vorlesungen Recht**

Datenschutzrecht (Inwi)	Gaitanides, C.	2
Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht	Dreier, T.	2

Öffentliches Medienrecht (Inwi)	Kirchberg, C.	2
Umweltrecht	Gaitanides, C.	2
Arbeitsrecht I	Hoff, A.	2
Steuerrecht I	Dietrich, D.	2

### Vertiefungsfachvorlesungen

Mensch-Maschine-Wechselwirkungen in der Anthropomatik: Basiswissen	Beyerer, J; Geisler, J.	2
Entrepreneurship I – Unternimm dich selbst	Werner, G. W.	2
Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken	Hanebeck, U. D.; Weißel, F.	3
Chemical Entrepreneurship	Werner, G. W.; Bräse, S.; Runge, P.	2
Drahtlose Sensor-Aktor-Netze	Zitterbart, M.	2
Biosignale und Bioschnittstellen	Schultz, T.	4
Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES II)	Henkel, J.	2
Übung zu Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement	Hartenstein, H.; Dinger, J.	1
Rechnergestützte kontinuierliche Produktionssysteme	Steusloff, H.	2
Hochleistungskommunikation	Zitterbart, M.	2
Workflowmanagement-Systeme	Mülle, J.	2
Multikern-Rechner und Rechnerbündel	Tichy, W. F.; Jannesari, A.; Pankratius, V.	2
Stochastische Informationsverarbeitung	Hanebeck, U. D.; Schrempf, O.	3
Datenbankeinsatz	Böhm, K.	3
Public Key Kryptographie	Vollmar, R.; Müller-Quade, J.; Stüber, C.	3
Algorithmische Methoden zur Netzwerkanalyse	Gaertler, M.	2
Heterogene parallele Rechensysteme	Karl, W.; Buchty, R.	2
Data Warehousing und Mining	Böhm, K.	3
Analyse und Modellierung menschlicher Bewegungsabläufe	Wörner, A.; Schultz, T.	2
Low Power Design für Eingebettete Systeme	Henkel, J.; Kaiser, F.	1
Modelle der Parallelverarbeitung	Vollmar, R.; Worsch, T.	4
Angewandte Differentialgeometrie	Prautzsch, H.	2
Ringvorlesung: Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke	Hanebeck, U. D.; Böhm, K.; Becker, J.; Brinkschulte, U.; Hartenstein, H.; Henkel, J.; Müller-Glaser, K. D.; Sanders, P; Wörn, H.; Zitterbart, M.; Wagner, D.	2
Web Engineering	Juling, W.; Gaedke, M.; Nußbaumer, M.	2

Übersetzerbau	Goos, G.; Beck, M.	3
Approximations- und Onlinealgorithmen	Sanders, P; van Stee, R.	2
Praxis der Unternehmensberatung	Dürr, M.	2
Telematik	Zitterbart, M.	2
Übungen zu Telematik	Zitterbart, M.; Gamer, T.	1
Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Übungen zu Übersetzerbau	Goos, G.; Beck, M.; Geiß, R. R.	1
Multimediakommunikation	Bless, R.	2
Vorlesung zum Praktikum: Forschungsprojekt Intelligente Sensor-Aktor-Systeme	Baum, M.; Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P; Pérez Arias, A.; Roberts, K.; Sawo, F; Weißel, F.	2
Markenrecht	Sester, P; Matz, Y.	2
Einführung in die Graphische Datenverarbeitung	Schmitt, A.; Preuß, S.	2
Software-Engineering für Eingebettete Systeme (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.; Buchmann, E.	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
Mikrorechner-technik I – Architektur und Programmierung	Brinkschulte, U.	2
Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement	Hartenstein, H.; Dinger, J.	2
Maschinelles Lernen	Zöllner, J. M.; Ziegenmeyer, M.; Lösch, M.; Dillmann, R.	2
Steuerungstechnik für Roboter (ehemals Rechnergestützte Fertigungssysteme I)	Wörn, H.	2
Robotik I (Einführung in die Robotik)	Welke, K.; Birkenhofer, C.; Dillmann, R.	2
Advanced Web Applications (AWA-Vorlesung)	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Burghart, C.	2
Projektmanagement in der Produktentwicklung	Becker, C.	2
Mikroprozessoren II	Karl, W.	2
Embedded Security	Lazich, D.	1
Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung	Beyerer, J.	4
Randomisierte Algorithmen	Vollmar, R.; Worsch, T.	2

Einführung in die Informationsfusion	Heizmann, M.	2
Medizinische Simulationssysteme	Sudra, G.; Speidel, S.; Dillmann, R.	2
Netze und Punktwolken	Prautzsch, H.	2
Beiträge zur Geschichte der Informatik	Görke, W.	2
Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern	Hein, B.	2
Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine-Schnittstellen	Stiefelhagen, R.	2
Einführung in Multimedia	Deussen, P.	2

### Seminare

Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.; Werner, F.; Engel, C.; Weiß, B.; Ulbrich, M.	2
SOA-Entwicklungsmethoden und -werkzeuge ITI Wagner Forschungsseminar	Abeck, S.; Link, S.; Momm, C.; Emig, C.; Wagner, D.; Bauer, R.; Baur, M.; Delling, D.; Gaertler, M.; Görke, R.; Holzer, M.; Katz, B.; Mecke, S.; Meinert, S.; Rutter, I.; Nöllenburg, M.; Schank, T.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P.; Käufel, T.; van Stee, R.	2
Statistics Management in Databases	Böhm, K.; Khachatryan, A.; Sautter, G.	2
ITM: Mitarbeiter und Diplomandenseminar	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Institutsseminar	Wörn, H.; Braun, D.	2
TecO: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Decker, C.	2
Fragen des europäischen Wirtschaftsrechts	Sester, P.	2
Proofs from the BOOK	van Stee, R.; Sanders, P.; Rutter, I.; Batz, V.	2
Seminar für Mitarbeiter und Diplomanden	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Killat, M.; Schell, F.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Höllrigl, T.; Härrig, J.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.; Riechmann, M.; Raczkowsky, J.; Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Kahrs, L.; Schönfelder, C. Stein, D.; Mönnich, H.	2
Seminarreihe „Unternimm dich selbst – unternimm mit anderen“	Werner, G. W.; Zürker, S.; Häußner, L. P.	2
Internetrecht	Dreier, T.	2
Seminarreihe „Dialogische Führung“	Werner, G. W.; Kracht, T.; Dietz, K.-M.; Vandercruysse, R.; Dellbrügger, P.	2
Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Werner, G. W.; Andres, F.; Presse, A.; Häußner, L. P.	2

Grundeinkommen und Besteuerung	Werner, G. W.; Hardorp, B.; Presse, A.	2
MW: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Nußbaumer, M.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Sanders, P.; van Stee, R.; Schultes, D.; Käufel, T.; Singler, J.	2
Telepräsenz und virtuelle Realität. Was kommt nach Second Life?	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Pérez Arias, A.; Roberts, K.; Sawo, F.; Schrempf, O.; Weißel, F.; Brunn, D.	2
Graphenzeichnen	Wagner, D.; Görke, R.; Nöllenburg, M.; Baur, M.	2
Advanced Reconfigurable Systems	Bellosa, F.; Liefländer, G.; Neider, R.; Stöß, J.	2
Ubiquitous Computing	Juling, W.; Decker, C.; Riedel, T. A.; Berchtold, M.	2
Software-Zertifizierung	Reussner, R.; Becker, S.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.; Rathfelder, C.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar Workflowmodellierung: WF-Analyse und Identitätsmanagement	Goos, G.; Geiß, R. R.; Beck, M.	2
Humanoide Roboter – Lernen, Interaktion und Umweltmodellierung Instituts-Seminar	Böhm, K.; Burghardt, T.; Eichinger, F.; Mülle, J.	2
Mobile networks: Performance evaluation of wireless local area networks	Lösch, M.; Dillmann, R.	2
Entrepreneurship und sozialkünstlerisches Handeln	Böhm, K.; Tichy, W. F.; Lockemann, P.; Sautter, G.; Reussner, R.; Krogmann, K.; Schnerring, W.	2
Mobile networks: Performance evaluation of wireless local area networks	Hartenstein, H.; Killat, M.; Schmidt-Eisenlohr, F.	2
Entrepreneurship und sozialkünstlerisches Handeln	Werner, G. W.; Pauleit-Lindour, D.; Finn, U.	2
Rekonfigurierbare, Eingebettete Systeme	Henkel, J.; Bauer, L.; Sbafigue, M.	2
Code Compression für Embedded Processors	Henkel, J.; Bonny, T.	2
Networks on Chips (NOCs) for Multi Processor Systems (MPSoC) Design	Henkel, J.; Al Faruque, M. A.	2
Organic Computing	Henkel, J.; Kaiser, F.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Henkel, J.	2
Eingebettete Systeme in Sensornetzwerken Doktorandenseminar	Hillenbrand, D.; Henkel, J. Goos, G.	2

Netzsicherheit und Hackerabwehr	Zitterbart, M.; Dudek, D.; Krause, S.; Völker, L.; Sorge, C.	2
Future Internet	Zitterbart, M.; Waldhorst, O.; Dudek, D.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Karl, W.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hanebeck, U. D.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Geiselman, W.; Kraschewski, D.; Müller-Quade, J.; Röhrich, S.; Stüber, C.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar (IAKS Beth)	Vollmar, R.	2
High-Performance Reconfigurable Computing	Karl, W.; Buchty, R.; Kramer, D.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar (IPR Brinkschulte)	Brinkschulte, U.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Bellosa, F.; Liefländer, G.; Merkel, A.; Stöß, J.	2
Lesegruppe Komponentenbasierte Software-Entwicklung	Reussner, R.	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar (IAKS Schultz)	Schultz, T.	2
Multilingual Speech Processing	Westphal, M.	2
Konferenzseminar: Formale Verifikation und Spezifikation in mobilen Sensornetzwerken	Schmitt, P. H.	2
Mitarbeiter-Seminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
Diplomandenseminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Bender, J.; Finkenzeller, D.; Preuß, S.; Straub, R.	2
Diplomandenseminar (IAKS Vollmar)	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.; Burghart, C.; Graf, J.; Göger, D.; Gorges, N.; Schmid, A.	2
Musik, Kreativität und Künstliche Intelligenz	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Modler, P.; Troge, T. A.	2
Globale Softwareentwicklung	Tichy, W. F.; Mäkiö, J.	2
Maschinensehen für die Mensch-Maschine- Interaktion	Stiefelhagen, R.; Waibel, A.	2
Intelligente Industrieroboter	Wörn, H.; Hein, B.; Chen, S. J.; Kaiser, B.; Notheis, S.; Steiger, A.; Zimmermann, S.; Tauro, R. A.; Mende, M.	2
Seminar zum Praktikum: Forschungsprojekt Intelligente Sensor-Aktor-Systeme	Baum, M.; Brunn, D.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.; Roberts, K.; Sawo, F.; Weißel, F.	2



Doktorandenseminar Objekterkennung/ Bewegungsanalyse	Wörner, A.; Feldmann, T.; Köhler, H.	2
Kolloquium Informatik	Vollmar, R.; Dozenten der Informatik	2
Datenschutz in IT-Systemen, -Diensten und Netzen	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Raabe, O.	2
<b>Arbeitsgemeinschaften</b>		
Anwendungsentwicklung	Abeck, S.; Link, S.	2
Arbeitsgemeinschaften: ISAS-Kolloquium	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Roberts, K.; Schrenpf, O.; Brunn, D.; Sawo, F.; Weißel, F.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Pérez Arias, A.	2
Arbeitstreffen des GRKs 1194	Brinkschulte, U.; Becker, J.; Böhm, K.; Chandra-Sekaran, A.-K.; Hamann, C.-J.; Hanebeck, U. D.; Hartenstein, H.; Henkel, J.; Hillenbrand, D.; Huber, M.; Katz, B.; Kuntz, A.; Müller-Glaser, K. D.; Sanders, P.; Sawo, F.; Sander, O.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Schuster, S.; Stern, M.; Wagner, D.; Wörn, H.; Zitterbart, M.	2
CAGD-Projekte	Prautzsch, H.; Straub, R.	2
Gepulste Neuronale Netze	Feldbusch, F.; Henkel, J.	2
Dynamische Simulation in der Computergraphik	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Bender, J.; Pizarro, F.	2
Selbstorganisation in Echtzeitsystemen	Brinkschulte, U.; Nickschas, M.; Pacher, M.; Schuster, S.; von Renteln, A.	2
Prozessmanagement	Abeck, S.; Momm, C.	2
Arbeitsgemeinschaft Sicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.	2
Identitätsmanagement im universitären Kontext	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.	2
Arbeitsgemeinschaft P2P/Overlay-Netze	Zitterbart, M.; Baumgart, I.	2
<b>Vorlesungen für andere Fachrichtungen</b>		
Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure II	Wörn, H.; Längle, T.	2
Übungen zu Informatik für Naturwissen- schaftler und Ingenieure II	Wörn, H.; Längle, T.; Burgner, J.	2

**Basispraktika**

Basispraktikum „Programmierwettbewerb Peer-to-Peer-Systeme“	Böhm, K.; Hartmann, B.-O.; Yue, J. Z.	2
Basispraktikum Systemarchitektur	Bellosa, F.; Liefländer, G.	4
Basispraktikum Technische Informatik	Brinkschulte, U.	4
Basispraktikum „Mobile Systeme“	Zitterbart, M.; Meier, D.	2

**Praktika**

Formale Modellierung drahtloser Sensornetze	Schmitt, P. H.; Werner, F.	2
Mikrorechner-Hardwarepraktikum	Brinkschulte, U.	4
Projektpraktikum Robotik und Automation I (Software)	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Entwurf Eingebetteter Systeme	Henkel, J.; Feldbusch, F.; Kaiser, F.	4
Nachrichtengekoppelte Parallelrechner	Vollmar, R.; Worsch, T.; Rahn, M.	4
Projektpraktikum Mobile Roboter	Uhl, K.; Dillmann, R.	4
Datenbank-Praktikum	Böhm, K.; von der Weth, C.	2
Praktikum Mobilkommunikation	Zitterbart, M.; Baumgart, I.; Kuntz, A.; Heep, B.	2
Anthropomatik: Bewegungs-basierte Mensch-Maschine-Schnittstellen Forschungsprojekt „Intelligente Sensor- Aktor-Systeme“	Wörner, A.; Köhler, H.; Feldmann, T.  Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Roberts, K.; Weißel, F.; Sawo, F.; Klumpp, V. M.; Huber, M.; Pérez Arias, A.; Baum, M. Krauthausen, P.	4  2
Projektpraktikum Robotik und Automation II	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Web Engineering	Juling, W.; Nußbaumer, M.; Majer, F.	2
Algorithm Engineering	Wagner, D.; Dellling, D.; Gaertler, M.; Meinert, S.	4
Multikern-Praktikum	Tichy, W. F.; Jannesari Ladani, A.; Pankratius, V.	2
Multicore-Programmierung	Karl, W.; Kramer, D.; Buchty, R.	4
Spielentwicklung mit XNA/XBOX	Tichy, W. F.; Denninger, O.	2
Entwurf von eingebetteten applikations- spezifischen Prozessoren	Henkel, J.; Bauer, L.; Bonny, T.	4
Architekturen und Protokolle der Netzwerk-sicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.; Gamer, T.; Krause, S.; Conrad, M.	2
Automatische Spracherkennung	Waibel, A.; Stüker, S.	2

Praktikum zur Vorlesung Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Kryptographie und Datensicherheit	Geiselman, W.; Vollmar, R.; Kraschweski, D.	4
Projektpraktikum: Drahtlose Peer-to-Peer-basierte Gruppenkommunikation	Zitterbart, M.; Baumung, P.	2
Web-Technologien	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.	2
Multicore-Technologien	Buchty, R.; Karl, W.	4
Lego Mind Storms (Ich, Robot)	Bierbaum, A.; Schröder, J.; Dillmann, R.	4
Formale Entwicklung objektorientierter Software	Schmitt, P. H.; Engel, C.; Weiß, B.	2
Sehen, Gehen, Handeln: Experimente mit Kleinrobotern	Boespach, I.; Vollmar, R.; Gehrig, D.	2
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Schönfelder, C.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Mönnich, H.	4

## 4.5 Studienbegleitende Statistik

### 4.5.1 Ergebnisse im Studiengang Informatik

#### Studienergebnisse im Vordiplom

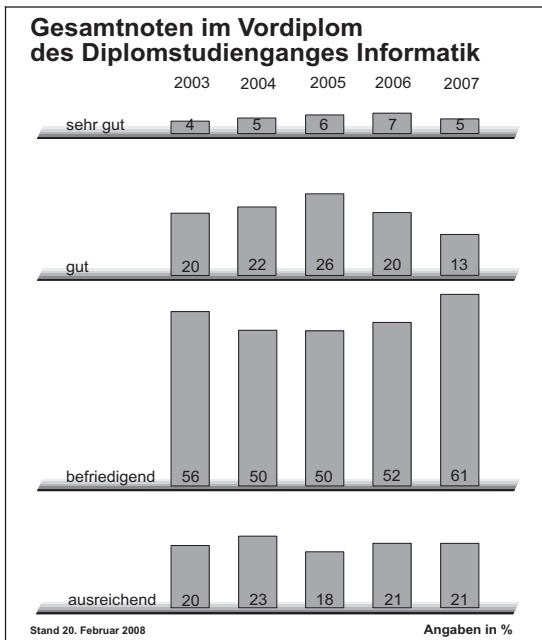
Im Jahr 2007 legten 226 Studierende die Diplom-Vorprüfung in Informatik ab und erreichten eine durchschnittliche Studiendauer im Vordiplom von 5,0 Fachsemestern (Median 5). Gegenüber dem Vorjahr benötigten die Studierenden also etwas mehr Zeit für das Vordiplom. Die besten Abschlüsse in der Diplom-Vorprüfung 2007 erzielten:

cand. inform. Joachim Breitner

mit der Gesamtnote 1,0

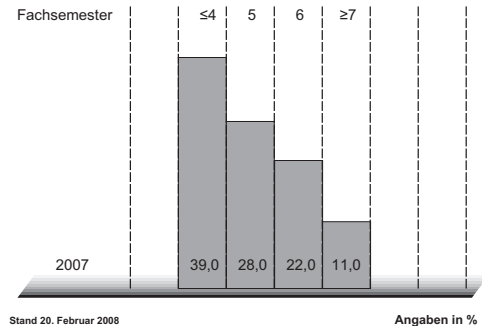
cand. inform. Michael Walter

mit der Gesamtnote 1,0



*Mit 3,02 als Gesamtnotendurchschnitt der Diplom-Vorprüfung hat sich der 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.

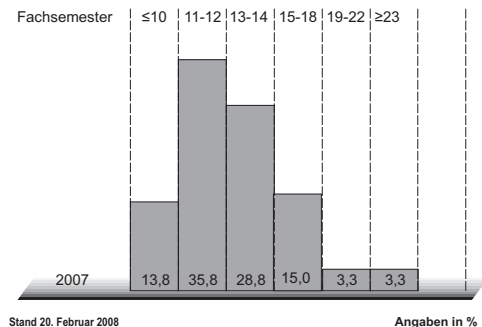
### Studienergebnisse im Hauptdiplom

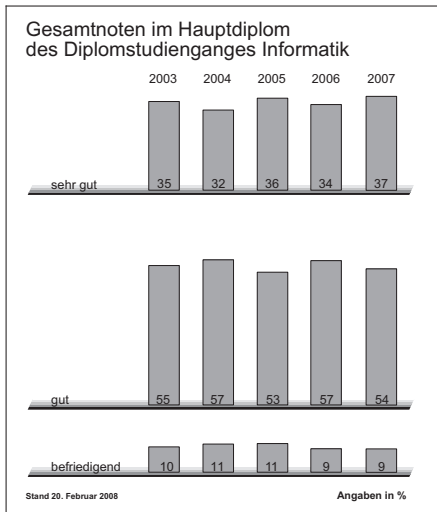
Im Jahr 2007 wurden durch Studierende der Fakultät 266 Studienarbeiten und 286 Diplomarbeiten angefertigt. Davon wurden 23 Studienarbeiten und 72 Diplomarbeiten durch andere Fakultäten betreut. 240 Diplominformatikerinnen und Diplominformatiker erhielten ihr Diplomzeugnis. Mit ausgezeichneten Leistungen schlossen ab:

Dipl.-Inform. Thorben Burghardt	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. David Farago	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Ignaz Rutter	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Mattias Ulbrich	mit der Gesamtnote 1,0

Mit durchschnittlich 13,4 Fachsemestern (Median 13) 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



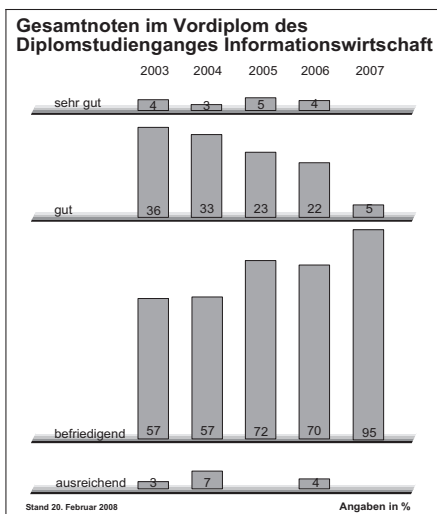


Die relativ gute Durchschnittsnote von 1,83 bei der Diplomprüfung bedarf einer ergänzenden Erläuterung: Grundsätzlich wirkt die hohe Leistungshürde im Grundstudium als Filter, so dass fast nur die leistungsstärksten Studierenden das Hauptstudium erreichen. Weiterhin gestatten die Wahlmöglichkeiten im 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.

#### 4.5.2 Ergebnisse im Studiengang Informationswirtschaft (Diplom)

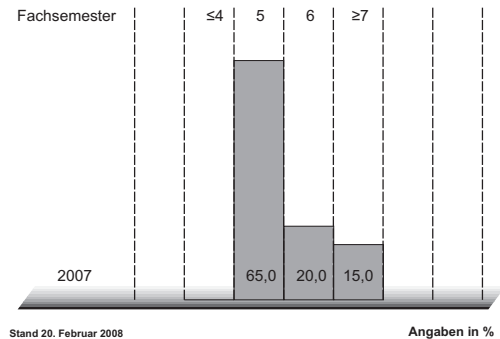
##### Vordiplom

Im Jahr 2007 legten 20 Studierende die Diplom-Vorprüfung in Informationswirtschaft ab und erreichten eine durchschnittliche Studiendauer im Vordiplom von 5,6 Fachsemestern (Median 5). Gegenüber dem Vorjahr benötigten die Studierenden mehr Zeit für das Vordiplom, da es sich um die letzten Nachzügler des auslaufenden Diplomstudienganges handelt.



Der Gesamtnotendurchschnitt der Diplom-Vorprüfung beträgt 3,1.

### Studiendauer bis zum Vordiplom des Diplomstudienganges Informationswirtschaft



Da die letzten Zulassungen zum Diplomstudiengang zum Wintersemester 2004/05 erfolgt sind, haben alle Studierenden, die im Jahr 2007 ihr Vordiplom abgeschlossen haben, mindestens fünf Fachsemester vorzuweisen.

### Hauptdiplom

50 Diplominformatiker erhielten ihr Diplomzeugnis. Mit ausgezeichneten Leistungen schlossen ab:

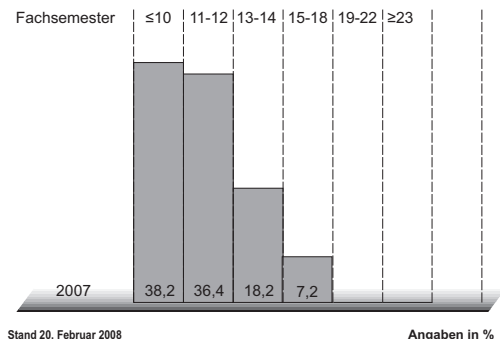
Dipl.-Inform.Wirt Tobias Conte

mit der Gesamtnote 1,1

Dipl.-Inform.Wirt Bernhard Renard

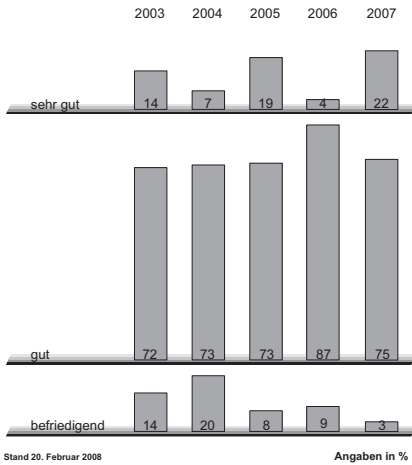
mit der Gesamtnote 1,1

### Studiendauer bis zum Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informationswirtschaft



Die durchschnittliche Fachsemesterzahl beträgt 11,5 (Median 11). Im Gegensatz zum Studiengang Informatik gibt es keine extrem hohen Semesterzahlen, was darin begründet ist, dass der Studiengang erst im Jahr 1997 eingeführt wurde.

### Gesamtnoten im Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informationswirtschaft



*Auch im Studiengang Informationswirtschaft wirkt die hohe Leistungshürde im Grundstudium als Filter, so dass fast nur die leistungstärksten Studierenden das Hauptstudium erreichen. Weiterhin gestatten die Wahlmöglichkeiten im Hauptstudium eine Konzentration auf die persönlichen Stärken und Kompetenzen. Diese Gründe führen insgesamt zu besseren Ergebnissen und erklären die relativ gute Durchschnittsnote von 1,92 bei der Diplomprüfung.*



## Studierende an der Fakultät für Informatik

Informatik nach Fachsemestern	Studienjahr													
	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	07/08
<b>1</b>	204	148	195	222	286	516	668	568	357	469	427	342	363	282
<b>2</b>	6	0	2	3	3	2	2	5	6	3	6	7	3	4
<b>3</b>	215	167	124	156	185	232	444	574	474	319	391	345	297	320
<b>4</b>	6	6	4	2	6	4	8	7	7	14	13	10	18	1
<b>5</b>	219	184	149	99	137	163	213	381	510	392	287	335	304	267
<b>6</b>	13	14	10	11	6	15	10	16	24	36	24	37	39	39
<b>7</b>	227	179	150	132	91	124	145	186	298	405	374	256	302	252
<b>8</b>	29	17	13	9	15	5	14	8	15	14	39	45	31	31
<b>9</b>	236	204	160	132	105	83	110	128	157	265	362	324	233	298
<b>10</b>	25	17	14	12	6	18	3	12	8	16	24	37	42	25
<b>11</b>	218	214	187	144	120	90	68	95	116	148	233	329	280	204
<b>12</b>	11	20	16	12	11	9	10	3	8	6	12	21	29	32
<b>13 u.m.</b>	493	462	484	449	350	300	268	208	223	234	278	361	476	520
<b>Summe Diplomstudiengänge</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>	<b>2275</b>
<b>zzgl.*</b>	90	94	77	70	68	67	69	54	74	61	81	57	52	42
<b>Summe Hauptfach Informatik</b>	1992	1726	1585	1453	1389	1628	2032	2245	2277	2382	2551	2506	2469	2317
<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>	<b>527</b>

\* Doktoranden, Aufbaustudenten, Lehramtsstudenten mit Erweiterungsprüfungen in Informatik sowie Studenten mit anderen angestrebten Abschlüssen.

\*\* gemeinsamer Studiengang mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Stand: 20.02.2008

# **Ein Blick in die Arbeit der Fakultät im Jahr 2007**

### **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 in 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. Frank Bellosa*

- Vize-Chair der ACM SIGOPS (Special Interest Group on Operating Systems)

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Deutscher Vorsitzender des “Sino-German technological and scientific cooperation center of Heilongjiang Province”, P.R. China
- Mitglied im Beirat der VDI/VDE GMA

*Prof. Dr. Klemens Böhm*

- Mitglied der Jury für das Steinbuchstipendium
- Mitglied im erweiterten Vorstand der Cyberforum e. V.
- Mitglied des Innovationsrats für die Mittelstandsförderung

*Prof. Dr. Peter Deussen*

- Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der “Living-e AG”

*Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*

- Sprecher des GI FA 4.3/1.4 Robotersysteme
- Sprecher des German Chapter of IEEE/RAS

*Prof. Dr. Thomas Dreier*

- Vizepräsident der Association littéraire et artistique
- Vorsitzender des Fachausschusses Urheber- und Verlagsrecht der Deutschen Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht
- Geschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für Recht und Informatik e.V.

*Prof. em. Dr. Wilfried Görke*

- Beisitzer im Vorstand der Konrad-Zuse-Gesellschaft

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Mitglied des wissenschaftlichen Direktoriums IBFI Schloss Dagstuhl

- Mitglied des Ausschusses für Recht und Sicherheit (ARuS) des Deutschen Forschungsnetzes e. V.

*Prof. Dr. Wilfried Juling*

- Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Forschungsnetzes (DFN), Berlin
- Vorstand des Höchstleistungsrechner-Kompetenzzentrums 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 Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), München
- 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"
- Mitglied der Jury des Objektforum-Förderpreises

*Prof. Dr. Peter Sanders*

- Mitglied im Beirat des Leibniz Center for Research in Computer Science, Hebrew University, Israel
- Leiter der GI-Fachgruppe 0.1.3 "Parallele und verteilte Algorithmen"

*Prof. Dr. Tanja Schultz*

- Vorstandsmitglied der International Speech Communication Association

*Prof. Dr. Hartwig U. Steusloff*

- Vorsitzender des Präsidialausschusses FOCUS-ICT im DIN (Deutsches Institut für Normung), Berlin
- 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
- Stellvertretender Vorsitzender der Regionalkonferenz der Technologieregion Karlsruhe
- Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) im DIN und VDE
- Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Kommission der International Electrotechnical Commission (IEC)
- Mitglied des Präsidiums im DIN (Deutsches Institut für Normung), Berlin
- Mitglied im Forschungsnetzwerk Normung des DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin
- Mitglied des Ausschusses “Technologieorientierte Unternehmen” der IHK Karlsruhe
- Mitglied im Wirtschaftsrat Deutschland, Sektion Karlsruhe-Bruchsal, Filderstadt

*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)

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Vize-Präsidentin der DFG
- 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 (bis Juli 2007)

*Dr. Oliver Waldhorst*

- Als MMB-Newsletter-Editor Mitglied im erweiterten Leitungsgremium des GI Fachausschuss 3.2/ITG Fachausschuss 6.5 “Messung, Modellierung und Bewertung von Rechen-systemen”

*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*

- Stellvertretende Sprecherin GiBU (GI-Beirat der Universitätsprofessoren)
- Mitglied in der GI-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme“ (KuVS)

### **Mitgliedschaften in Aufsichtsgremien von Wissenschaft und Wirtschaft**

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Leitung des Technischen Forums der Firma inspectomation GmbH, Mannheim
- Mitglied des Kuratoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe
- Stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) in Saarbrücken, Kaiserslautern und Bremen
- Stellvertretender Sprecher des Fraunhofer-Verbundes für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung
- Mitglied des Kuratoriums der Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft

*Prof. Dr. Klemens Böhm*

- Mitglied im Aufsichtsrat der CAS Software AG.
- Mitglied im Beirat der disy Informationssysteme GmbH
- Mitglied im Beirat der B2M Software AG

*Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck*

- Beirat in der Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaft e. V. (FGAN), Wachtberg

*Prof. Dr. Wilfried Juling*

- Mitglied des Beirats der hww Betriebsgesellschaft mbH (hww = Hochleistungsrechner in Wissenschaft und Wirtschaft), Stuttgart
- Mitglied im Lenkungsausschuss 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. Hartwig U. Steusloff*

- Kurator des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats des VDI

*Prof. Dr. Max Syrbe*

- Vorsitzender des Kuratoriums der Steinbeis-Stiftung für Wirtschaftsförderung, Stuttgart

*Prof. Dr. Roland Vollmar*

- Mitglied des Aufsichtsrates 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. Rüdiger Dillmann*

- Mitglied des Vorstands des Forschungszentrum Informatik (FZI) an der Universität Karlsruhe (TH)

*Prof. em. Dr. Dr. h. c. Gerhard Goos*

- Mitglied des Direktoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe

*Prof. Dr. Wilfried Juling*

- Vorstand des Höchstleistungsrechner-Kompetenzzentrum Baden-Württemberg (hkz-bw)

*Prof. em. Dr. Dr. h. c. Peter Lockemann*

- Mitglied des Direktoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Mitglied des Direktoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe

*Prof. Dr. Walter F. Tichy*

- Mitglied des Direktoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe

## **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 37 Bücher beziehungsweise Buchbeiträge veröffentlicht.

Mitglieder der Fakultät wurden zu 47 Vorträgen eingeladen, wobei 24 davon im Ausland stattfanden. Eingeladen wurden die Fakultätsmitglieder: *Prof. Dr. Jacques Calmet, Dr. Willi Geiselman, Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Dr. Markus Grassl, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Peter Sanders, Felix Schmidt-Eisenlohr, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Prof. Dr. Dorothea Wagner sowie Prof. Dr. Heinz Wörn.*

## Mitgliedschaften in Herausgebergremien von Zeitschriften oder Buchreihen

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift “Information Fusion”, Elsevier
- Mitglied im Beirat der Zeitschrift “Strategie und Technik”

*Prof. Dr. Jacques Calmet*

- Hauptherausgeber des Journal of Applicable Algebra (AAECC), Springer Verlag

*Prof. Dr. 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

*Prof. Dr. Thomas Dreier*

- Mitherausgeber von folgenden Buchreihen: Information und Recht, Karlsruher Schriften zum Wettbewerbs- und Immaterialgüterrecht (KWI), Studies on eOrganisation and Market Engineering, Schriftenreihe des Zentrums für Angewandte Rechtswissenschaft
- Herausgeberbeirat “Computer und Recht” (Deutschland) und “Propriétés intellectuelles” (Frankreich)

*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 Low Power Electronics” by American Scientific Publishers

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Subject Area Editor Journal of Systems Architecture (JSA), Elsevier Publishers
- Herausgeber der Buchreihe Informatik im Fokus, Springer-Verlag

*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. Dr. Tanja Schultz*

- Editorial Board Member for Speech Communication

*Prof. Dr. Walter F. Tichy*

- Mitherausgeber der Zeitschrift “Empirical Software Engineering”, Springer

*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 Herausgebergremiums der Reihe “Leitfäden der Informatik” des Teubner Verlags

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift “Journal of Intelligent & Robotic Systems”
- Mitglied des Editorial Boards “Robotics and Computer Integrated Manufacturing”

*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“, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München
- Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift “Information Fusion”, Elsevier
- Mitglied im Beirat der Zeitschrift “Strategie und Technik”, Report Verlag GmbH Sulzbach/Ts. - Bonn

### **Weitere herausragende Aktivitäten wissenschaftlicher Präsentationen**

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Mitglied im Programmkomitee “GMA-Kongress 2007”, Erfolgsfaktor Automation, Automation im gesamten Lebenszyklus, 12.-13.06.2007, Baden-Baden
- Vorsitzender des Programmausschusses “Future Security”, Karlsruhe, 12.-14.09.2007

- Member of International Program Committee, “International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)”, San Diego, California, 29.10.-02.11.2007
- Mitglied im Programmausschuss “Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik”, Regensburg, 27.-28.11.2007

*Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*

- Präsentation der Technologieregion Karlsruhe in der Landesvertretung BW in Brüssel 19.09.2007 - 20.09.2007. Der ARMAR wurde ausgestellt.

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Co-Presenter of a Tutorial on Vehicular Ad-Hoc-Networks at the Eight ACM International Symposium on Mobile Ad-Hoc-Networking and Computing (ACM MobiHoc 2007) and at the 14th ACM Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MobiCom), Montreal, Canada, 9. bis 14. September 2007
- Technical Program Co-Chair of the First IEEE International Symposium on Wireless Vehicular Communications (IEEE WiVec 2007), Baltimore, USA, 30. September bis 1. Oktober 2007
- Mitglied des Programmkomitees des 4. ACM Int. Workshop on Vehicular Ad-Hoc-Networks, Montreal (ACM VANET), Kanada, 10. September 2007
- Mitglied des Programmkomitees des International Workshop on Pervasive Transportation Systems (PerTrans 2007), White Plains, New York, USA, 19. bis 23. März 2007
- Mitglied des Programmkomitees des 4th Workshop on Mobile Ad-Hoc-Networks (WMAN 2007), Bern, Schweiz, 1. bis 2. März 2007
- Mitglied des Programmkomitees des Workshops Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen, Karlsruhe, 1. März 2007

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- Program Committee Member der IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE 07), Nice, Frankreich, 16. bis 20. April 2007
- Program Committee Member des IEEE/ACM International Workshops on Rapid System Prototyping (RSP 2007), Porto Alegre, Brasilien, 28. bis 30. Mai 2007
- Publicity Co-Chair der IEEE/ACM International Conference on Hardware-Software Codesign and System Synthesis (Codes+ISSS 2007), Salzburg, Österreich, 30. September bis 5. Oktober 2007
- Program Chair des IEEE/ACM International Symposiums on Low Power Electronics and Design (ISLPED 2007), Portland, Oregon, USA, 27. bis 29. August 2007
- Program Committee Member der 44th Design Automation Conference (DAC 2007), San Diego, CA, USA, 4. bis 8. Juni 2007
- Program Committee Member IEEE/ACM 12th Asia and South Pacific Design Automation (ASP-DAC 2007), Yokohama, Japan, 23. bis 26. Januar 2007

- Program Committee Member der Euromicro Conference on Real-Time Systems (ECRTS 2007), Pisa, Italien, 4. bis 6. Juli 2007
- Program Committee Member des 5th IEEE Workshop on Embedded Systems for Real-Time Multimedia (ESTIMedia 2007), Salzburg, Österreich, 4. bis 5. Oktober 2007
- Program Committee Member des IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI (ISVLSI 2007), Porto Alegre, Brasilien, 9. bis 11. Mai 2007
- Program Committee Member des 10. Workshop “Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen” (MBMV07), 5. bis 7. März 2007
- Program Committee Member des 10th International Workshop on Software and Compilers for Embedded Systems (SCOPES 2007), Nice, Frankreich, 20. April 2007

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Reviewer EC IST FET – Proactive, Project SHAPES
- Program Chair Workshop Pervasive University – PerU, GI Jahrestagung, Bremen, 24. bis 29. September 2007
- Technical Program Committee Member 2007 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, New Orleans, 27. bis 30. Mai 2007
- Program Committee Member des Workshop on Reconfigurable Computing at International Conference on High Performance Embedded Architectures & Compilers (HiPEAC 2007), Ghent, Belgien, 28. Januar 2007
- Program Committee Member International Symposium on Systems, Architectures, Modeling and Simulation (SAMOS VII), Samos, Griechenland, 16. bis 19. Juli 2007
- Program Committee Member IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2007), Singapur, 25. bis 28. September 2007
- Program Committee Member 19th GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems (ARCS 2007), Zürich, Schweiz, 12. bis 15. März 2007
- Program Committee Member 21. PARS Workshop, Hamburg, 31. Mai bis 1. Juni 2007

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Organisator WCOP 2007 (Twelfth International Workshop on Component-Oriented Programming) Tuesday, July 31, 2007 – at ECOOP 2007, Berlin, 30. Juli bis 3. August 2007
- Organisator FESCA 2007 (Workshop on Formal Foundations of Embedded Software and Component-Based Software Architectures), Braga, Portugal, 24. März bis 1. April 2007
- Steering Committee Chair of QoSA 2007 (Third International Conference on the Quality of Software Architectures), Boston, MA, USA, 12. bis 13. Juli 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft MoSAMinA 2007 (Middleware 2007 Workshop on Modelling Software Architectures of Middleware-intensive Applications, Newport Beach, Orange County, California, USA), 26. bis 30. November 2007

- Programmkomiteemitgliedschaft SAVCBS 2007 (Specification and Verification of Component-Based Systems, Workshop at ESEC/FSE 2007), Dubrovnik, Kroatien, 3. bis 7. September 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft WCOP 2007 (Twelfth International Workshop on Component-Oriented Programming) Tuesday, July 31, 2007 – at ECOOP 2007, Berlin, 30. Juli bis 3. August 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft QoSA 2007 (Third International Conference on the Quality of Software Architectures), Boston, MA, USA, 12. bis 13. Juli 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft Federated Conferences on Distributed Computing Techniques (DisCoTec 2007), Paphos, Zypern, 5. bis 8. Juni 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft International Conference Objects, Models, Components, Patterns (TOOLS-EUROPE 2007), Zürich, Schweiz, 24. bis 27. Juni 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft 33rd Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM 2007), Harrachov, Tschechische Republik, 20. bis 26. Januar 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft Workshop Advances in Quality of Service Management (AQSerM 2007) at 11th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2007), Annapolis, Maryland, USA, 16. Oktober 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft Software Engineering 2007 (SE 2007), Hamburg, 27. bis 30. März 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft Fourth International Workshop on Formal Aspects of Component Software (FACS 2007), Sophia-Antipolis, Frankreich, 20. bis 22. September 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft 10th International ACM SIGSOFT Symposium on Component-Based Software Engineering (CBSE 2007), Boston, MA, USA, 9. bis 11. Juli 2007
- Programmkomiteemitgliedschaft 9th IFIP International Conference on Formal Methods for Open Object-Based Distributed Systems (FMOODS 2007), Paphos, Zypern, 5. bis 8. Juni 2007

*Prof. Dr. Tanja Schultz*

- Program Chair Human Language Technologies Conference (HLT 2007), Rochester, NY, USA, 22. bis 27. April 2007
- Technical Program Review Coordinator 32nd IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2007), Honolulu, Hawaii, USA, 15. bis 20. April 2007
- Program Chair, GALE PI meeting, 20.-22. März.2007, San Francisco, CA, Projektverantwortliche für GALE-Transcription (CMU)
- Eingeladene Expertin zum Bereich “Intelligent and Cognitive Systems” beim Interlink Opening Workshop, 10.-12. Mai 2007, Èze, Frankreich

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Mitglied des Programmkomitees des 18th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2007), Sendai, Japan, 17. bis 19. Dezember 2007
- Mitglied des Programmkomitees des 15th International Symposium on Graph Drawing (GD 2007), Sydney, Australien, 23. bis 26. September 2007

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- I-SWARM: Ausstrahlung in der Sendung “Quarks & Co” (WDR) “Das Geheimnis des Schwarms”, April 2007
- KIT: Machbarkeitsstudie im Rahmen der Exzellenzinitiative: “Vollintegriertes Taktiles Sensormodul für die Robotik”
- Mitglied in folgenden Programmkomitees:
  - International Service Availability Symposium (ISAS 2007), Durham, NH, USA, 21. bis 22. Mai 2007
  - Sixth International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 2007), Yerevan, Armenien, 24. bis 28. September 2007
  - 21st International Congress and Exhibition on Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2007), Berlin, 27. bis 30. Juni 2007
  - 10th International Conference on Climbing and Walking Robots and the Supporting Technologies for Mobile Machines (CLAWAR 2007), Singapur, 16. bis 18. Juli 2007
  - 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC 2007), Karlsruhe, 11. bis 13. Oktober 2007

### 5.3 Forschungsförderung

Im Jahr 2007 war die Fakultät erneut sehr erfolgreich in der Einwerbung von Drittmitteln. Insgesamt wurden im Berichtsjahr 11,0 Millionen Euro Drittmittel eingeworben.

Darunter befanden sich 3,5 Mio. Euro Fördermittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), von denen allein 1,1 Mio. Euro auf den Sonderforschungsbereich 588 entfielen. Sehr erfolgreich waren die Mitglieder der Fakultät wieder bei der Einwerbung von Forschungsmitteln der Europäischen Union: Hier waren es 2,5 Mio. Euro im Berichtsjahr. Die Fördermittel des Bundes erreichten eine Summe von 2,2 Mio. Euro. In der Zusammenarbeit mit der Industrie konnte 2007 wieder ein gutes Ergebnis erreicht werden: Die eingeworbenen Industriemittel summieren sich auf 1,3 Mio. Euro. Vom Land Baden-Württemberg wurden Forschungsfördermittel in Höhe von 1,5 Mio. Euro eingeworben.

Auf jede Forschungsgruppe (Professur) kommen im Jahr 2007 eingeworbene Fördermittel von durchschnittlich 440.000 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.

#### **Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**

Im Berichtsjahr war die Fakultät an zwei Sonderforschungsbereichen der DFG sowie an zwei DFG-Graduiertenkollegs beteiligt. Dadurch konnten insgesamt 27 Wissenschaftlerstellen sowie eine Stelle für eine Verwaltungsangestellte finanziert werden.

#### **Sonderforschungsbereiche der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)**

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 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. Tanja Schultz, Dr. Rainer Stiefelhagen, Prof. Dr. Alex Waibel, Prof. Dr. Heinz Wörn*.

Darüber hinaus ist Prof. Dr. Rüdiger Dillmann seit 2006 an dem SFB TR28 *“Kognitives Automobil”* beteiligt, in dessen Rahmen zwei weitere 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 Jahres 2006 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

An folgenden EU-Projekten und EU-Programmen waren im Berichtsjahr die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. em. Dr. Hans-Hellmut Nagel, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Alex Waibel und Prof. Dr. Heinz Wörn* beteiligt:

- ARRIVAL (Algorithms for Robust and on-line Railway optimization)
- CHIL (Computers in the Human Interaction Loop)
- CoBIs (Collaborative Business Items)
- CREEN (Critical Events in Evolving Networks)
- DELIS (Dynamically Evolving Large Scale Information Systems)
- ESPRIT FET-OPEMM Micron (Informationstechnologien)
- EU-Integrated Project: COGNIRON (Cognitive Robot Companion)
- EU-integrated Project PACO+ (Perception, Action and Cognition through Learning of Object-Action Complexes)
- EU-Network of Excellence: CLAWAR (Climbing and Walking Robots)
- EU-Network of Excellence: EURON (European Robotics Network)
- EU-Network of Excellence: HiPEAC (High Performance Embedded Architectures and Compilation)
- EU-Projekt InterLink
- GROWTH VIDOP (Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum)
- HERMES (Human Expressive Representations of Motion and their Evaluation in Sequences)
- Programm „Intelligent Energy – Europe“, Projekt “E-Server”
- IP I-SWARM (Intelligent Small World Autonomous Robots for Micro-manipulation)
- IST (Technologien der Informationsgesellschaft)

- Marie-Curie Actions (Host fellowships for Early Stage Research Training (EST))
- Q-ImPrESS (Quality Impact Prediction for Evolving Service-oriented Software)
- RELATE (Relative Positioning of Mobile Objects in Ad-hoc-Networks)
- SeCoQC (Development for a Global Network for Secure Communication base on Quantum Cryptography)
- STREP AccuRobAs (Specific Targeted Research Or Innovation Project; Accurate Robot Assistant)
- TC-Star (Technology and Corpora for Speech-to-Speech-Translation)

Im Jahr 2007 konnten 36 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. Rüdiger Dillmann*: EU-integrated Project PACO+ (Perception, Action and Cognition through Learning of Object-Action Complexes)
- *Dr. Jörn Müller-Quade*: SeCoQC (Development for a Global Network for Secure Communication base on Quantum Cryptography)
- *Prof. Dr. Alex Waibel*: CHIL (Computers in the Human Interaction Loop)
- *Prof. Dr. Heinz Wörn*: IP I-SWARM (Intelligent Small World Autonomous Robots for Micro-manipulation); STREP AccuRoBAS (Specific Targeted Research Or Innovation Project; Accurate Robot Assistant)

### National geförderte Programme

Die Fakultät beteiligt sich in großem Maße an den durch die DFG, den Bund und das Land Baden-Württemberg geförderten Forschungsprogrammen. Durch DFG-geförderte Projekte konnten an der Fakultät im Berichtsjahr 26 wissenschaftliche Mitarbeiterstellen finanziert werden. Aus Projekten des BMBF wurden 30 Wissenschaftler und aus Landesforschungsprojekten 8 Wissenschaftler finanziert.

#### a) Forschungsförderung der DFG

An folgenden DFG-Schwerpunktprogrammen und Projekten der DFG waren im Jahr 2007 die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*, *Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck*, *Prof. Dr. Hannes Hartenstein*, *Prof. Dr. Jörg Henkel*, *Prof. Dr. Wolfgang Karl*, *Dr. Jörn Müller-Quade*, *Prof. Dr. Ralf Reussner*, *Prof. Dr. Peter Sanders*, *Dr. Rob van Stee*, *Prof. Dr. Dorothea Wagner*, *Prof. Dr. Heinz Wörn* und *Prof. Dr. Martina Zitterbart* beteiligt:

- Aktionsplan Informatik (Emmy-Noether-Programm)
- „Analyse und Visualisierung Sozialer Netzwerke“ (DFG-Projekt WA 654/13-3)
- „Clustering statischer und zeitbehafteter Graphen“ (DFG-Projekt WA 654/15-1)
- CRYptographic Solutions To Achieve Long-term Security (CrySTALS)
- Teilprojekt „DoDOrg“: Digital On-Demand Computing Organism
- Forschungsgruppe Palladio: „Verfahren und Werkzeuge zur systematischen Konstruktion komponentenbasierter Software-Architekturen“ (<http://www.palladio-approach.net>)



- 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 (SPP 1140; Koordinatorin Prof. Dr. Martina Zitterbart)
- Projekt „Approximation and online algorithms for game theory“
- Schwerpunktprogramm 1167 „Algorithmik großer und komplexer Netzwerke“ (Sprecherin Prof. Dr. Dorothea Wagner)
- Schwerpunktprogramm 1183 „Organic Computing“
- Schwerpunktprogramm 1307 „Algorithm Engineering“
- Young Investigator Group „CoMoGriP - Beherrschbarkeit von Heterogenität und Dynamik in mobilen Grid- und Peer-to-Peer-Systemen“

### **b) Bundesforschungsförderung**

Sechs Mitglieder der Fakultät (*Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Martina Zitterbart*) waren im Berichtsjahr Projektnehmer von Projekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF):

- *Prof. Dr. Gerhard Goos* war am Projekt „Waves“ des BMBF als Koordinator beteiligt
- *Prof. Dr. Ralf Reussner* war am Projekt „MINT“ (Modellgetriebene Integration von Informationssystemen) als Koordinator beteiligt (<http://www.mint-projekt.de>)
- *Prof. Dr. Heinz Wörn* nahm innerhalb der Schwerpunktprogramme „Forschung für die Produktion von morgen“ und „Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert“ des BMBF an den Verbundprojekten „Genesys“ und „Lynkeus“ teil. Neu hinzu kam die Teilnahme am Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) „Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert“ mit dem Verbundprojekt ISUP
- *Prof. Dr. Martina Zitterbart* war am BMBF-Projekt „ScaleNet“ beteiligt

### **c) Landesforschungsförderung**

Durch das Land Baden-Württemberg wurden 2007 gefördert:

- Förderprogramm Informationstechnik Baden-Württemberg (BW-FIT): Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten, ubiquitären Systemen (ZeUS)
- das im Rahmen des Forschungsverbunds „Unternehmenssoftware“ initiierte Forschungsprojekt „CollaBaWü“
- das Projekt „Spontane Virtuelle Netze“ (SpoVNet)
- das Projekt ZeUS (“Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten, ubiquitären Systemen” im Rahmen de Förderprogramms Informationstechnik Baden-Württemberg (BW-FIT))

Folgende Mitarbeiter der Fakultät waren in diesem Jahr in die Landesförderung einbezogen: *Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Martina Zitterbart.*

## Gutachter für Fördereinrichtungen

Die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Jacques Calmet, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Peter Sester, Dr. Rob van Stee, Prof. Dr. Hartwig Steusloff, Prof. Dr. Dorothea Wagner und Prof. Dr. Heinz Wörn* waren im Jahr 2007 als Gutachter nationaler und internationaler Fördereinrichtungen tätig. Zu diesen Fördereinrichtungen gehörten:

- Alexander von Humboldt-Stiftung
- ARC (Australien, Australian Research Council)
- Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- ESPSRC (Großbritannien, Engineering and Physical Sciences Research Grants)
- EU-Kommission (Marie-Curie)
- EuroFGI
- Evaluation of Research Activities of the University of Oulu, Finnland
- INTAS (EU Russia Research Project)
- Israel Science Foundation (ISF)
- U.S.-Israel Binational Science Foundation (BSF)
- 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 2007 lagen dieser Forschungsförderung viele Projekte zugrunde, in deren Rahmen 18 Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter geschaffen wurden.

Beteiligt waren die Forschungsbereiche von *Prof. Dr. Frank Bellosa, Prof. Dr. Jaques Calmet, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Wilfried Juling, Prof. Dr. Ralf Reussner, Prof. Dr. Peter Sanders, Prof. Dr. Walter F. Tichy, Prof. Dr. Heinz Wörn und Prof. Dr. Martina Zitterbart*.

- 3SOFT GmbH, Erlangen
- ABB Forschungszentrum, Ladenburg
- Aesculap, Tuttlingen
- Agilent Technologies
- ASA GmbH, Eppingen
- ATM Vision, Pfullendorf
- Bornemann GmbH, Obernkirchen
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
- Bundesanstalt für Wasserbau
- CAS Karlsruhe
- Centres Suisse d'Électronique et de Microtechnique, Schweiz
- Daimler-Chrysler AG, Stuttgart

- Deutsche Telekom AG, Darmstadt
- eC4u IT Solutions AG
- Elliptec AG, Dortmund
- Fraunhofer IITB
- GAS-Automation GmbH, St. Georgen im Schwarzwald
- Grenzbach, Karlsruhe
- ifm-electronic, Meckenbeuren
- IMPaC GmbH, Hamburg
- Intel
- ISRA/RMV-Vision, Karlsruhe
- KDDI R&D, Japan
- Kuka Roboter GmbH, Augsburg
- Kuka Schweissanlagen GmbH, Augsburg
- Metaio, Garching b. München
- Microsoft Deutschland GmbH
- Microsoft Research, Cambridge, UK
- MRK, Augsburg
- NEC Deutschland GmbH
- Neobotix, Stuttgart
- Orto-Maquet, Rastatt
- ParTec GmbH
- PMDTechnologies GmbH, Siegen
- PRÜFTECHNIK Alignment Systems GmbH, Ismaning
- PTV AG, Karlsruhe
- Reis Robotics, Obernburg
- Richard Wolf GmbH, Knittlingen
- SAP AG Walldorf
- SAP Research
- Schunk GmbH, Lauffen
- SH Automation, Karlsruhe
- Siemens AG, ICN, München
- Siemens AG, Berlin und München
- Stryker-Leibinger, Freiburg
- VDMA, Frankfurt
- VisionTools, Waghäusel
- Vitronic, Wiesbaden
- Weiss Robotik, Ludwigsburg
- Wirth GmbH, Erkelenz
- Zeiss, Oberkochen

## 5.4 Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien

### „Eine Technologie zieht Kreise: RFID“

Der rasante Fortschritt in technologischen Neuerungen fordert von Unternehmen ein hohes Maß an Flexibilität und Aufgeschlossenheit bei der Einführung von Innovationen. Um Unternehmen über zukünftige technologische Trends und deren Relevanz für die betriebliche Praxis zu informieren, haben die IHK in Baden-Württemberg die Veranstaltungstour „Eine Technologie zieht Kreise“ ins Leben gerufen. Mit dieser Gemeinschaftsaktion der IHK in Baden-Württemberg und dem Forschungszentrum Informatik (FZI) wollen wir Entscheidungsträger aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik über das Potenzial und die Chancen dieser neuen Technologien informieren und sensibilisieren.

Veranstaltungen im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Eine Technologie zieht Kreise: RFID“:

- 28.02.2007: Chiron Werke GmbH, 78532 Tuttlingen
- 01.03.2007: Grieshaber Logistik AG, 79713 Bad Säckingen
- 08.03.2007: ifm prover GmbH, 88079 Kressbronn
- 28.03.2007: IHK Südlicher Oberrhein, 79098 Freiburg
- 29.03.2007: IHK Karlsruhe, 76133 Karlsruhe

### CollaBaWue auf dem doIT-Forschungstag

Ein Konsortium aus FZI und den Universitäten Mannheim und Karlsruhe demonstrierte auf dem doIT-Forschungstag am 5. Juli 2007 in Mannheim, wie Unternehmenssoftware für Branchen industriell hergestellt und verkauft werden kann und trotzdem die individuellen Wünsche der einzelnen Firmen und Anwender erfüllt. Stellen Sie sich vor, Sie wären IT-Verantwortlicher in einer Firma und müssten entscheiden, wie das neue Softwaresystem aussehen soll, das künftig zur Abwicklung des operativen Geschäfts im ganzen Hause eingesetzt wird. Eine anspruchsvolle Aufgabe, weil das moderne Arbeitsmittel den Bedürfnissen der Kolleginnen und Kollegen, die den ganzen Tag damit arbeiten, entsprechen muss. Außerdem gilt es, im Rahmen des bereitgestellten Budgets die besten Softwarekomponenten einzusetzen. Doch wo kommen diese Softwarekomponenten her und wie integriert man sie?

Das Verbundprojekt CollaBaWue weist den Weg hin zu einer weitgehenden Industrialisierung der Softwarekonstruktion durch die Entwicklung produktiver und effizienter Verfahren zur Erstellung von Unternehmenssoftware. Entscheidend hierfür sind Vorgehensmodelle und entsprechende Entwicklungswerkzeuge, die eine modulare Erstellung von Unternehmenssoftware aus Komponenten unterstützen und die Zusammenarbeit verschiedener Hersteller in einem Produktionsnetzwerk vergleichbar der traditionellen Fertigungsindustrie fördern. Im Rahmen des doIT-Forschungstages wurden Werkzeuge und Konzepte für die kollaborative, komponentenbasierte Softwareentwicklung in einer Softwarelieferkette vorgestellt. Gezeigt wurde ein Demonstrator als flexible Versuchs- und Evaluationsplattform in einem Szenario, bei dem ein Systemintegrator benötigte Komponenten für Softwaresysteme fallweise bei Softwarehäusern beschafft und zusammenfügt.

## 2. Workshop “Bewertungsaspekte Serviceorientierter Architekturen” am FZI

Die IT-Analysten sehen Serviceorientierte Architekturen (SOA) als wichtigsten Trend in den kommenden Jahren in der Softwaretechnik. Diese Softwarearchitekturen ermöglichen die Verbindung bereits existierender fachlicher Serviceangebote zu einem flexiblen, leistungsfähigen System, das vielfältige Anwendungsszenarien lose koppelt. Um solche Kompositionen von Serviceangeboten schaffen zu können, redundante Systementwicklungen zu vermeiden und entsprechend Kosten einzusparen, werden neue Bewertungsmodelle benötigt, die prozess-, produkt- und ressourcenbezogene Aspekte im Kontext von SOA berücksichtigen.

Die GI Fachgruppe „Software-Messung und -Bewertung“ widmet sich folgenden Aspekten: Bewertung der Mehrwertpotenziale einer SOA, Erarbeitung von Richtlinien zur Serviceentwicklung für eine SOA, Qualitätsbewertung angebotener Services und Kompositionen, Mess- und Bewertungsansätze zum Reifegrad einer SOA, Services Level Agreements (SLAs) und Verhandlungsaspekte. Am 13. November wurde der zweite Workshop „Bewertungsaspekte Serviceorientierter Architekturen“ der GI Fachgruppe „Software-Messung und -Bewertung“ am FZI Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe veranstaltet.

### SOA: Eine Lösung für den Mittelstand

Flexible IT-Komponenten, die sich je nach Bedarf untereinander kombinieren lassen: Das Versprechen ist so alt wie die Softwarebranche. Doch mit dem Konzept der Serviceorientierten Architekturen werden bestehende Architektur-Konzepte hinsichtlich Modularität und Wiederverwendbarkeit revolutioniert. Auch für kleine und mittelständische Unternehmen bestehen hier große Potenziale.

Eine vom FZI (Forschungszentrum Informatik) Karlsruhe und der Promatis Software GmbH durchgeführte Veranstaltung der MFG Akademie zeigte anhand von Praxisbeispielen auf, wie durch innovatives, flexibles und dynamisches Abbilden der Geschäftsprozesse in der IT Chancen für mittelständische Anwender entstehen.

### CURAC 2007: “Roboter am OP-Tisch – Experten diskutieren über roboterassistierte Chirurgie”

Wie können Roboter Ärzte bei chirurgischen Operationen unterstützen? Unter anderem um diese Frage drehte sich die 6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC), die vom 11. bis 13. Oktober an der Universität Karlsruhe stattfand. Organisiert und geleitet wurde die Tagung vom aktuellen CURAC-Präsidenten, Professor Dr. Heinz Wörn, Leiter des Instituts für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik der Universität Karlsruhe, und von Professor Dr. Uwe Spetzger, Leiter der Abteilung Neurochirurgie des Städtischen Klinikums Karlsruhe.

Über 250 Ärzte und Techniker diskutierten über die Chirurgie der Zukunft und den zukünftigen chirurgischen Arbeitsplatz. Namhafte Experten stellten neueste Methoden und aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen Roboterassistierte Chirurgie, Assistenzsysteme,

Modellierung, Simulation, Visualisierung, Bildgebung und Workflow vor. In Workshops wurden einzelne Themenschwerpunkte wie “Surgical Workflow” und “Model Guided Therapy” vertieft und die Anwendung von Navigationssystemen bei Eingriffen an der Wirbelsäule demonstriert.

Das wesentliche Ziel des Kongresses, den Gedankenaustausch zwischen Wissenschaftlern aus Forschung und Industrie, die auf dem Gebiet der rechner- und roboterassistierten Chirurgie arbeiten, zu intensivieren sowie die Kooperation zwischen Medizinern, Ingenieuren und Informatikern zu stärken, wurde in vollem Umfang erreicht.

Parallel zum Kongress fand eine Industrieausstellung statt, auf der die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der rechner- und robotikgestützten Chirurgie vorgeführt wurden. Die Forscher nutzten intensiv die Kontaktmöglichkeiten zur medizintechnischen Industrie.

### **Urban Challenge 2007**

Das IAIM (ITEC, Lehrstuhl Prof. Dillmann) hatte die einmalige Gelegenheit, zusammen mit anderen Mitgliedern des Sonderforschungsbereiches TR28 “Kognitive Automobile” als Team “AnnieWay” an der Urban Challenge 2007 teilzunehmen. Die Urban Challenge 2007 ist der dritte Wettbewerb im Rahmen des von der Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) initiierten Programms zur Förderung der Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Das Rennen zwischen autonomen Roboterfahrzeugen fand am 3. November 2007 in Victorville, Californien, statt. Im Unterschied zu den beiden vorherigen Rennen, bei denen ein im Wesentlichen geradliniger Parcours quer durch die Wüste absolviert werden musste, fand das Rennen im Berichtsjahr auf bebautem Gebiet einer verlassenen Kaserne eines ehemaligen Air-Force-Stützpunktes statt.

Nach einer kurzen Vorbereitungszeit von nur 9 Monaten nach Erhalt des Versuchsträgers wurde mit dem Erreichen der Finalrunde ein sehr gutes Ergebnis erzielt. Die Erfahrungen und der Vergleich mit anderen Forschergruppen sind für den SFB von großem Nutzen. Für den Wettbewerb wurden zahlreiche Werkzeuge und Softwarekomponenten entwickelt, die dem SFB zur Projektarbeit zur Verfügung stehen.

### **Kickoff des DFG-Schwerpunktprogramms “Algorithm Engineering”**

Vom 3. bis 5. Dezember 2007 fand in Karlsruhe der feierliche Kickoff für das DFG-Schwerpunktprogramm “Algorithm Engineering” statt, an dem 73 Wissenschaftler aus ganz Deutschland teilnahmen, um die insgesamt 21 Projekte des Schwerpunktprogrammes vorzustellen. Als Gastredner konnten Dr. Lutz Kettner aus Berlin und Prof. Dr. Giuseppe Italiano von der Universität Rom “La sapienza” gewonnen werden. Organisiert wurde das Eröffnungskolloquium von der Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Peter Sanders, der das Schwerpunktprogramm koordiniert.

### **Fertigstellung des Taschenbuches der Algorithmen**

Das "Taschenbuch der Algorithmen" (Springer Verlag 2008) beinhaltet die besten Beiträge der anlässlich des Wissenschaftsjahrs der Informatik 2006 vom Fakultätentag gestarteten Initiative "Algorithmus der Woche". Das Buch vollführt einen Streifzug durch die faszinierende Welt der Algorithmen. Es verlangt keine Vorkenntnisse, so dass Schüler ab der Mittelstufe und an Informatik interessierte Laien neue und überraschende Einblicke gewinnen können. In 43 Artikeln von Informatikern, die an Universitäten im In- und Ausland lehren, werden wichtige und besonders elegante Algorithmen anschaulich und umgangssprachlich erklärt. Frau Prof. Dr. Dorothea Wagner ist Mitherausgeberin des Taschenbuches der Algorithmen. Mitarbeiter ihres Lehrstuhls haben sich maßgeblich an der Erstellung und Begutachtung dieser Artikel beteiligt.

### **Erweiterung von interACT nach Asien**

interACT goes East: Anfang des Jahres 2007 unterzeichneten die Rektoren von Universität Karlsruhe (TH), Carnegie Mellon University (CMU) und Hong Kong University of Science and Technology (HKUST) die Verlängerung und Erweiterung der interACT Kooperation in Hong Kong, China. Im Beisein des Ministers für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg, Prof. Dr. Peter Frankenberg, nahm das international center for Advanced Communication Technologies (interACT) eine der führenden Universitäten des asiatischen Raumes in seinen Verbund auf.

Die gemeinschaftlichen Forschungsprojekte zwischen den ursprünglichen Partnern, der Universität Karlsruhe und der Carnegie Mellon University, erweitert interACT nun ebenso wie Gastvorlesungen, Workshops oder Studien- und Forschungsaufenthalte auf die HKUST. Gastvorlesungen der HKUST-Professoren Dekai Wu und Pascale Fung im Juli 2007 an Universität Karlsruhe, sowie eine interACT Sommerschule zum Thema Sprachübersetzung waren ein erster sichtbarer Beginn der Kooperation. Erste Studierende der Universität Karlsruhe werden Anfang 2008 ihre Studienaufenthalte an der HKUST beginnen. Insgesamt ermöglichte ein interACT-Stipendium im Jahr 2007 21 Studierenden der Universität Karlsruhe, ihre Studien-, Diplom- oder Doktorarbeiten an der CMU zu schreiben.

### **Präsentationen auf der CeBIT vom 15. bis 21. März 2007 in Hannover:**

Das Projekt "Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM)" wurde im Rahmen der CeBIT 2007 am Messestand der Microsoft Deutschland GmbH einem breiten Publikum präsentiert.

Am Stand des Instituts für Telematik wurden die Ergebnisse des ScaleNet-Projektes vom 15. bis 21. März auf der CeBIT 2007 ausgestellt. Interessierte Besucher konnten sich dort nicht nur über die Einsatzmöglichkeiten von Overlay-Netzen in zukünftigen Netzarchitekturen informieren, sondern auch mit dem Overlay-Rahmenwerk OverSim ausprobieren, wie diese Netze funktionieren und welchen Einfluss äußere Parameter auf derartige Netze haben können.



*Präsentation des  
Projektes ScaleNet  
auf der CeBIT 2007*

### **Beteiligung am KIT-weiten Identitätsmanagement**

Die Mitarbeiter Thorsten Höllrigl und Frank Schell waren bei der Inbetriebnahme des KIT-weiten Identitätsmanagement im Rahmen des Mitarbeiterportals und der Etablierung der @kit.edu-E-Mailadresse zur Erreichbarkeit aller KIT-Mitarbeiter maßgeblich beteiligt.

### **AutomationML (Automation Markup Language)**

Auf der Messe SPS/IPC/DRIVES 2007 in Nürnberg präsentierten DaimlerChrysler, ABB, Kuka Robot Group, Rockwell Automation, Siemens A&D, Netallied und Zühlke Engineering gemeinsam mit den beiden Universitäten Karlsruhe und Magdeburg vom 27. bis 29. November 2007 eine erste Beta-Version von AutomationML. Die Interessenten konnten sich über die Details rund um AutomationML, ein neues, herstellerübergreifendes Datenformat für den Austausch von Engineering-Daten, informieren.

Das IPR hat im Rahmen des gemeinsamen Messestandes die Arbeitsschwerpunkte des Instituts dem interessierten Fachpublikum vorgestellt. Dazu gehörten u. a. die automatische Bahnplanung und das Importieren und Exportieren von CAD-Daten in das Format AutomationML.

### **Goldmedaille beim Programmierwettbewerb ACM ICPC in Lissabon**

Wie in den beiden Vorjahren konnte die Fakultät auch im Jahre 2007 wieder mit drei Teams und zwölf Studierenden an der europäischen Vorrunde des Programmierwettbewerbs ACM International Collegiate Programming Contest (ACM ICPC) teilnehmen. Bei unserer Vorrunde, dem Southwestern Europe Programming Contest (SWERC) in Lissabon, wurden gegen eine starke Konkurrenz von 64 Mannschaften die hervorragenden Plätze 2, 12 und 22 errungen. Die Studierenden Arne Alex, Martin Bäuml und Moritz Kobitsch, Ersatzmann Konrad Miller und Coach Michael Baur vom Team "we Kannot code" wur-



den für den zweiten Platz mit einer Goldmedaille ausgezeichnet und sind als eine von nur 100 Mannschaften, und als einziges deutsches Team, für die Weltmeisterschaft in Banff, Kanada, im April 2008 qualifiziert. Jonathan Dees, Julian Kurz, Christian Vetter, Ersatzmann Jochen Seidel und Coach Maik Zumstrull vom Team "KATAstrophe" wurden für den zwölften Platz Bronzemedailles überreicht. Für Maik Zumstrull war es nach 2006 bereits die zweite Bronzemedaille als Coach.

Das Team "KAffeeklatsch" bestand aus Felix Bittersohl, Orlin Kolev, Maik Zumstrull, Ersatzmann Robert Pröpper und Coach Arne Alex. Der ICPC, dessen Anfänge bis ins Jahr 1970 zurückreichen, hat sich unter der Obhut der Association for Computing Machinery (ACM) zu dem größten und bekanntesten Programmierwettbewerb weltweit entwickelt. Im Jahre 2007 nahmen an den weltweiten Vorausscheidungen mehr als 6700 Teams von 1821 Universitäten aus 83 Staaten teil. Seit dem Jahr 2005 veranstalten das IPD Tichy und das ITI Wagner jeweils im Sommersemester ein Praktikum zum ICPC, um Studierende auf die Teilnahme vorzubereiten und drei aussichtsreiche Teams zusammenzustellen. Finanziert durch die Fakultät und von Sponsoren aus der Industrie – in diesem Jahr die Firma Comma Soft aus Bonn – können diese dann im Herbst am SWERC teilnehmen, der zuletzt in Paris und Lissabon stattfand.

### **13<sup>th</sup> International Camp on Communication & Computers**

Das Studienzentrum für Sehgeschädigte war in diesem Jahr federführend für das 13<sup>th</sup> International Camp on Communication & Computers verantwortlich. Nach 2000 fand diese weltweit einzigartige Veranstaltung wieder in Deutschland statt.

Vom 5. bis 19. August 2007 trafen sich ca. 180 blinde und sehbehinderte Jugendliche einschließlich Betreuer, Techniker und Sozialarbeiter 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>

**Informatik-Kolloquien****Wintersemester 2006/2007**

- 08.01.2007 “Der ALICE TRD Trigger mit 280000 Prozessor Kernen”  
Prof. Dr. Volker Lindenstruth, Institut für Technische Informatik der Universität Heidelberg
- 22.01.2007 “HyperTransport – ein offenes Interface für die Forschung und Entwicklung”  
Prof. Dr. Ulrich Brüning, Universität Mannheim, Geschäftsführender Direktor, Institut für Technische Informatik
- 29.01.2007 “TAPES – Trace-basierte Architekturraum-Exploration von SoC mit SystemC”  
Prof. Dr. sc. techn. Andreas Herkersdorf, Technische Universität München, Lehrstuhl für Integrierte Systeme
- 05.02.2007 Semesterkolloquium mit Verleihung der Ehrendoktorwürde an Prof. Dr. Olivier Faugeras, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) Sophia-Antipolis, Frankreich
- 12.02.2007 “Multicore-Architekturen: Wird die parallele Programmierung Standard?”  
Prof. Dr. Arndt Bode, Vizepräsident der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation, Institut für Informatik, Garching

**Sommersemester 2007**

- 24.04.2007 Sonderkolloquium: „Zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland“ (Teil 1: 70er Jahre)  
Ministerialrat a. D. Prof. Dr. Bernd Reuse und Prof. em. Dr. Gerhard Goos, Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation, Universität Karlsruhe (TH)
- 30.04.2007 “How to Build Your Own Moving Objects Database System”  
Prof. Ralf Hartmut Güting, Full professor in Computer Science at the University of Hagen
- 07.05.2007 “To Be for Mobile Services What YouTube is for Video”  
Ph. D. Dr. Techn. Christian S. Jensen, Professor of Computer Science at Aalborg University, Denmark
- 14.05.2007 “Toward Scalable and Privacy-Aware Location-Based Services”  
Ph. D. Mohamed F. Mokbel, Assistant professor at the Department of Computer Science and Engineering, University of Minnesota
- 21.05.2007 “Triangular Inequality Revisited (or, from Theory to Practice)”  
Dr. Paolo Santi, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa
- 22.05.2007 Sonderkolloquium: „Zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland“ (Teil 2: 80er Jahre, Aufbau der Künstlichen Intelligenz)

- MR a. D. Prof. Dr. Bernd Reuse, Prof. em. Dr. Hans-Hellmut Nagel und Prof. Dr. Ulrich Trottenberg
- 11.06.2007 “Simple Sensors Doing Complex Tasks”  
Prof. Subhash Suri, University of California, Santa Barbara
- 18.06.2007 “Model-Driven Development of Self-Organizing Control Applications”  
Prof. Dr.-Ing. Torben Weis, Universität Duisburg-Essen, Fachgebiet „Verteilte Systeme”
- 19.06.2007 Sonderkolloquium: „Zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland” (Teil 3: 90er Jahre)  
MR a. D. Prof. Dr. Bernd Reuse, Prof. em. Dr. Peter Deussen, Prof. Dr. Thomas Lengauer, Ph. D.
- 25.06.2007 “Long-term Reliable Data Gathering Using Wireless Sensor Networks”  
Prof. Dr. Volker Turau, Technische Universität Hamburg, Telematik
- 29.06.2007 “Extending the Boundaries of Agile Methods”  
Prof. Dr. Frank Maurer, University of Calgary, Canada
- 02.07.2007 “Routing, Lifetime und Lokalisierung in Drahtlosen Sensornetzen”  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer, Rechnernetze und Telematik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- 09.07.2007 “Kognition und Aktivität im Team: Roboterfußball und Roboterschwärme”  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Paul Levi, IPVS – Bildverstehen, Universität Stuttgart
- 10.07.2007 Sonderkolloquium “Zur Entwicklung der Informatikforschung in Deutschland” (Teil 4: Die Jahre 2000 bis 2006)  
MR a. D. Prof. Dr. Bernd Reuse, Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann
- 16.07.2007 “A Modular Approach to Robust and Efficient Bayesian Information Fusion”  
Dr. Gregor Pavlin, Thales Research & Technology Netherlands/DECIS Lab

### **Wintersemester 2007/2008**

- 22.10.2007 “Changing the Neighborhood of Cellular Automata”  
Prof. Dr. Hidenosuke Nishio, Kyoto University, Japan
- 22.10.2007 “Modellgestützte On-line Programmierung von Industrierobotern”  
Dr.-Ing. Björn Hein, Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik (IPR), Universität Karlsruhe (TH)
- 29.10.2007 “Auf dem Weg zum Future Internet”  
Dr.-Ing. Roland Bless, Wiss. Assistent, Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)
- 10.12.2007 “Selbstorganisation von Schwarmrobotern”  
Dr.-Ing. Catherina Burghart, Wiss. Mitarbeiterin am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik (IPR), Universität Karlsruhe (TH)

**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 2007 präsentiert:

- |            |   |
|------------|---|
| 15.01.2007 | <p>“Musiknoten für Blinde”<br/>Erich Schmid, Bundes-Blindenzentrum Wien</p>   |
| 12.02.2007 | <p>“Sehschädigung und Hören”<br/>Prof. Johann E. Marckhgott, Leiter des Instituts für Hör- und Sehbildung Linz, Österreich</p>  |
| 23.04.2007 | <p>„Alles ist möglich - ist Alles möglich?“<br/>Julia Bohnert, Stefan Jansen, Astrid Weidner und Luis Covas, Blinde und sehbehinderte Hochschulabsolventen und -absolventinnen der Universität Karlsruhe (TH) stellen sich der Diskussion</p> |
| 04.06.2007 | <p>„Training für die Augen”<br/>Wolfgang Hätscher-Rosenbauer, Institut für Sehtraining IST, Bad Vilbel</p>  |
| 09.07.2007 | <p>„Dyslexie - Ein Thema der Universität?!”<br/>Prof. Willy Aastrup, University of Aarhus, Counselling and Support Centre, Dänemark</p>   |
| 26.11.2007 | <p>„Maschinensehen – Für die Mensch-Maschine-Interaktion”<br/>Dr. Rainer Stiefelhagen, Wiss. Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik</p>  |
| 10.12.2007 | <p>„Über die Behinderung der architektonischen Raumerfahrung durch das Sehen”<br/>Prof. Alban Janson, Leiter des Instituts für Grundlagen der Gestaltung</p>  |

Die Reihe wird in den kommenden Semestern fortgeführt.

## 5.5 Internationale Gäste und Gastwissenschaftler an der Fakultät

*An, Ho*

Samsung, Suwon, Südkorea, 29.06.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Bajart, Anne*

Europäische Kommission, Luxemburg, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Bayro C. Eduardo J. Prof. Dr.*

CINVESTAV, Unidad Guadalajara, Mexiko, 01.09.2007 - 31.08.2008

Gast am Institut für Technische Informatik

*Black, Alan, Dr.*

Language Technologies Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA,  
15.06.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Bohn, Jürgen*

Wernher von Braun Center for Advanced Research Campinas, San Paulo, Brasilien,  
14.12.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Bradley, Bob*

Honda Engineering Europe Ltd., United Kingdom, 25.10.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Brisk, Philip, Dr.*

Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne, Schweiz, 18.10. - 19.10.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Carrizo Adris, Mario Gustavo, Prof. Dr.*

Fundação Getulio Vargas, Brasilien, 15.02.2007

Gast am Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft

*Casas, Josep, Prof.*

Universität Politècnica de Catalunya, Spanien, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Chakrabarty, Krishnendu, Prof.*

Duke University, Durham, USA, 15.05. - 18.05.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Che, Haiying, Dr.*

School of Management and Economics, Institute of Technology, Beijing, China, 1.1. - 31.12.2007

Gast am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Cohen, Randy*

Taylor & Francis Group LLC, United Kingdom, 29.10.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Damjanov, Damyan*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 08.01. - 28.01.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Dasarathy, Belur, Dr.*

Herausgeber Information Fusion, USA, 25.04. - 27.04.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Filipova, Krassimira, Assoc. Prof.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 05.11. - 25.11.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Frias Moya, Leonor, M.Sc.*

Universität Politècnica de Catalunya, Spanien, 08.01. - 16.03.2007 und 11.06. - 03.08.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Fung, Pascale, Prof. Dr.*

Hong Kong University of Science and Technology, China, 05.07. - 09.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

Am 06.07.2007 zu Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Gellersen, Hans, Prof.*

Lancaster University, Großbritannien, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Georgiev, Vesselin*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.01. - 18.02.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Henderson, Thomas C., Prof.*

School of Computing, University of Utah, Salt Lake City, USA, 11.09. - 24.09.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Jiang, Daniel*

Mercedes-Benz Research & Development North America, USA, 29.10.2007

Gast am Institut für Telematik

*Jokinen, Kai*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Karlson, Rolf, Prof.*

Kunglia Tekniska Högskolan, Schweden, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Kittler, Josef, Prof.*

University of Surrey, Großbritannien, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Klues, Kevin*

Stanford University, USA, 04.02. - 05.02.2008

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Kofron, Jan, Ph.D.*

Charles University, Prag, Tschechische Republik, 03.12. - 07.12.2007

Gast am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Kunigami, Masaki*

Honda, Fundamental Research Dept., Japan, 25.10.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Kuntz-Cosperec, Pascale, Prof. Dr.*

École Polytechnique de l'Université de Nantes, Frankreich, 18.06.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Lamel, Lori, Prof.*

Centre National de la Recherche Scientifique, Frankreich, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Maleshkov, Stoyan, B., Assoc. Prof. Ph.D.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.01. - 11.02.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Milushev, Mladen, Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 07.05. - 25.05.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Mizutani, Kouki*

Honda, Fundamental Research Dept., Japan, 25.10.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Nenonen, Sanna*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Nishio, Hidenosuke*

Universität Kyoto, Japan, 15.09. - 25.10.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Omicini, Andrea, Prof. Dr.*

Università di Bologna, Italien, 12.05.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Orailoglu, Alex, Prof.*

University of California, San Diego, USA, 28.06. - 30.06.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Park, Mankyu*

Chungnam National University, Südkorea, 06.11 - 07.11.2007

Gast am Institut für Telematik

*Pessi, Pekka*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik



*Pianesi, Fabio, Prof.*

Bruno Kessler Foundation, Italien, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Poernomo, Iman, Dr.*

King's College, London, United Kingdom, 07.11. - 08.11.2007

Gast am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Polymenakos, Lazaros, Prof.*

Athens Information Technology, Griechenland, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Potamianos, Gerasimos, Dr.*

IBM, USA, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Radovanova, Elena*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsausbildung, Technische Universität

Sofia, Bulgarien, 01.07. - 16.07.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Raghunathan, Anand, Dr.*

NEC Laboratories, USA, 22.05. - 24.05.2007

Gast am Institut für Technische Informatik

*Raja, Sengupta, Prof. Dr.*

University of California at Berkeley, USA, 17.07. - 20.07.2007

Gast am Institut für Telematik

*Roa, Javier, M.Sc.*

Instituto de Automática Industrial, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC),

Spanien, 02.07. - 30.10.2007

Gast beim Telecooperation Office

*Rohmad, Mohd Saufy*

MIMOS Berhad, Kuala Lumpur, Malaysia, 04.03. - 05.03.2008

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Santi, Paolo, Dr.*

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa, Italien, 20.05. - 23.05.2007

Gast am Institut für Telematik

*Santos, Paulo, Dr.*

Technical University FEI, Brasilien, 28.06.2007

Gast am Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik

*Sosokova, Alexandra, Assoc. Prof. PhD*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.01. - 18.02.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Szyperski, Clemens, Prof. Dr.*

Microsoft Research, Redmond, USA, 02.08. - 03.08. 2007

Gast am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

*Tam, Wilson*

Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, 28.06. - 12.07.2007

Gast am Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme

*Tiitinen, Tanja*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik

*Töhönen, Mika*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik

*Topalova, Irina, Assoc. Prof. Dr.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.03. - 07.04.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Trifonov, Vencislav, Assoc. Prof.*

Fakultät für Deutsche Ingenieur- und Betriebswirtschaftsusbildung, Technische Universität Sofia, Bulgarien, 29.01. - 18.02.2007

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Uusisalo, Jarno*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentechik, Automation und Robotik

*Vanderdonckt, Jean, Prof.*

Université de Louvain, Belgien, 11.07. - 13.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Wu, Dekai, Prof.*

Hong Kong University of Science and Technology, China, 05.07. - 09.07.2007

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Zhai, Likui*

Tampere University of Technology, Finnland, 26.11.2007

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik