

# Jahresbericht 2009 der Fakultät für Informatik

FAKULTÄT FÜR INFORMATIK



**K@rlsruhe**  
25 Jahre  
erste E-Mail Deutschlands

# Jahresbericht der Fakultät für Informatik

und der mit ihr verbundenen Informatikeinrichtungen

## 2009

Sitz der Fakultät: Informatik-Hauptgebäude (Geb. 50.34)  
Am Fasanengarten 5  
76131 Karlsruhe  
Telefon: +49 721 608-43976  
Fax: +49 721 608-41777  
E-Mail: [dekanat@informatik.kit.edu](mailto:dekanat@informatik.kit.edu)  
WWW: <http://www.informatik.kit.edu>

## **Impressum**

Herausgeber: Fakultät für Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

ISSN: 0934-7267

Redaktion: Peter Steinhaus, Barbara Dörrscheidt

Assistenz: Brigitte Burek, Sebastian Schäfer

Layout: Silke Natzeck, Axel Fischer

Techn. Support: Thomas Griesbaum

Druck: KRAFT DRUCK GmbH, Ettlingen

## **Vorwort**

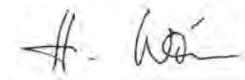
Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) begleitet uns nun schon seit dem erfolgreichen Ausgang der Exzellenzinitiative I im Jahr 2006. Das Zukunftskonzept des KIT wurde in der dritten Förderlinie ausgezeichnet und seither kontinuierlich weiterentwickelt.

Am 1. Oktober 2009 konnte das KIT nun auch rechtlich seine Gründung feiern, als Zusammenschluss der Universität Karlsruhe (TH) und des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Im Zuge des KIT-Prozesses wurden neue zentrale Abteilungen geschaffen. Darüber hinaus haben sich insbesondere in der Organisation der Forschung am KIT weitreichende Änderungen ergeben: So ersetzt der Aufbau von inter fakultativ und interdisziplinär ausgerichteten Schwerpunkten und Zentren die bisherige Forschungsstruktur. Sie sind organisatorische Einheiten, in denen das KIT Forschungsprojekte bündelt. Etwa die Hälfte der Wissenschaftler der Fakultät für Informatik sind dem KIT-Schwerpunkt COMputation zuzuordnen, der im November 2009 feierlich eröffnet wurde. In Planung ist außerdem der Schwerpunkt Anthropomatik und Robotik, der auf die Entwicklung, Realisierung und Bewertung vielseitig einsetzbarer und akzeptierter anthropomatischer Systeme zur Verbesserung der Lebensqualität des Menschen abzielt.

Auch in der Lehre war 2009 ein spannendes Jahr. Im WS 2008/2009 wurde der Diplomstudiengang Informatik durch den konsekutiven Bachelor-/Master-Studiengang abgelöst. Mit dem Wechsel wurde die Struktur des Informatikstudiums grundlegend neu konzipiert. Wichtig war es uns dabei, eine forschungsnahe und gleichwertige theoretische wie praktische Ausbildung zu gewährleisten.

Wie in den vergangenen Jahren ist auch dieser Jahresbericht das Gemeinschaftsprojekt vieler Akteure. Für dessen Gestaltung möchte ich mich herzlich bei allen Beteiligten bedanken.



Prof. Dr. Heinz Wörn  
Dekan der Fakultät für Informatik



## Inhaltsverzeichnis

### Vorwort

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Fakultät für Informatik</b>	<b>1</b>
1.1	Entwicklung und Überblick	2
1.2	Lehrkörper	12
1.3	Struktur der Fakultät	16
<b>2</b>	<b>Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2009</b>	<b>17</b>
2.1	Rankings - Forschung und Lehre in Karlsruhe sind top!	18
2.2	Besondere Auszeichnungen und Preise	19
	■ Professor Detlef Schmid erhält das Bundesverdienstkreuz	19
	■ KIT-Doktorandenpreis für Dr. Dominik Schultes	21
	■ Jubiläum: 25 Jahre E-Mail in Deutschland	22
2.3	Veranstaltungshöhepunkte 2009	23
	■ Semesterkolloquium	23
	■ Gründung des Begabtenkollegs der Fakultät für Informatik	25
	■ IBM stiftet Rechnermodell	26
	■ Leiter des SZS verabschiedet	27
	■ Tag der Informatik	27
	■ Auszeichnung der besten Lehrveranstaltungen	28
	■ Gründung der Deutsch-Französischen Zentrums für multilinguale Informationsverarbeitung	30
	■ Eröffnung des KIT-Schwerpunkts COMMputation	31
2.4	Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium	32
2.5	Antrittsvorlesungen	
2.6	Rufe und Berufungen	33
2.7	Ehrungen und Preise	34
2.8	Habilitationen und Promotionen	37
<b>3</b>	<b>Die Einrichtungen der Fakultät</b>	<b>45</b>
3.1	Die Institute und ihre Forschungsvorhaben	45
	■ Institut für Betriebs- und Dialogsysteme	46
	■ Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation	59
	■ Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik	98
	■ Institut für Telematik	120
	■ Institut für Theoretische Informatik	157

■	Institut für Technische Informatik	182
■	Institut für Kryptographie und Sicherheit	199
■	Institut für Anthropomatik	210
■	Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR)	
–	Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht	281
3.2	Angegliederte, verbundene und kooperierende Einrichtungen	293
3.2.1	Angegliederte Einrichtungen	294
■	Interfakultatives Institut für Entrepreneurship	294
■	Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS)	297
3.2.2	Mit der Fakultät verbundene Einrichtungen	300
■	Graduiertenkolleg 1194 “Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke”	300
■	Graduiertenkolleg 1126 “Intelligente Chirurgie”	302
■	Sonderforschungsbereich 588: “Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter”	305
■	Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)	306
■	Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik	307
■	Freundeskreis Informatik (FFI)	308
3.2.3	Kooperierende Informatikeinrichtungen in der Universität	310
■	Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren	310
■	Graduiertenkolleg Informationswirtschaft und Market Engineering	318
3.3	Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte	319
■	Dekanat	320
■	Fakultätsgeschäftsführung	320
■	Personal- und Wirtschaftsangelegenheiten	321
■	Studien- und Prüfungsangelegenheiten	322
■	Lehrunterstützung	322
■	Rechnergestützte Verwaltungsprozesse	323
■	Gebäude- und Raumverwaltung	324
■	Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)	325
■	Fachbibliothek Informatik	330
<b>4</b>	<b>Die Lehre im Jahr 2009</b>	<b>331</b>
4.1	Das Studium der Informatik in Karlsruhe	332
4.1.1	Diplomstudiengang Informatik	333
4.1.2	Bachelorstudiengang Informatik	336
4.1.3	Masterstudiengang Informatik	337
4.2	Das Studium der Informationswirtschaft	338

4.2.1	Bachelorstudiengang Informationswirtschaft	338
4.2.2	Masterstudiengang Informationswirtschaft	339
4.3	Das Lehrangebot im Jahr 2009	341
4.3.1	Lehrbeauftragte	341
4.3.2	Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik	343
4.4	Studienbegleitende Statistik	363
4.4.1	Ergebnisse im Studiengang Informatik	363
	■ Studienergebnisse im Vordiplom	363
	■ Studienergebnisse im Hauptdiplom	364
4.4.2	Ergebnisse im Studiengang Informationswirtschaft	365
	■ Studienergebnisse im Diplom-Studiengang	366
	■ Studienergebnisse im Bachelor-Studiengang	367
<b>5</b>	<b>Ein Blick in die Arbeit der Fakultät</b>	<b>369</b>
5.1	Mitwirkung in gesellschaftlichen Institutionen	370
5.2	Wissenschaftliche Präsentation	375
5.3	Forschungsförderung	379
5.4	Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien	388
	■ CeBit Vision 2009, Hannover Messegelände	388
	■ Informatik-Kolloquien	389
	■ MoDe – „Montags-Demo“ des SZS	391
5.5	Internationale Gäste und Gastwissenschaftler	393



# **Die Fakultät für Informatik**

## 1.1 Entwicklung und Überblick

Vor 25 Jahren, exakt am 3. August 1984 um 10:14 Uhr mitteleuropäischer Zeit brach mit dem Empfang der ersten E-Mail in Deutschland ein neues Zeitalter der Kommunikation an. Hier an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe wurde der Internet-Mailserver „germany“ implementiert und betrieben. Damit wurde der Grundstein für die heute so selbstverständlich und flächendeckend genutzte „Elektronische Post“ gelegt. Dieses Jubiläum war Anlass genug, die Geburtsstunde der E-Mail in Deutschland ausgiebig zu feiern. Nicht nur die Medien griffen das Thema vielfach auf, sondern auch die Stadt Karlsruhe nutzte die Gelegenheit, um auf die enorme Bedeutung der Region Karlsruhe als wichtigen IT-Standort in Deutschland und Europa aufmerksam zu machen.

Für großes Furore in der deutschen Wissenschaftslandschaft sorgte 2009 aber vor allem die rechtliche Gründung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), dem Zusammenschluss der Universität Karlsruhe mit dem Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft. Diese Fusion einer Forschungseinrichtung des Bundes mit einer Landesuniversität ist in Deutschland bislang einzigartig und sieht unter anderem auch umfangreiche Änderungen in der Forschungsstruktur vor. Künftig können zentrale und gesellschaftlich bedeutende Forschungsprojekte in interfakultativen und interdisziplinären Schwerpunkten und Zentren konzentriert werden, um leichter Synergien zu erreichen und die einzelnen Forschungsaktivitäten besser aufeinander abstimmen zu können. Das KIT wird damit die Fähigkeit erhalten, die gesamte Kompetenz seiner Forscher zu bündeln und von der kleinsten Projektstudie bis zu den größten Forschungsstrukturen auf allen Ebenen zu wirken. Die Informatik findet sich insbesondere im dem Ende 2009 gegründeten Schwerpunkt „COMMputation“ sowie dem in 2010 für die Einrichtung vorgesehenen Schwerpunkt „Anthropomatik und Robotik“ wieder. COMMputation steht dabei für ein Kunstwort aus Communication und Computation und spiegelt die äußerst enge Verzahnung dieser beiden wesentlichen Informatik-Domänen wider, die für erfolgreiche Großprojekte in der IT-Branche und gerade auch in sicherheitskritischen Umgebungen absolut notwendig ist.

Ein weiterer Neuanfang fand an der Informatikfakultät selbst statt. Nach langer Vorbereitung wurde zum 1. Januar 2009 das Institut für Anthropomatik gegründet, dem mittlerweile sieben Forschungsgruppen der Fakultät angehören. Auch der Begriff Anthropomatik ist ein Kunstwort und beschreibt die Symbiose zwischen Mensch und Maschine, steht aber auch für menschenzentrierte Systeme, welche sich durch eine besonders intuitive und menschenähnliche Interaktionsfähigkeit auszeichnen. Eine gemeinsame Klammer für das Institut stellt der Sonderforschungsbereich 588 „Humanoide Roboter“ der DFG dar, welcher sich im Jahr 2009 in seiner letzten Projektphase befindet. Passend zu diesem Neubeginn des Instituts konnte im Herbst 2009 auch der Nordflügel des Hauptgebäudes der ehemaligen Kinderklinik am Adenauerring nach der vollständigen Sanierung durch das Institut für Anthropomatik in Besitz genommen werden. Das Institut

konnte hierdurch in den Gebäuden 50.20 (ehemalige Kinderklinik) und dem Laborgebäude 50.21 (ehemaliger Infektbau der Kinderklinik) räumlich zusammengeführt werden, um eine möglichst optimale Kooperation zwischen den Forschungsgruppen zu erleichtern. Diese Zusammenführung gelang auch im Institut für Technische Informatik in der Technologiefabrik. Die hohe Dynamik des Jahres 2009 zeigt sich unter anderem auch darin, dass insgesamt 13 Forschungsgruppen der Fakultät neue Räume bezogen.

Eine Zusammenführung ganz anderer Art erlebte die Fakultät für Informatik im Sommer 2009 durch die Gründung des Begabtenkollegs der Fakultät. Dieses Kolleg bildet das gemeinsame Dach der vier bereits vorhandenen Stipendienprogramme der Fakultät und wurde ins Leben gerufen, um die Verbreitung dieses Angebots an die potentiellen Förderer zu verbessern und Anlaufstellen und Ansprechpartner zu vereinheitlichen. Das Kolleg versteht sich insbesondere als Networkingplattform seiner Mitglieder, also der Studierenden, untereinander sowie mit den fördernden Unternehmen. Es unterstützt damit nicht nur die geförderten Studierenden optimal sondern leistet auch wertvolle Vorarbeit für die Entwicklung einer Alumnistruktur der Fakultät. Bei der feierlichen Gründungsveranstaltung konnten über 30 Stipendienurkunden vergeben werden. Mittlerweile treffen sich die Stipendiaten bei Kaminabenden und Stammtischen und erfreuen sich interessanter Events und Workshops. Der Grundstein für eine erfolgreiche Weiterentwicklung ist auch hier 2009 gelegt worden.

In der Lehre erlebte die Fakultät für Informatik sehr spannende Zeiten. Im Wintersemester 2009/10 befand sich die erste Kohorte im neu gegründeten Bachelorstudiengang Informatik im dritten Semester und erlebte gerade das große neue Pflichtpraktikum "Praxis der Softwareentwicklung". Wir sind natürlich sehr neugierig, wie die Studierenden den komplett neu konzipierten Bachelor-Studiengang Informatik wahrnehmen und ob unsere Ideen und Konzepte so angenommen werden, wie wir uns das wünschen. Die Erfahrungen aus dem ersten und zweiten Semester lassen uns hoffen, dass die Fakultät für Informatik auch nach der Bachelor-/Master-Umstellung in der Lehre weiterhin vorne mit dabei sein wird.

**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** Einrichtung des Sonderforschungsbereichs 314 "*Künstliche Intelligenz – Wissensbasierte Systeme*"
- 1985** Gründung des Forschungszentrums Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)
- 1986** Gründung des Deutsch-Französischen Instituts für Automation und Robotik (IAR)
- 1987** Neustrukturierung der Fakultät für Informatik in acht Institute
- 1987** Einrichtung des Modellversuchs "*Informatik für Blinde – Studium für Sehgeschädigte in Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen*"
- 1988** 1000. Diplom in Informatik an 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 in Informatik an 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** Einrichtung des Sonderforschungsbereichs 414 *“Informationstechnik in der Medizin: Rechner- und sensorgestützte Chirurgie“*
- 1996** 25. Habilitation an der Fakultät
- 1996** 3000. Diplom in Informatik an 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 in Informatik an der Fakultät
- 2003** Erster Absolvent des Diplomstudienganges Informationswirtschaft
- 2004** 600. Promotion an der Fakultät
- 2005** Einrichtung des Graduiertenkollegs 1126 *“Intelligente Chirurgie“*
- 2005** Einrichtung des Graduiertenkollegs 1194 *“Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“*
- 2007** 10 Jahre Studiengang Informationswirtschaft
- 2008** 5000. Diplom in Informatik der Fakultät
- 2008** 700. Promotion an der Fakultät
- 2009** Gründung des Instituts für Anthropomatik  
Einrichtung des KIT-Schwerpunkts COMMputation

## Zur zahlenmäßigen Entwicklung der Fakultät für Informatik

### Studierende

Die Anzahl der Studierenden in den Studiengängen der Fakultät für Informatik bleibt weiterhin auf hohem Niveau. Insgesamt waren im Wintersemester 2009/2010 2.625 Studierende Mitglieder der Fakultät für Informatik, davon waren 2.041 in einem Informatik-Studiengang sowie 584 in einem Informationswirtschaftsstudiengang eingeschrieben.

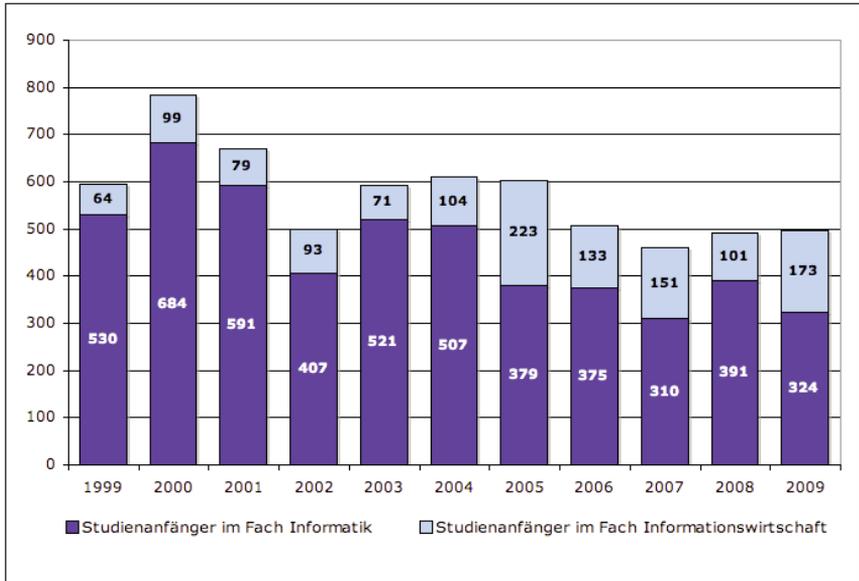
Ursprünglich hatte die Karlsruher Informatik im Jahre 1969 mit ca. 200 Studierenden begonnen, deren Zahl sich bereits zwei Jahre später mehr als verdoppelte. Einen ersten Höhepunkt erreichte die junge Fakultät 1981 mit über 1.000 Studierenden. Fünf Jahre später waren es bereits über 2.000. Der Ansturm 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 2009 wurden insgesamt 497 Studienanfänger neu an der Fakultät für Informatik aufgenommen, davon 324 in der Informatik und 173 in der Informationswirtschaft.

### Absolventen

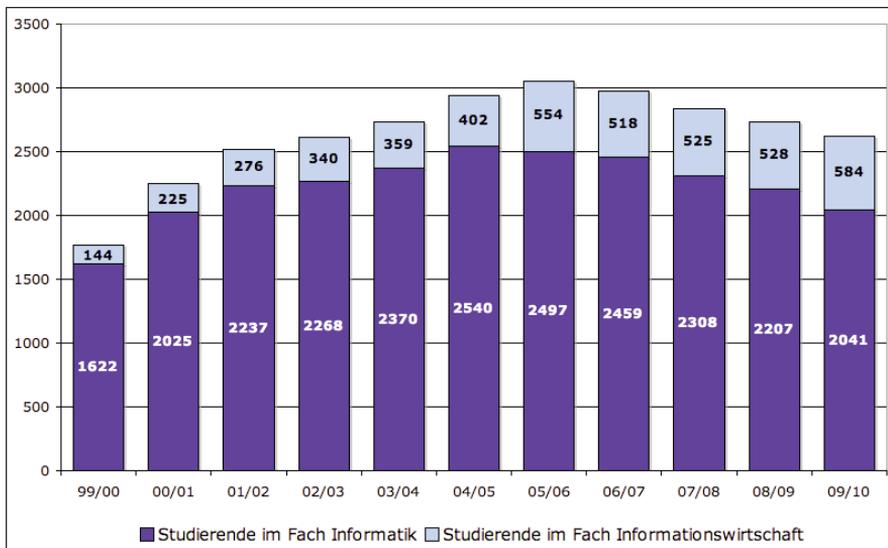
Im Berichtsjahr 2009 wurden 270 Diplomzeugnisse an Informatiker und 37 an Informationswirte übergeben. Der Bachelor-Abschluss im Studiengang Informatik konnte erstmals vergeben werden. 33 Informationswirte haben den Bachelor-Studiengang Informationswirtschaft in 2009 erfolgreich absolviert und es konnte sogar schon der erste Informationswirtschafts-Masterabschluss an der Fakultät für Informatik gefeiert werden.

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. In 2008 wurde das 5000. Diplom gefeiert. Bis Ende 2009 konnten bereits über 5.500 Diplomabschlüsse in Informatik verliehen werden.

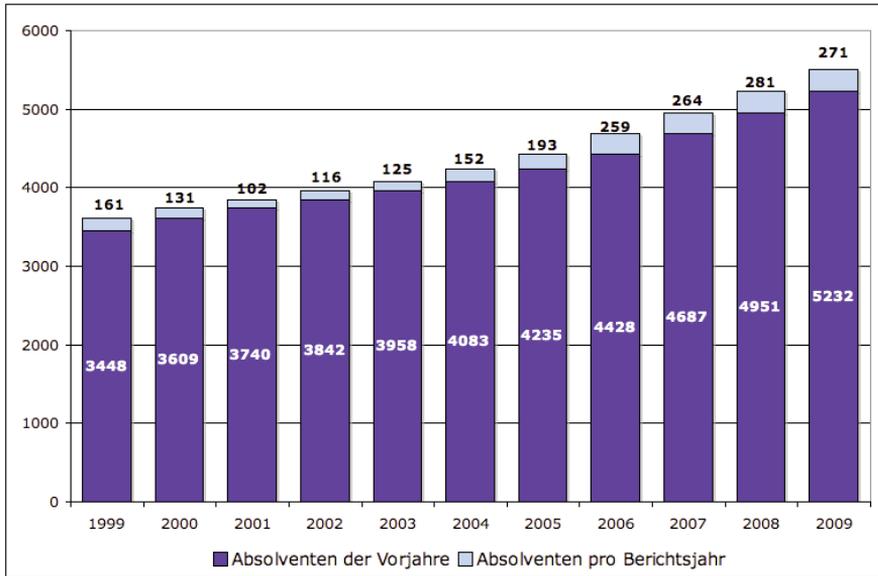
## Studienanfänger an der Fakultät für Informatik



## Studierende an der Fakultät für Informatik



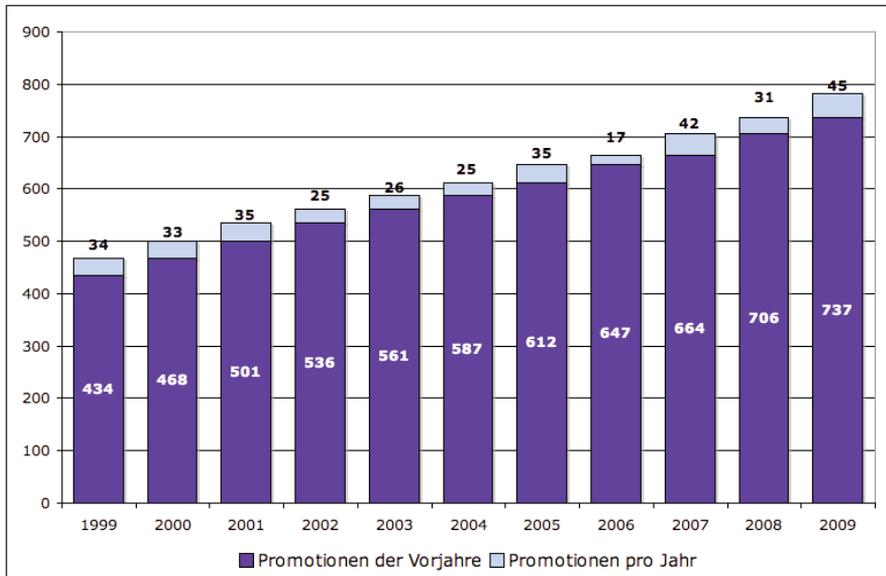
## Entwicklung der Absolventenzahlen im Studiengang Informatik



## Entwicklung der Absolventenzahlen in den Studiengängen der Informationswirtschaft



## Entwicklung der abgeschlossenen Promotionen in den vergangenen 10 Jahren

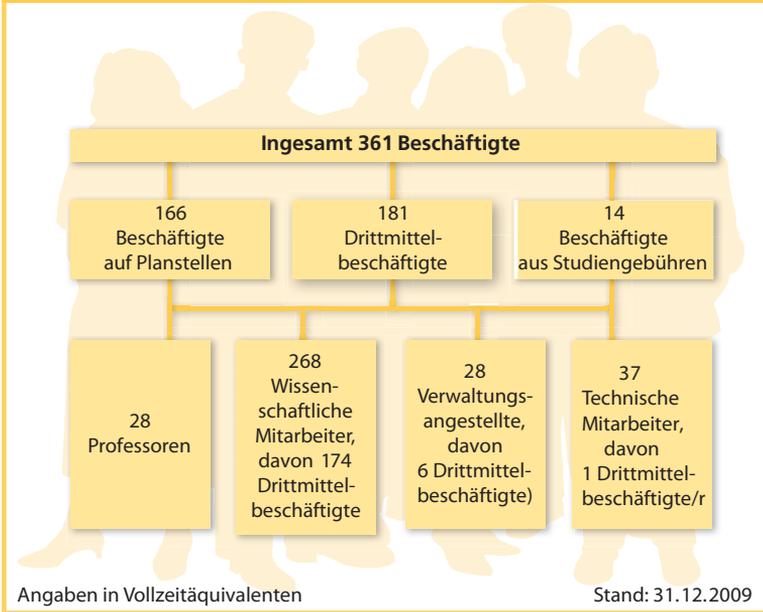


### Wissenschaftlicher Nachwuchs

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses liegt der Fakultät für Informatik besonders am Herzen und spielt für eine der Spitzenfakultäten in Deutschland eine besonders große Rolle. Dies spiegelt sich in der hohen Zahl erfolgreich abgeschlossener Promotionen wider. Im Berichtsjahr konnten weitere 45 Doktorgrade verliehen werden, so dass in 2010 höchstwahrscheinlich die 800. Promotion an der Fakultät für Informatik am KIT an der Universität Karlsruhe bzw. dann dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gefeiert werden kann. Seit der Einrichtung der Fakultät im Jahre 1972 konnten sich 43 Nachwuchswissenschaftler erfolgreich habilitieren. Aus dem Kreis der Absolventen und Mitarbeiter sind bisher mehr als 165 Professorinnen und Professoren im In- und Ausland an Hochschulen und Universitäten berufen worden.

Stellen im wissenschaftlichen Dienst	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Landesstellen</b> (Plan- und Sonderprogrammstellen)	100	88	84	82	82	81
<b>Drittmittelstellen</b> (Vollzeitäquivalent)	134	132	143	146	152	174
<b>Studiengebührenstellen</b>	-	-	-	12,5	16,5	13

## Personelle Zusammensetzung der Fakultät 2009



## Stellenstruktur der Fakultät 2009

### Landesstellen

- Professuren 34 davon waren im Berichtsjahr 6 unbesetzt
- Wissenschaftlicher Dienst 81 Planstellen
- Technischer Dienst 36 Planstellen
- Verwaltungsdienst 21,5 Planstellen

### Drittmittelstellen

- Wissenschaftlicher Dienst 174
- Technischer und Verwaltungsdienst 6,7

### Stellen aus Studiengebühren

- Wissenschaftlicher Dienst 13
- Verwaltungsdienst 0,5

## Personalstruktur

Um über einen so langen Zeitraum bei gleichmäßig hoher Belastung durch große Studierendenzahlen eine Ausbildung auf sehr hohem Niveau bieten zu können, benötigt eine Fakultät engagiertes und stark motiviertes Lehrpersonal. In der Vergangenheit konnten die Betreuungsrelationen in starken Überlastsituationen durch zusätzliche Stellen aus Sofortprogrammen und Ausbildungspakten deutlich verbessert werden. Wie die nachfolgende Tabelle dokumentiert sind derartige Programme des Bundes und der Länder inzwischen ausgelaufen und die befristet besetzten Stellen mussten abgebaut werden. Durch die Einführung von Studiengebühren sehen sich die politischen Auftraggeber der Universitäten anscheinend aus der Pflicht genommen, akzeptable Studienbedingungen bereits aus dem Grundhaushalt einer Universität ermöglichen zu müssen, so dass die Studiengebühren direkt zur Kompensation der Hochlastbedingungen genutzt werden müssen. Obwohl die Studentenzahlen steigen, können jedoch immer weniger Stellen zur Lehrunterstützung und zur Studiengangorganisation aus Studiengebühren finanziert werden. Konnte man 2007 noch 12,5 E13-Stellen zur reinen Lehrunterstützung in Kombination mit hohen Sachmittelsummen zur Verbesserung der Lehr- und Lerninfrastruktur bereitstellen, so sind in 2009 nur noch 11,5 Stellen bei fast nicht mehr vorhandenem Sachmittelbudget realisierbar. In den Folgejahren zeichnen sich bereits weitere Einschnitte beispielsweise durch Geschwisterregelungen ab.

In diesem Gesamtkontext ist es umso wichtiger, über eine große Zahl zusätzlicher freiwilliger Lehrleistender zu verfügen, die auf der einen Seite aus Spaß an der Lehre und auf der anderen Seite zur persönlichen und beruflichen Weiterentwicklung engagiert an der Lehre der Fakultät für Informatik mitwirken. Die großen Erfolge der Fakultät bei der Einwerbung von Drittmitteln hat mittlerweile die Personalstruktur dahingehend verändert, dass im Durchschnitt pro landesfinanziertem Mitarbeiter zwei drittmittelfinanzierte Mitarbeiter existieren, von denen ein Teil sich wiederum auch bei der Lehre einbringen darf und möchte.

Begünstigt wird diese Entwicklung zusätzlich durch die Entstehung von diversen Nachwuchswissenschaftlergruppen, deren Leiter bereits aus der Eigenmotivation der beruflichen Qualifikation für eine zukünftige Berufung sehr daran interessiert sind, intensive Erfahrungen in der Lehre zu sammeln und auch bereits sehr hochqualitative Lehrleistungen erbringen können.

## 1.2 Lehrkörper

### Professoren

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

Institut für Telematik

*Baradaran Tahoori, Dr. Mehdi, o. Professor (ab 02.06.2009),*

Institut für Technische Informatik

*Beckert, Dr. rer. nat. Bernhard, o. Professor (ab 16.12.2009),*

Institut für Theoretische Informatik

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

Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

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

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

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

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

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

Institut für Anthropomatik

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

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht

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

Institut für Anthropomatik

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

Institut für Telematik und Steinbuch Centre for Computing (SCC)

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

Institut für Technische Informatik

*Hofheinz, Juniorprofessor Dr. Dennis (ab 01.12.2009),*

Institut für Kryptographie und Sicherheit

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

Institut für Telematik und Geschäftsführender Direktor des Steinbuch Centre for  
Computing (SCC)

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

Institut für Technische Informatik

*Müller-Quade, Dr. Jörn, o. Professor (ab 14.05.2009),*

Institut für Kryptographie und Sicherheit

*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. Peter H.,*  
 Institut für Theoretische Informatik
- Schultz, Dr.-Ing. Tanja,*  
 Institut für Anthropomatik
- Sester, Dr. iur. Dipl.-Kfm. Peter, o. Professor,*  
 Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht
- Spiecker genannt Döhmann, Dr. iur. Indra LL. M.,*  
 Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft, Institut für Informationsrecht
- Snelting, Dr.-Ing. Gregor,*  
 Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation
- Stiefelhagen, Dr.-Ing. Rainer, o. Professor (ab 01.05.2009),*  
 Institut für Anthropomatik
- Tichy, Dr. rer. nat. Walter F., o. Professor,*  
 Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation
- Wagner, Dr. rer. nat. Dorothea, o. Professorin,*  
 Institut für Theoretische Informatik
- Waibel, Dr. rer. nat. Alexander, o. Professor,*  
 Institut für Anthropomatik
- Wörn, Dr.-Ing. Heinz, o. Professor,*  
 Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik
- Zitterbart, Dr. rer. nat. Martina, o. Professorin,*  
 Institut für Telematik
- Zöllner, Dr. Johann Marius, o. Professor (ab 01.12.2009),*  
 Institut für Anthropomatik

### **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
- 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**

*Bless*, Dr.-Ing. Roland,  
Institut für Telematik

*Braun*, Dr. rer. nat. Heinrich, Prof.,  
Berufsakademie Karlsruhe

*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 Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*van Stee*, Dr. rer. nat. Rob,  
Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken

*Müller*, Dr.-Ing. Matthias,  
IDOS Software AG, Karlsruhe

### **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

*Schmitt*, Prof. em. Dr. rer. nat. Alfred  
*Schreiner*, Prof. em. Dr. rer. nat. Adolf  
*Schweizer*, Prof. em. Dr.-Ing. Gerhard  
*Vollmar*, Prof. em. Dr.-Ing. Roland

### **Professoren im Ruhestand**

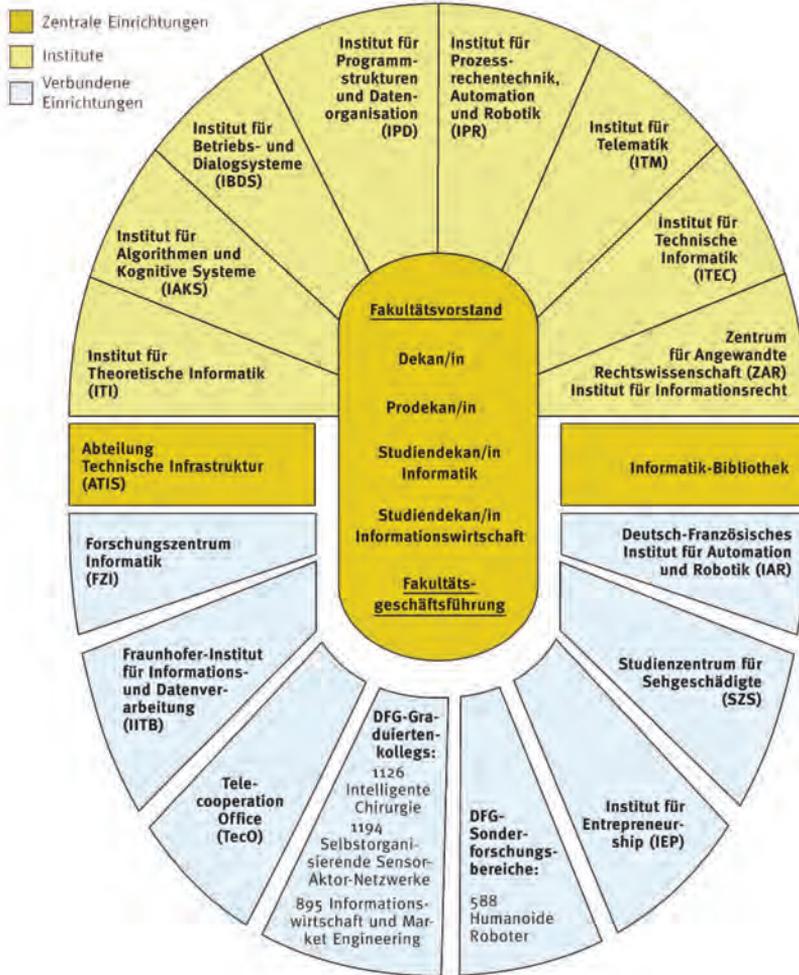
*Calmet*, Dr. es sciences physiques Jaques  
*Zorn*, Dr.-Ing. Werner

### **Honorarprofessoren im Ruhestand**

*Abeln*, Dr. rer. nat. Olaf  
*Güntsch*, Dr.-Ing. Fritz-Rudolf  
*Klimek*, Dr.-Ing. Wolfgang  
*Trauboth*, Dr.-Ing. Heinz

1.3 Struktur der Fakultät

Struktur der Fakultät für Informatik



Kooperierende Einrichtungen

- Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
- Rechtswissenschaftliche Fakultät der 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 (IIAI)
- Flugtechnische Hochschule Ufa
- Technische Universität Budapest
- Technische Universität Sofia
- Norwegische Technische Hochschule Trondheim
- SAP Research Center CEC Karlsruhe
- Waseda University Tokyo
- The Hong Kong University of Science and Technology

# **Höhepunkte der Fakultät im Jahr 2009**

**2.1      Rankings - Forschung und Lehre in Karlsruhe sind top!**

Auch 2009 verteidigte die Karlsruher Fakultät für Informatik ihren hervorragenden Ruf in der deutschen Hochschullandschaft. Hochschulrankings stellen regelmäßig die Qualität und Effizienz von Forschung und Lehre an deutschen Hochschulen auf den Prüfstand. Im Frühjahr 2009 sind mit dem Ranking der Wirtschaftswoche und dem CHE-Hochschulranking zwei wichtige Bewertungen erschienen, die der Fakultät für Informatik hervorragende Qualität in Forschung und Lehre bescheinigen.

**CHE-Hochschulranking 2009 (ZEIT Studienführer 2009/2010)**

Beim Ranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) werden im Dreijahresrhythmus die beliebtesten Studienfächer getestet. Professoren, Studierende und Absolventen werden nach verschiedenen Kriterien wie z. B. der Forschungsreputation oder der Betreuungssituation befragt. Untersucht wurden im Jahr 2009 alle Informatikstudiengänge in Deutschland sowie ausgewählte Hochschulen in Österreich, Schweiz und den Niederlanden.

Das CHE-Hochschulranking ordnet die Leistungen einer Hochschule im jeweiligen Fach in eine Spitzen-, Mittel- und Schlussgruppe ein. Die Karlsruher Fakultät für Informatik landete in vier von fünf Kategorien in der Spitzengruppe. Die Reputation der Forschung, der Bezug bzw. Erhalt von Forschungsgeldern, die IT-Infrastruktur sowie die insgesamt Studiensituation wurden als sehr gut bewertet.

**Wirtschaftswoche-Ranking (Nr. 18 vom 27.04.2009)**

Die Wirtschaftswoche fragte die Personalchefs der größten deutschen Unternehmen nach den Universitäten mit den besten Absolventen. Die Informatik-Fakultät am Karlsruher Institut für Technologie belegte hier einen hervorragenden 3. Platz und musste sich nur den Fakultäten der RWTH Aachen und der TU München geschlagen geben.

## 2.2. Besondere Auszeichnungen und Preise

### Informatik-Professor Detlef Schmid erhält das Bundesverdienstkreuz

Professor Detlef Schmid bekam am 27. Februar 2009 in einer Feierstunde vom baden-württembergischen Wissenschaftsminister Peter Frankenberg das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen.

#### Zur Vita von Professor Detlef Schmid

Vor seinem Studium der Elektrotechnik erlernte und praktizierte Schmid den Beruf eines Uhrmachers. Das hat die Arbeitsweise des späteren Informatikers geprägt: „Ich beschäftige mich mit Problemen bis ins Detail – mit allen Vor- und Nachteilen, die damit verbunden sind“. In Karlsruhe beförderte diese Qualität seinen steilen Aufstieg: vom preisgekrönten Diplom 1963 über die Promotion 1968 bis zur Berufung als Professor 1972. Dass Schmid es attraktiv fand, in Karlsruhe zu bleiben, hatte entscheidend mit dem Einfluss von Karl Steinbuch zu tun, dessen wissenschaftlicher Assistent Schmid sieben Jahre lang war. Der große, 2005 verstorbene Nachrichtentechniker gilt heute als Pionier der Informatik. Dank Steinbuch, so Schmid, „bot Karlsruhe ein besseres, offeneres Umfeld für die Entstehung der Informatik als Wissenschaft als andere Standorte in Deutschland, die ebenfalls an der Entwicklung der Informatik sehr interessiert waren“.

Und diese Entwicklung gestaltete Schmid an entscheidender Stelle mit. 1972 wurde er Dekan der neu gegründeten Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe, die als erste in Deutschland Diplom-Informatiker ausbildete. Nach außen genoss sie rasch hohes Ansehen – innen aber hatte sie es als Newcomer unter etablierten Fakultäten schwer. „Wir konnten uns nicht auf Tulla oder ähnliche große Vorgänger berufen“, schmunzelt Schmid, „wir mussten uns erst einmal durchsetzen“. Das gelang ihnen nicht zuletzt, weil ihnen der damalige Ministerpräsident Lothar Späth und die Universitätsleitung um Heinz Draheim wohlgesonnen waren.

*Prof. Detlef Schmid nahm  
das Bundesverdienstkreuz  
vom baden-  
württembergischen  
Wissenschaftsminister  
Peter Frankenberg (links)  
entgegen*



Zugleich aber spürten Schmid und seine Mitstreiter den Reiz des Neuen: Sie gaben der Fakultät eine moderne Struktur, sie legten Wert auf eine vorzügliche Ausstattung und eine intensive Betreuung der vom Start weg etwa 600 Studierenden. Jedes Jahr präsentierten sie einen umfassenden Bericht über die geleistete Arbeit in Forschung und Lehre, den sie an einen großen Kreis verteilten. „Wir wollten national und international zeigen, was wir geleistet haben.“

Später führte er die Fakultät noch einmal fünf Jahre an – mit dem Ehrgeiz, ihre Spitzenposition auszubauen und Probleme zu überwinden, die auch mit einer neuen Strategie des Landes zu tun hatten. Das Land habe der Universität Karlsruhe seinerzeit, so Schmid, fünfzehn Wissenschaftlerstellen gekürzt, um Kapazitäten für den Aufbau einer Technischen Informatik an der Universität Mannheim zu haben. Mannheim habe zwar einen hervorragenden Ruf in den Wirtschaftswissenschaften, habe aber eben keine technische Ausrichtung. „Das ist, wie wenn Sie am Nordpol Ananas züchten wollen“, moniert Schmid auch heute noch diese politische Entscheidung des Landes. Schmid gewann die Universitätsleitung dafür, einen Teil der Karlsruher Stellen aus ihrem Etat zu bezahlen und so die Kürzung erträglich zu gestalten.

### **Erneuerer in Forschung und Lehre**

Woraus er stets Kraft schöpfte, war die Überzeugung, dass es zur Durchdringung des Lebens mit Informatik keine Alternative gibt: „Nur so können wir es bewältigen.“ So zögerte er auch nicht lange, als ihm nach dem Fall der Mauer ein Kollege aus Dresden vorschlug, den ersten Sonderforschungsbereich in den Neuen Bundesländern zu initiieren. Zwei Jahre arbeitete er an dessen Aufbau mit. „Das war wichtig für die Informatik in den Neuen Bundesländern“, sagt Schmid, der danach sieben Jahre mit einem großen Kreis von Forschungsgruppen aus den alten und Neuen Bundesländern in diesem Sonderforschungsbereich forschte.

Die Zeichen der Zeit zu erkennen und neue Entwicklungen aktiv mitzugestalten – das zeichnete Detlef Schmid auch an der Universität Karlsruhe aus. Er gehörte zu den Gründern des Instituts für Angewandte Kulturwissenschaft, drei Jahre war er dessen Geschäftsführender Direktor. „Mir war klar, dass die Ausbildung breiter sein musste, dass vor allem Soft Skills eine wichtige Rolle spielen“, so Schmid. Auch das Forschungszentrum Informatik brachte er mit auf den Weg: „Wir wollten enger mit der Industrie kooperieren und suchten dafür nach einer besseren Organisationsform“. Schließlich stieß er 1973 auch die Gründung des Fakultätentages Informatik an – „mit dem Ziel, die Lehrpläne zu vereinheitlichen“. Auch da überwand Schmid eine Reihe von Widerständen: Zu der Zeit habe die Politik der Informatik keine Selbstständigkeit zubilligen wollen – und wissenschaftliche Nachbarn wie die Elektrotechnik oder die Wirtschaftswissenschaften genauso wenig.

Schmid war sechs Jahre lang Mitglied im Senat der Deutschen Forschungsgemeinschaft. In seiner eigenen Forschung konzentrierte er sich auf den Entwurf von Rechnern – das Institut, das er mit aufbaute und leitete, hieß „Rechnerentwurf und Fehlertoleranz“. Er erkannte, wie die Informatik angesichts der stetig komplexer werdenden

Informationstechnologie auch neue Perspektiven bot. „Die normalen Werkzeuge reichten nicht mehr aus – es brauchte neue Entwurfsmethoden“. Schmid hat es oft bedauert, dass eine der wenigen Gründungsideen, die er nicht realisieren konnte, sich um eine „Geistesschule der Entwurfsmethodik“ drehte.

Große Erfolge feierte Schmid auf dem Gebiet der High-Level-Synthese. Dabei geht es um die automatische Synthese von Schaltungen über eine Programmiersprache als Entwurfswerkzeug. „Das Verfahren hat sich durchgesetzt“, freut sich Schmid – auch weil es bei komplexen Vorgängen allen bisherigen Ansätzen überlegen ist. Auch die Überprüfung von Hardware auf ihre richtige Funktion mit mathematischen Verfahren – die sogenannte Hardwareverifikation - hat Schmid verbessert. Für sein Lebenswerk in Forschung und Lehre auf dem Gebiet Electronic Design Automation (EDA) verlieh das edacentrum, eine vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützte Einrichtung, Schmid 2004 die EDA-Medaille.

### **KIT-Doktorandenpreis für Dr. Dominik Schultes**

Im Rahmen der akademischen Jahresfeier des Karlsruher Instituts für Technologie, wurde am Samstag, den 7. November 2009 der KIT Doktorandenpreis in der Kategorie „Information, Kommunikation und Organisation“ an Dr. Dominik Schultes für die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Routenplanung vergeben.

Navigationsgeräte bzw. Routenplaner sind per se nichts Neues: seit Jahren sind sie in allerlei Form, Farbe und Funktion erhältlich und versprechen dem Autofahrer umfassende Unterstützung im Straßenverkehr. „Die Besonderheit des neuen Verfahrens ist die im Vergleich erheblich kürzere Suchzeit“, erklärte der Preisträger. Dank seiner Entwicklung lässt sich die optimale Route von A nach B um das tausendfache schneller berechnen als mit den bisherigen Systemen. „Die Berechnung des schnellsten Weges liegt bereits im Mikrosekundenbereich. Sie ist also schon abgeschlossen, bevor man überhaupt merkt, dass sie angefangen hat“, berichtete Schultes.

Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass man, wenn man eine längere Reise unternimmt, seinen Startpunkt immer über einen von wenigen in Frage kommenden Verkehrsknotenpunkt verlässt. Daraus entwickelten Schultes und sein Doktorvater Professor Peter Sanders am Institut für Theoretische Informatik das so genannte „Transit Node Routing“: Dieses Verfahren basiert auf einer klassischen Methode aus der Graphentheorie zur Berechnung kürzester Pfade. „Durch einen einmaligen Vorverarbeitungsschritt können alle nachfolgenden Suchanfragen deutlich beschleunigt werden“, sagte Schultes.

Schultes erhielt zahlreiche Auszeichnungen und Preise für seine Dissertation mit dem Titel „Route Planning in Road Networks“. Im Oktober 2009 gewann er an der Karlsruher Fakultät für Informatik promovierte Wissenschaftler den Klaus-Tschira-Preis für verständliche Wissenschaft. Zuvor hatte der Förderverein des Forschungszentrums Informatik ihm den Preis für die beste Dissertation verliehen. Im Jahr 2007 war Schultes einer von drei deutschen Wissenschaftlern, die mit dem Scientific American Award eine der wich-

tigsten internationalen Auszeichnungen für Wissenschaftler erhalten haben. Im vorhergehenden Jahr belegte er mit seinem Routingverfahren den ersten Platz beim Programmierwettbewerb „DIMACS Implementation Challenge“. Zusätzliche internationale Anerkennung fand Schultes' Forschungsarbeit durch die Veröffentlichung im renommierten Wissenschaftsmagazin „Science“.

Dominik Schultes promovierte von 2005 bis 2008 mit der Auszeichnung „summa cum laude“ bei Professor Peter Sanders am Institut für Theoretische Informatik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Seit Sommer 2008 ist Schultes als Senior-Software-Ingenieur bei der Capgemini sd&m AG in Offenbach am Main beschäftigt.

**»Sie haben Post!«**

### **Wie mit dem Empfang der ersten E-Mail in Deutschland an der Universität Karlsruhe vor 25 Jahren ein neues Zeitalter der Kommunikation anbrach**

Professor Rotert übergab am 3. August 2009 den Originalausdruck der ersten E-Mail im Rahmen eines Pressetermins vor den Karlsruher XXL-Stadtschildern an das Stadtarchiv.

Am 3. August 1984 um 10:14 Uhr mitteleuropäischer Zeit landete die erste E-Mail im Postfach von Michael Rotert aus dem Team der Informatik-Rechnerabteilung (IRA) unter der Leitung von Professor Werner Zorn. Mit den Worten „This is your official welcome to CSNET. We are glad to have you aboard“, begrüßt die US-Amerikanerin Laura Breedon, Mitarbeiterin des CSNET Koordinations- und Informationszentrums am MIT in Boston die neuen deutschen Mitglieder des Netzwerkes. Ein weiterer wichtiger Schritt der E-Mail auf ihrem weltweiten Siegszug war getan.

Zwar wurden in Deutschland bereits vor dem August 1984 E-Mails versendet und empfangen, bei besagter Nachricht handelte es sich jedoch um die erste, die an einen eigenen Internet-Mailserver ging. Zuvor mussten sich die Nutzer telefonisch in amerikanische Computer einwählen. Zu Beginn der 80er Jahre bauten die Karlsruher Informatiker dann ein lokales Netz auf und arbeiteten intensiv an der Herstellung einer Verbindung in die USA, die im Jahr 1984 schließlich gelang. Damit waren Deutschland und Israel nach den USA die ersten Nationen, die offiziell an das CSNET angeschlossen waren. CSNET war ein in den frühen 80er-Jahren in den USA entwickeltes Computer-Netzwerk, in dem sich verschiedene US-Hochschulen zusammengeschlossen haben, um die Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern zu erleichtern.

Empfänger der Nachricht war Michael Rotert, der zu dieser Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Informatikrechnerabteilung (IRA) an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe beschäftigt war. In Kopie geht sie an den Internetpionier Professor Werner Zorn, der das Projekt damals als Leiter der Rechnerabteilung betreute. Rotert implementierte und betrieb den Internet-Mailserver „germany“ und legte damit den Grundstein für die heute so selbstverständlich und flächendeckend genutzte „Elektronische Post“.

Zu diesem Zeitpunkt war die ökonomische Bedeutung kaum einzuschätzen, nahezu unvorstellbar der Erfolg, mit dem sich die E-Mail inzwischen zu einem der wichtigsten

Kommunikationsmedien entwickelt hat. „Das CSNET sollte in erster Linie die Wissenschaftskommunikation erleichtern. Natürlich sahen wir in der Anbindung an ein internationales Netz ein enormes Potenzial. Mit so einem durchschlagenden Erfolg konnten wir damals aber nicht rechnen“, erinnert sich Rotert.

Das wichtigste Netz war in den frühen 80er Jahren jedoch nicht das CSNET, sondern das US-amerikanische Arpanet (Advanced Research Projects Agency Network), das als Vorläufer des heutigen Internets gilt. Dieses wurde zunächst ausschließlich zu Militärzwecken gebraucht. „Damit war das Arpanet für uns 1984 nicht zugänglich. Das CSNET dagegen war die preiswerte Variante fürs gemeine Volk. Deshalb haben wir einen Vertrag mit CSNET CIC geschlossen, die uns die Anbindung ans Netz ermöglichten“, erzählte Professor Rotert, der 2009 unter anderem als Vorstandsvorsitzender des Verbandes der deutschen Internetwirtschaft tätig war.

Zum genauen Zeitpunkt der Übermittlung gab es in der Vergangenheit Missverständnisse. Michael Rotert klärt auf: „Laura Breeden versendete die E-Mail am 2. August um 12:35 Uhr US-amerikanischer Zeit. Sie wurde an den Server CSNET-SH weitergeleitet und landete schließlich im so genannten CSNET-Relay, in dem die Mails zunächst gesammelt und später manuell abgeholt werden mussten. Deshalb haben wir die E-Mail in Karlsruhe erst am Folgetag um 10:14 Uhr erhalten.“

## **2.3 Veranstaltungshöhepunkte 2009**

### **Das Semesterkolloquium am 9. Februar 2009**

Im Rahmen des traditionellen Semesterkolloquiums der Fakultät für Informatik am 9. Februar 2009 berichtete Prof. Heinz Wörn als Dekan der Fakultät über die Höhepunkte des vergangenen Wintersemesters und die aktuellen Entwicklungen seit der Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge Informatik an der Fakultät.

Auszeichnungen für die besten Lehrveranstaltungen standen ebenso auf dem Programm wie die Verleihung des Preises des „Fördervereins Informatik“ für die beste Dissertation des Wintersemesters 2008/2009, der an Herrn Dr. rer. nat. Dominik Schultes für seine Dissertation zum Thema „Route Planning in Road Networks“ ging.

Ein Höhepunkt des Semesterkolloquiums war schließlich die Verleihung einer Honorarprofessur an Herrn Dr. Claus Becker von der Technologie Management Gruppe (TMG). Herr Becker, der an der Universität Karlsruhe (TH) Elektrotechnik studierte und 1978 promovierte, wurde bereits in den Jahren 2004, 2005 und 2007 von der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) für die beste Wahlvorlesung ausgezeichnet, was seine hervorragende Eignung zur universitären Lehre unterstreicht; und dessen darauf folgende Antrittsvorlesung „Projektmanagement – Erfahrung und Lehre“.

Einen weiteren Höhepunkt der Veranstaltung stellte außerdem die Auszeichnung der besten Lehrveranstaltungen des vergangenen Sommersemesters in Anerkennung eines besonderen Engagements in der Lehre dar.

**Für die besten Pflichtvorlesungen wurden ausgezeichnet:**

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Brinkschulte: „Echtzeitsysteme mit Übung“

Prof. Dr. rer. nat. Martina Zitterbart: „Kommunikation und Datenhaltung“

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

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

Dipl.-Inform. Martin Röhrich: Übungen zu „Kommunikation und Datenhaltung“

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

Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck: „Unscharfe Mengen“

Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck: „Lokalisierung mobiler Agenten“

Dr. rer. nat. Jörn Müller-Quade: „Kryptographische Protokolle“

Prof. Dr. rer. nat. Ralf Reussner: „Komponentenbasierte Software-Entwicklung“

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

**Als bestbeurteilte Übungen zu Wahlvorlesungen wurden gekürt:**

Dipl.-Inform. Ignaz Rutter: Übungen zu „Algorithmen für planare Graphen“

Dipl.-Inform. Marco Huber: Übungen zu „Lokalisierung mobiler Agenten“

Dipl.-Inform. Andreas Lochbihler, Dipl.-Inform. Daniel Wasserrab: Übungen zu „Fortgeschrittene Objektorientierung“

**Bestbeurteilte Praktika waren:**

„Roboterpraktikum“: Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann, Dipl.-Inform. Nikolaus Vahrenkamp, Dipl.-Inform. Martin Do

„Intelligente Sensor-Aktor-Systeme“: Dipl.-Inform. Marcus Baum, Dipl.-Inform. Peter Krauthausen, Dipl.-Inform. Vesa Klumpp, Dipl.-Ing. Antonia Pérez Arias, Dipl.-Inform. Kathrin Roberts

Der Preis des Fördervereins „Forschungszentrum Informatik“ für die beste Dissertation wurde von einem der Vorstände des Fördervereins, Herrn Oliver Winzenried, an Dr. rer. nat. Dominik Schultes übergeben. Er erhielt den mit 1500 Euro dotierten Preis, nachdem Prof. Rüdiger Dillmann die wissenschaftlichen Leistungen des Preisträgers gewürdigt hatte.

Auch für vier Studierende der Informatik war es eine besondere Veranstaltung, denn ihnen wurde für herausragende Leistungen im Vordiplom ein Industriestipendium verliehen, welches von den Firmen SAP, Agilent, dem FFI und IBM überreicht wurde. Die Stipendiaten Thanh Le Nguyen (SAP), David Münch (Agilent), Dennis Ewert (FFI) und Sven Bläse (IBM) können sich die nächsten drei Jahre über 525 Euro monatlich sowie wichtige Kontakte zur Industrie freuen.

Ein weiterer Preis wurde von Herrn Hartmut Sommer an Joachim Klaus, Geschäftsführer des Studienzentrums für Sehgeschädigte (SZS) der Universität Karlsruhe

(TH), verliehen. Es handelt sich um den „ECDL/ICDL Brigther Future Award 2007“ der Dienstleistungsgesellschaft für Informatik (DLGI). Klaus erhielt diese Auszeichnung für seinen Einsatz bei einem internationalen Jugendcamp, das sehgeschädigten Jugendlichen die Möglichkeit bot, sich über Computer und spezielle Hilfsmittel zu informieren.

Den Abschluss und letzten Höhepunkt des Semesterkolloquiums bildete die Antrittsvorlesung von Herrn Dr. jur. Christian Kirchberg. Er ist bereits seit dem Jahr 2000 Lehrbeauftragter am Institut für Informationsrecht für den Bereich Öffentliches Medien- und Kommunikationsrecht. Auf Vorschlag der Fakultät für Informatik, an der Herr Kirchberg im Studiengang Informationswirtschaft lehrt, wurde er im Februar 2007 zum Honorarprofessor ernannt.

Seine Vorlesung mit dem Titel „Inhaltskontrolle, Verantwortlichkeiten und Regulierung im Netz – Entwicklungen und Perspektiven“ stellte ins Zentrum, welch heterogenen und rechtsarmen Raum das Internet darstellt und wie wichtig es insbesondere für Juristen und Informatiker ist, sich für eine Disziplinierung des Internets einzusetzen. Den positiven Eigenschaften wie den Kommunikations- und Informationsmöglichkeiten stellte Herr Kirchberg die Schattenseiten in Form von Missachtung des Jugendschutzes, Kriminalität, Urheberrechtsverletzungen etc. gegenüber und bezeichnete das Internet als „Brutstätte des Lasters“. Anhand eines kurzen historischen Abrisses konnte Herr Kirchberg die bisherigen rechtlichen Errungenschaften für die allgemeinen Medien darstellen, die Übertragbarkeit auf das Internet gestaltet sich jedoch problematisch und erfordert neue gesetzliche Rahmenbedingungen. Ein Beispiel ist die schwierige Grenzziehung zwischen freier Meinungsäußerung und Schmähkritik, wie es unter anderem bei „www.meinprof.de“ oder ähnlichen Portalen zu finden ist. Ebenso bereitet die Altersverifikation große Probleme. Regulierung im Netz sei, um mit Fontane zu sprechen, „ein weites Feld“, so der Jurist Kirchberg und mache die Begrenztheit gesetzgeberischer Institutionen auf solche in der Entwicklung befindlichen Prozesse deutlich. Gerade weil die Entwicklungssprünge der Telemedien den Rechtsgrundsätzen immer voraus sein werden, ergebe sich daraus die Verpflichtung der Rechtsprechung, innovativ zu handeln.

### **Ein Forum für Spitztalente - Neu gegründetes Begabtenkolleg bildet gemeinsame Plattform für vier Stipendienprogramme**

Ein neues Instrument der Begabtenförderung wurde von der Fakultät für Informatik des KIT für Ihre Studierenden eingerichtet. Aktive und emeritierte Professoren der Fakultät für Informatik wollen damit ein Zeichen gegen den in der Industrie oft beklagten Fachkräftemangel setzen und gemeinsam mit Unternehmen junge Spitztalente unterstützen und fördern. Das Begabtenkolleg soll die bisherigen Stipendienprogramme der Fakultät für Informatik zusammenfassen. Am 9. Juli 2009 fand die feierliche Eröffnung statt.

„Uns geht es darum, selbständig denkende, hochkreative junge Menschen zu fördern, denn sie sind die Innovatoren von morgen“, so Professor Jörn Müller-Quade von der Fakultät für Informatik, der das Begabtenkolleg koordiniert. Das Kolleg soll den Stipendiaten zum einen materielle Unterstützung bieten, zum anderen aber auch Vorträge,

Exkursionen und Veranstaltungen. „Hier können die Stipendiaten Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft treffen und wertvolle Kontakte knüpfen. Dadurch erhalten sie Einblicke in Unternehmen und Forschungsinstitute und bekommen Orientierungshilfen für ihre künftige Karriere“, betont Müller-Quade. Die knapp 40 Stipendiaten der bisher bestehenden vier Programme in der Informatik wurden automatisch zu Mitgliedern des neuen Kollegs. Neben materieller Unterstützung aus den Stipendienprogrammen bietet das Begabtenkolleg den Studierenden Vorträge, Exkursionen und Veranstaltungen. Dies ermöglicht Kontaktaufnahmen zwischen den Stipendiaten im Begabtenkolleg und Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft. Die Zugehörigkeit zum Begabtenkolleg endet nicht mit Auslaufen der Förderung, sondern hat auch mittelfristig das Ziel, die Stipendiaten untereinander zu vernetzen und so die Kontakte zu den in Wissenschaft und Wirtschaft etablierten Mitgliedern des Begabtenkollegs zu verstärken.

Eines der bestehenden Programme, die nun im Begabtenkolleg zusammengefasst wurden, ist die von emeritierten Professoren errichtete und von Unternehmen erweiterte Begabtenstiftung Informatik Karlsruhe. Sie fördert aus ihren Erträgen Studierende aus höheren Semestern, die vor allem durch Eigeninitiative und innovative Projektvorschläge auffallen.

Der Horst-Wettstein-Stipendienfonds unterstützt hervorragende Master-Studierende und Doktoranden, die auf dem Gebiet der Betriebssysteme arbeiten.

Das Programm Karlsruher Informatik-Industrie-Studienstipendium (KIIS) als Initiative der aktiven Professoren richtet sich an besonders begabte Studienanfänger aus sozial schwächeren Familien. Dabei übernimmt ein Firmenmentor durch Patenschaft für einen Stipendiaten für zehn Semester die Studiengebühren.

Das Industrielle Stipendienprogramm der Fakultät Informatik und ihres Freundeskreises FFI ermöglicht es, Master-Studierenden, mittels eines Stipendiums mit einer Laufzeit von drei Jahren ihr Studium zügig abzuschließen.

### **IBM stiftet Rechnermodell an die Fakultät für Informatik**

In feierlichem Rahmen übergaben Vertreter des IT-Unternehmens am 6. Juli 2009 das Modell eines IBM z9-Großrechners an die Karlsruher Fakultät für Informatik. Beide Einrichtungen nahmen die Übergabe zum Anlass, ihre langjährige Kooperation in Forschung und Lehre zu würdigen.

Die Geschichte der Partnerschaft geht bis in die 80er-Jahre zurück. Im Rahmen des Projekts HECTOR unterstützte IBM die Fakultät damals bei ihrem Vorhaben, die gesamte Universität zu „informatisieren“. Ziel war es zum einen, die Wissenschaftler an ihren Arbeitsplätzen mit den damals noch immens teuren PC's zur Lehrunterstützung zu versorgen, zum anderen sollten diese miteinander zur „Wired University“ vernetzt werden. Im November 1983 bewarb der damalige Ministerpräsident Lothar Späth das Projekt, das mit einem Aufwand von 13 Millionen DM damals eines der größten Kooperationsprojekte zwischen Industrie und Universität in Deutschland war.

Die intensive Zusammenarbeit wirkt bis in die Gegenwart hinein: „Bis heute sind IBM

und die Fakultät für Informatik in Forschung und Lehre auf vielfältige Weise miteinander verbunden. Gerade bei der IBM System z konnten unsere Verfahren zur Leistungsanalyse für Software-Architekturen IBM-Forscher dabei unterstützen, die Firmware der Maschine noch leistungsfähiger zu machen. Über die Forschung hinausgehend sind neu konzipierte Vorlesungen und Seminare entstanden, bei denen Studierende tiefe Einblicke in die Konstruktion von IBM's Höchstzuverlässigkeitsrechnern bekommen. Wie die Forschungsk Kooperation ist auch diese Lehrkooperation eine klare Win-Win-Situation und macht das Böblinger IBM-Labor zu einem wertvollen Partner für uns“, so Professor Ralf Reussner, Prodekan der Fakultät für Informatik.

### **Einsatz für barrierefreien Campus – Leiter des SZS wurde verabschiedet**

Viel vor trotz Ruhestand: Joachim Klaus, langjähriger Leiter des Studienzentrums für Sehgeschädigte (SZS), will sich auch in Zukunft für blinde und sehgeschädigte Menschen engagieren. Eine Behinderung sollte weder Studium noch wissenschaftlicher Karriere im Wege stehen. Joachim Klaus, Leiter des Studienzentrums für Sehgeschädigte (SZS) und Beauftragter für die Belange Studieninteressierter und Studierender mit Behinderung, hat viele Jahre für das Ziel eines barrierefreien Campus gearbeitet.

Die Fakultät für Informatik verabschiedete Klaus am 17. Juli 2009 mit einem Festkolloquium in den Ruhestand. Rund 200 Gäste würdigten dabei neben seinem Einsatz für die Lösung individueller Probleme und der aktiven Forschungsarbeit für Sehgeschädigte auch seine weiteren Karriere-Stationen: Der frühere Gymnasiallehrer war 1970 an die Universität gekommen, um das Beratungs- und Informationszentrums (biz) – heute zib – aufzubauen, ab 1984 verantwortete er zusätzlich Konzeption und Leitung des Fernstudienzentrums Karlsruhe (FSZ). Mit pädagogischer Leidenschaft und Beharrlichkeit habe er, so Prorektor Norbert Henze, die Universität in den letzten 40 Jahren erfolgreich mitgestaltet.

### **Der Tag der Informatik am 24. Juli 2009**

Im ersten Grußwort der akademischen Feier ergriff Prof. Dr. Norbert Henze, Prorektor der Universität Karlsruhe (TH), das Wort. Zunächst sprach er über das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und bezeichnete dessen Gründung als „eine der größten Revolutionen der deutschen Wissenschaftsgesellschaft in den letzten Jahrzehnten, die viele Chancen für die Zukunft verspricht.“ Im Folgenden erinnerte Henze an die Erfindung fortschrittlicher Innovationen, wie den Buchdruck und die industrielle Revolution. Diese tief greifenden Ereignisse könne man mit dem Beginn des Computerzeitalters vergleichen. So sei die Informatik zweifellos die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts.

Harald Denecken, Erster Bürgermeister der Stadt Karlsruhe, betonte in seinem Grußwort den guten Ruf der Universität im In- und Ausland und würdigte diesen als „eine hervorragende Basis für den beruflichen Werdegang.“

Dr. Thomas Lindner, erster Vorsitzender des Freundeskreises der Fakultät für Informatik (FFI), vertrat die Auffassung, ein Informatiker müsse gut vernetzt sein. Da es aber lang-

weilig wäre, jedes Jahr bei der Verabschiedung der Absolventen die selbe Botschaft zu vermitteln, stand sein Vortrag ganz im Zeichen des Titels „How to be unplugged.“

Dazu sei es wichtig, Kontakte und Seminare zu vermeiden, Quantität über Qualität zu setzen, sich nicht aktiv an Netzwerken zu beteiligen, sich keine Karriereziele zu setzen und auch keine 25€ Mitgliedsbeitrag zu entrichten. Natürlich war dieser Vortrag mit einem Augenzwinkern gehalten.

Wieder in „vollem Ernst“ machte Lindner darauf aufmerksam, dass die Absolventen die Chance hatten, an der besten Informatikfakultät Deutschlands zu studieren. Für ihren weiteren Lebensweg wünschte er ihnen viel Erfolg.

Nach dem Semesterbericht des Dekans wurden zwei Stipendien vergeben. Das Horst-Wettstein-Stipendium wurde an Herrn Dipl.-Inform. Konrad Miller verliehen. Das Industrie-Stipendium 2009 der Firma Agilent Technologies ging an Herrn Florian Salah El Din.

Für die zwei besten Diplomarbeiten wurde der Preis des Fördervereins „Forschungszentrum Informatik“ vergeben. Die Laudatio hielt Herr Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, die Preise wurden durch Herrn Hans-Peter Schnurr, Mitglied des Vorstands des FZI-Fördervereins, verliehen. Ausgezeichnet wurden die Arbeiten „Analyse und Vergleich verifizierbarer Wahlverfahren“ von Herrn Dipl.-Inform. Michael Bär und „Development of a Power-Aware Rate Controller for the H.246 Video Encoder“ von Herrn Dipl.-Inform. Bastian Molkenhain.

Der von der Klaus Tschira Stiftung gestiftete Absolventenpreis für den besten Studienabschluss im Akademischen Jahr 2008/2009 an der Fakultät für Informatik ging an Herrn Dipl.-Inform. Robert Geisberger. In seiner Laudatio betonte Herr Prof. Dr. Jörn Müller-Quade die besondere Qualität seiner Diplomarbeit, die sich mit schneller Routenberechnung in Straßennetzwerken befasst. Das neue Verfahren ist hierbei mehrfach schneller als alle bisherigen Verfahren.

### **Auszeichnung der besten Lehrveranstaltungen des vergangenen Wintersemesters**

#### **Bestbeurteilte Vorlesung Informatik (Wahlpflicht):**

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Beckert: „Formale Systeme“

#### **Bestbeurteilte Vorlesung Informatik (Vertiefung):**

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

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

Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck, Dipl.-Inform. Peter Krauthausen: „Stochastische Informationsverarbeitung“

Dipl.-Inform. Wolfgang Hellriegel: „SW-Projekt Vertrieb“

#### **Bestbeurteilte Übung Informatik (Vordiplom):**

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

**Bestbeurteilte Übung Informatik (Wahlpflicht):**

Dipl.-Math. Reinhard Bauer, Dipl.-Inform. Marcus Krug: „Übungen zu Algorithmentechnik“

**Bestbeurteilte Übung Informatik (Vertiefung):**

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

**Bestbeurteilte Vorlesung Informationswirtschaft (Vordiplom/Bachelor):**

Prof. Dr. iur. Thomas Dreier: „Privatrechtliche Übung“

**Bestbeurteilte Vorlesung Informationswirtschaft (Hauptdiplom/Master):**

Dr. Alexander Hoff: „Arbeitsrecht I“

**Bestbeurteilte Praktika:**

„Softwaretechnik“: Dipl.-Inform. Sven Körner, Dipl.-Inform. Andreas Höfer  
 „Verteilte Datenhaltung“: Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm, Dipl.-Inform. Markus Bestehorn,  
 Dipl.-Inform. Thorben Burghardt, cand. inform. Stephan Kessler, cand. inform. Dan Dragan, cand. inform. Andreas Leppert, cand. inform. Sven Meisinger

**KIT gründet in Paris neues Deutsch-Französisches Zentrum für multilinguale Informationsverarbeitung**

Ein Team aus Computerwissenschaftlern, Linguisten, Soziologen und Ergonomen arbeitet seit Juli 2009 in Paris gemeinsam an der Entwicklung neuer Sprachtechnologien. Das neue Institut für Multilinguale und Multimediale Informationsverarbeitung (IMMI), das das Karlsruher Institut für Technologie unter starker Beteiligung der Fakultät für Informatik mit drei weiteren deutschen und französischen Partnern gegründet hat, richtet seinen Fokus auf neue Möglichkeiten der Übersetzung von Sprache und Text – für eine bessere Kommunikation zwischen den Kulturen.

Ein Telefongespräch unter verschiedensprachigen Partnern und jeder versteht den anderen in seiner eigenen Sprache. Ein Traum?

Diese Sprachverarbeitung und die maschinelle Übersetzung ist ein Ziel des IMMI, das die Generaldirektoren und Rektoren der beteiligten Einrichtungen im Herzen Europas, in dem mehr als 20 Sprachen in direkter Nachbarschaft gesprochen werden, eingeweiht haben.

Im IMMI werden die stärksten europäischen Forschungsgruppen die maschinelle Übersetzung von Text zu Text, Sprache zu Text sowie Sprache zu Sprache voranbringen. Daneben geht es auch um die Verarbeitung multilingualer Dokumente und die Einordnung multimedialer Dokumente.

„Kommunikation ist mit das Wichtigste im Leben eines jeden Menschen“, so Professor Alex Waibel vom Institut für Anthropomatik des KIT und stellvertretender Direktor des IMMI. „Unser heutiges Leben in einer globalisierten Welt stellt uns dabei laufend vor neue Herausforderungen. Daher brauchen wir innovative und individuelle Lösungen, um uns in unserer vernetzten Welt jederzeit verständigen zu können. Dazu wird das IMMI einen wichtigen Beitrag leisten.“

KIT-Präsident Professor Horst Hippler betonte bei der Einweihung, dass die multilinguale und multimediale Informationsverarbeitung unsere einzige Möglichkeit bleibe, die menschliche Kommunikationsfähigkeit zu unterstützen. „Wichtig ist dabei jedoch, auch die non-verbale Kommunikation besser verständlich zu machen“, so Hippler. Partner des IMMI sind neben der Universität Karlsruhe die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, sowie auf französischer Seite das nationale Zentrum der wissenschaftlichen Forschung (Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) und die Universität Süd Paris.

Die beteiligten Einrichtungen arbeiten bereits seit vielen Jahren erfolgreich miteinander. Gemeinsame internationale Großprojekte wie beispielsweise das Multimediaprogramm „Quaero“ führten letztlich zu der Gründung von IMMI. „Quaero“ mit einem Projektvolumen von 199 Millionen Euro ist ein deutsch-französisches Forschungsprogramm. Seine 25 Partner entwickeln darin völlig neuartige Lösungen für den Informationszugang zu einer praktisch unbegrenzten Menge multimedialer und mehrsprachiger Dokumente, die Text, Musik, Sprache, Bilder oder Video beinhalten können.

## **Intelligente Szenarien, neue Dienstleistungen: KIT-Schwerpunkt COMMputation verbindet Kommunikation und Computertechnologie**

Die Verbindung von Kommunikation und Computertechnologie verändert die Welt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie - insbesondere aus der Informatik - wollen diesen Fortschritt in einem neuen KIT-Schwerpunkt verstehen und mitgestalten. Und treten unter einem Namen an, der verdeutlicht, wie eng die Beziehung von Kommunikation und Computertechnologie ist, wie groß ihre Bedeutung: COMMputation.

Die Gründung wurde im Rahmen des Fakultätentags Informatik am 12. November 2009 gefeiert.

Bei der Gründungsveranstaltung stellte Sprecher Professor Hartmut Schmeck den KIT-Schwerpunkt COMMputation vor. Höhepunkte waren die Vorträge von Prabhakar Raghavan von den Yahoo! Labs und des Turing-Award Preisträgers Edmund Clarke von der Carnegie Mellon University in Pittsburgh.

Von zentraler Bedeutung für die COMMputation-Forschung ist der technologische Fortschritt, der die Welt tiefgreifend verändert: Der Mensch ist umgeben von einer wachsenden Anzahl intelligenter Geräte, die Objekte in seiner Nähe befähigen zu interagieren, ihr Umfeld wahrzunehmen und sich ständig auf neue Anforderungen einzustellen. Je intensiver sie miteinander und mit dem Menschen kommunizieren sollen, desto komplexer und zugleich transparenter, desto genauer und zugleich beherrschbarer müssen die Rechengänge sein, die im Hintergrund laufen. Dafür werden intelligente Lösungen benötigt – daran arbeiten die KIT-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler, indem sie ihre Kompetenz auf fünf Gebieten kombinieren: eOrganization and Service Engineering, Grid and Scientific Computing, Algorithm and Software Engineering, Communication Technology sowie Systems Engineering.

In zahlreichen größeren Forschungsprojekten entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Professor Schmeck Konzepte, IT-Architekturen, Methoden und Werkzeuge für ausgewählte Szenarien wie intelligente Häuser, intelligente Autos oder intelligente Marktplätze. „Die zukünftig stark vernetzten und anpassungsfähigen Systeme und Dienstleistungen müssen trotz ihrer Komplexität ein vertrauenswürdiges, robustes und effizientes Verhalten garantieren können“, so Schmeck.

## 2.4 Die Informatik-Kooperation Universität-Gymnasium

Das 1998 initiierte Projekt „Schüler studieren Informatik“ hat sich zu einer nicht mehr wegzudenkenden Konstante in der Kooperation Schule und Hochschule entwickelt und hat in den vergangenen Jahren bundesweit Nachahmer gefunden. Begabte und leistungsmotivierte Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 12 und 13 aus dem Großraum Karlsruhe können an Stelle eines 2stündigen Wahlkurses Informatik an ihrer Schule am KIT Informatikvorlesungen, zentrale Übungen, Tutorien und Rechnerübungen besuchen, Übungsblätter bearbeiten und an den Klausuren teilnehmen. Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und das Bestehen der Klausuren in „Programmieren“ und „Grundbegriffe der Informatik“ werden bei einem späteren Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe anerkannt und haben für die ehemaligen Teilnehmer an dem Projekt neben einem effizienten Einstieg in das Studium in aller Regel auch eine Verkürzung der Orientierungsphase im Studium zur Folge. Die Teilnehmer am Projekt schätzen die positiven Impulse, die die Teilnahme am Projekt ihrem Schülerdasein gibt. Sie fühlen sich motiviert, lernen schon früh selbstorganisiertes und selbstverantwortliches Lernen. Da das Studium neben dem Schulalltag die Freizeit der Jugendlichen stark einschränkt, ist ein vernünftiges Zeitmanagement eine wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Teilnahme am Projekt. Der „Blick über den Tellerrand“ und der „Einblick in das universitäre Leben“, so einer der Schülerstudenten, ermöglicht eine qualifizierte Studienwahl bzw. Bestätigung für ein späteres Informatikstudium. So beabsichtigt ein nicht unerheblicher Teil der Teilnehmer am Projekt nach dem Abitur am KIT Informatik zu studieren, andere entscheiden sich für Informationswirtschaft, Mathematik oder Physik.

## 2.5 Antrittsvorlesungen

### **Antrittsvorlesung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Gregor Snelting: „Sprachtechnologie heute - wozu?“, 20. April 2009**

Der Vortrag von Herrn Professor Snelting im April 2009 zeigte, warum Sprachtechnologie auch heute noch essentiell ist. Neue Konzepte wie »Invasive Programmierung« aber auch die Softwaretechnik kommen ohne Sprachtechnologie nicht aus. Professor Snelting demonstrierte dies am Beispiel der Software-Sicherheitsprüfung und der neuen SPP-Initiative »Zuverlässig sichere Software«. Da ständig neue Spezialprozessoren gebaut werden, wird man auch weiterhin nicht auf Compiler verzichten können. Der Vortrag schloss mit einem Ausblick auf das Lehrangebot und die strategischen Pläne des neuen Lehrstuhls »Programmierparadigmen«

## 2.6 Rufe und Berufungen

### Neues Mitglied des Lehrkörpers:

*Prof. Dr. Bernhard Beckert*

trat im November 2009 die Professur "Anwendungsorientierte Formale Verifikation" am Institut für Theoretische Informatik an.

*Juniorprof. Dr. Dennis Hofheinz*

ist seit Dezember 2009 Juniorprofessor für "Theoretische Informatik" am Institut für Kryptographie und Sicherheit.

*Prof. Dr. Jörn Müller-Quade*

hat seit April 2009 die Professur "Kryptographie und Sicherheit" inne und leitet das gleichnamige Institut.

*Prof. Dr. Mehdi B. Tahoori*

trat im Juni 2009 eine Professur im Bereich „Design and Computing in the Nano Era“ im Rahmen der Exzellenzinitiative an.

*Prof. Dr. J. Marius Zöllner*

ist seit Dezember 2009 Professor für "Angewandte technisch-kognitive Systeme für Mobilität & Fahrerassistenz" am Institut für Anthropomatik

*Prof. Dr. Rainer Stiefelhagen*

trat im Mai 2009 die Professur "Maschinensehen für Mensch-Maschine Interaktion" am Institut für Anthropomatik an

### Berufungen ehemaliger Fakultätsmitglieder im Berichtsjahr:

*Dr. rer. nat. Alexander Wolff*

auf einen Lehrstuhl für effiziente Algorithmen und wissensbasierte Systeme am Institut für Informatik an der Universität Würzburg (Ruf angenommen)

*Dr.-Ing. Raoul Zöllner*

auf eine Professur an der Hochschule Heilbronn (Ruf angenommen)

*Dr. Andreas Judt*

auf eine Professur an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Ravensburg (Ruf angenommen)

*Dr.-Ing. Markus Weinhardt*

auf eine Professur an der Hochschule Osnabrück (Ruf angenommen)

## 2.7 Ehrungen und Preise

### **Bundesverdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland**

für seine Verdienste um den Aufbau der Informatik und den Dialog zwischen den Ingenieur- und Kulturwissenschaften.

*Prof. em Dr. Detlef Schmid*

### **Klaus-Tschira-Preis für verständliche Wissenschaft**

■ Dissertation: "Route Planning in Road Networks"

*Dr. rer. nat. Dominik Schultes*

### **KIT-Doktorandenpreis**

■ Dissertation: "Route Planning in Road Networks"

*Dr. rer. nat. Dominik Schultes*

### **Silbernes Verdienstzeichen des Landes Oberösterreich**

Würdigung des langjährigen verdienstvollen Wirkens für blinde und sehbehinderte Menschen.

*Joachim Klaus, Geschäftsführer des Studienzentrums für Sehgeschädigte (SZS)*

### **Weltrekord im Sortieren größter Datenmengen**

Gewinner in zwei Kategorien des SortBenchmark (Indy Gray und Indy Minute)

*Prof. Dr. Peter Sanders, Dr. Mirko Rahn, Johannes Singler, Tim Kieritz*

### **Intel Leadership Award**

Preis als Anerkennung für die Führerschaft in Intels akademischer Gemeinschaft und für die Weiterentwicklung des parallelen Rechnens

*Prof. Dr. Tichy, Dr. Pankratius*

### **International IPv6 Application Contest 2009**

Auszeichnung einer Ideenskizze, die sich mit Möglichkeiten der Verwendung des neuen Internetstandards IPv6 in Peer-to-Peer-Netzen beschäftigt.

*Dr. Roland Bless, Dr. Oliver Waldhorst, Prof. Dr. Martina Zitterbart*

### **Fakultätslehrpreis des Karlsruher Instituts für Technologie**

Vorlesung "Formale Systeme"

*Prof. Dr. Bernhard Beckert*

### **Special Prize der SAT-Competition 2009 für den SAT-Solver „MiniSat 09z“**

"12. Intl. Conf. on Theory and Applications of Satisfiability Testing"

*Dr. rer. nat. Carsten Sinz*

**Absolventenpreis der Fakultät für Informatik**

bester Informatik-Absolvent des Studienjahres 2008/2009

*Dipl.-Inform. Robert Geisberger*

**Preis des Fördervereins "Forschungszentrum Informatik" für die beste Dissertation in Informatik 2009:**

- Thema: "Prozessorganisation in eingebetteten, ubiquitären Rechnersystemen"

*Dr.-Ing. Christian Decker*

**Preise des Fördervereins "Forschungszentrum Informatik" für eine hervorragende Diplomarbeit in Informatik 2009**

- Thema: „Analyse und Vergleich verifizierbarer Wahlverfahren“

*Dipl.-Inform. Michael Bär*

- Thema: „Development of a Power-Aware Rate Controller for the H.264 Video Encoder“

*Dipl.-Inform. Bastian Molkenhain*

**Preis des Fakultätentags Informatik für eine herausragende Diplomarbeit**

Thema der Diplomarbeit: "Clustering Dynamic Graphs with Guaranteed Quality"

*Tanja Hartmann*

**3. Preis der Umweltstiftung der Sparkasse Karlsruhe für eine Diplomarbeit**

- Thema der Diplomarbeit: "Räumliche und zeitliche Interpolationsverfahren zur Überwachung der Grundwasserqualität".

*Dipl.-Inform. Christian Hirsch*

**ObjektForum Förderpreis 2009**

Thema der Diplomarbeit: „Lösen großer Transportprobleme durch Parallelisierung auf Multikern-Systemen“

*Markus Hossner*

**Förderpreis „Beste Diplomarbeit“ der Gemeinnützigen Gesellschaft zur Förderung des Forschungsstransfers e. V. (GFFT e. V.)**

Thema der Diplomarbeit: „Performance Modeling of Storage Virtualization“

*Dipl.-Inform. Nikolaus Huber*

**"Preis der Stadt Karlsruhe" für eine Diplomarbeit**

"Multimodale Routenplanung"

*Thomas Pajor*

## **2. Platz auf der SenSys 2009 in der Kategorie "Demos"**

"Demo Abstract: Distributed Energy Measurements in Wireless Sensor Networks"

*Anton Hergenröder, Jens Horneber, Detlev Meier, Patrick Armbruster, Martina Zitterbart*

## **1. Preis beim KIT Ph.D. Symposium**

für ein Poster zum Thema "Exploiting Multi-Core Processors Using Algorithmic Libraries"

*Johannes Singler*

## **KuVS-Communication Software-Preis 2009**

Die GI/ITG Fachgruppe KuVS (Kommunikation und Verteilte Systeme) hat das am ITM entwickelte Overlay Framework OverSim mit dem "KuVS Communication Software"-Preis ausgezeichnet.

*ITM, Lehrstuhl Prof. Dr. Martina Zitterbart*

## **Best Paper Award**

"Combining Force and Visual Feedback for Physical Interaction Tasks in Humanoid Robots," In IEEE-RAS 9th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2009)

*S. Wieland, D. Gonzalez-Aguirre, N. Vahrenkamp, T. Asfour, R. Dillmann*

## **BIOSTEC - BIOSIGNALS 2008 best selected papers**

"Towards Speaker-Adaptive Speech Recognition based on Surface Electromyography"

*Prof. Dr. Tanja Schultz, Dipl.-Math. Michael Wand*

## **Best Paper Award**

"Practical Chosen Ciphertext Secure Encryption from Factoring" bei der Konferenz EUROCRYPT 2009

*Dr. Dennis Hofheinz*

## **ICCAD Best Paper Award**

"Thermal-Aware Agent-Based Power Economy for Multi/Many Core Architectures" bei The International Conference on Computer-Aided Design

*T. Ebi, M. A. Al Faruque and J. Henkel*

## **Best-Paper-Award auf der Konferenz "QoSA 2009" (Quality of Software Architectures)**

Paper: "Improved Feedback for Architectural Performance Prediction using Software Cartography Visualizations"

*Klaus Krogmann, Prof. Dr. Ralf Reussner*

### **Best-Selected-Paper auf der International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing**

für eine Publikation zum Thema "Silent Speech Interfaces" in Porto, Januar 2009

*Prof. Dr. Tanja Schultz, Nikolaus Huber*

## **2.8 Habilitationen und Promotionen**

### **Habilitation 2009**

*Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

„Visuelle Perzeption von Menschen für Mensch-Maschine Interaktionen“

Referent: Prof. Dr. Alexander Waibel

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Sagerer

Habilitation am: 02. Februar 2009

*Dr.-Ing. Roland Bless*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik (ITM), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

„Integrierte Entwicklung von Kontrollmechanismen für heterogene Kommunikationsnetze der Zukunft“

Referent: Prof. Dr. Martina Zitterbart

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer

Habilitation am: 04. Mai 2009

### **Promotionen 2009**

*Dr.-Ing. Mohammad Abdullah Al Faruque*

„Runtime Adaptive System-on-Chip Communication Architecture“

Referent: Prof. Dr. J. Henkel

Korreferent: Prof. Dr. T. Becker

*Dr.-Ing. Lars Bauer*

„RISPP: A Run-time Adaptive Reconfigurable Embedded Processor“

Referent: Prof. Dr. J. Henkel

Korreferent: Prof. Dr. J. Becker

*Dr.-Ing. Keni Bernadin*

„Multimodal Probabilistic Person Tracking and Identification in Smart Spaces“

Referent: Prof. Dr. A. Waibel  
Korreferent: Prof. Dr. R. Stiefelhagen

*Dr.-Ing. Frederik Beutler*

„Probabilistische modellbasierte Signalverarbeitung zur instantanen Lageschätzung“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck  
Korreferent: Prof. Dr. D. Fränken

*Dr.-Ing. Clemens Birkenhofer*

„Adaptive Steuerung eines mehrsegmentigen Inspektionsroboters“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann  
Korreferent: Prof. Dr. K. Müller-Glaser

*Dr.-Ing. Mohammad Bonny*

„Huffman-based Code Compression Techniques for Embedded Systems“

Referent: Prof. Dr. J. Henkel  
Korreferent: Prof. Dr. W. Adi

*Dr.-Ing. Matteo Ciucci*

„Intraoperative Endoscopic Augmented Reality in Third Ventriculostomy“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn  
Korreferent: Prof. Dr. C. Wirtz

*Dr.-Ing. Michael Conrad*

„Verfahren und Protokolle für sicheren Rechtsverkehr auf dezentralen und spontanen elektronischen Märkten“

Referent: Prof. Dr. M. Zitterbart  
Korreferent: Prof. Dr. T. Dreier

*Dr.-Ing. Christian Decker*

„Prozessorganisation in eingebetteten, ubiquitären Rechnersystemen“

Referent: Prof. Dr. W. Juling  
Korreferent: Prof. Dr. M. Beigl

*Dr.-Ing. Marc Peter Deisenroth*

„Efficient Reinforcement Learning using Gaussian Processes“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck  
Korreferent: Dr. C. E. Rasmussen

*Dr. rer. nat. Daniel Delling*

„Engineering and Augmenting Route Planning Algorithms“

Referent: Prof. Dr. D. Wagner

Korreferent: Prof. Dr. R. Möhring

*Dr.-Ing. Alessandro De Mauro*

„Microscope Embedded Neurosurgical Training and Intraoperative System“

Referent: Prof. Dr. H. Wörnl

Korreferent: Prof. Dr. C. Wirtz

*Dr.-Ing. Hazim Kemal Ekenel*

„A Robust Face Recognition Algorithm for Real-World Applications“

Referent: Prof. Dr. A. Waibel

Korreferent: Prof. Dr. J. Kittler

*Dr.-Ing. Christian Engel*

„Deductive Verification of Safety-Critical Java Programs“

Referent: Prof. Dr. P. Schmitt

Korreferent: Prof. Dr. B. Thomson

*Dr.-Ing. Patrick Freudenstein*

„Web Engineering for Workflow-based Applications: Models, Systems and Methodologies“

Referent: Prof. Dr. W. Juling

Korreferent: Prof. Dr. H. Schmeck

*Dr.-Ing. Dominik Fritz*

„Zeitabhängige, multimodale Modellierung und Analyse von Herzdaten“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. J. Beyerer

*Dr.-Ing. Christian Hammer*

„Information Flow Control for Java - A Comprehensive Approach Based on Path Conditions in Dependence Graphs“

Referent: Prof. Dr. G. Snelting

Korreferent: Prof. Dr. S. Glesner

*Dr.-Ing. Dilana Hazer*

„Automated Patient-Specific Modeling of Blood Flow and Vessel Wall Mechanics in Aortic Pathology“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. Richter

*Dr.-Ing. Hartwig Holzapfel*

„Acquiring and Maintaining Knowledge by Natural Multimodal Dialog“

Referent: Prof. Dr. A. Waibel  
Korreferent: Prof. Dr. R. Carlson

*Dr.-Ing. Marco Huber*

„Probabilistic Framework for Sensor Management“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck  
Korreferent: Prof. Dr. W. Koch

*Dr.-Ing. Lüder Kahrs*

„Bildverarbeitungsunterstützte Laserknochenablation am humanen Felsenbein“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn  
Korreferent: Prof. Dr. Schipper

*Dr.-Ing. Benedikt Kaiser*

Bildverarbeitung für ein generisches Entladesystem“

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

*Dr. rer. nat. Bastian Katz*

„Positioning and Scheduling in Wireless Sensor Networks – Models, Complexity, and Scalable Algorithms“

Referent: Prof. Dr. D. Wagner  
Korreferent: Prof. Dr. S. Fakete

*Dr.-Ing. Moritz Killat*

„The Impact of Inter-vehicle Communication on Vehicular Traffic“

Referent: Prof. Dr. H. Hartenstein  
Korreferent: Prof. Dr. C. Bettstetter

*Dr.-Ing. Volker Kuttruff*

„Realisierung von Softwareproduktlinien durch Komposition von Belangimplementierungen“

Referent: Prof. em. Dr. Goos  
Korreferent: Prof. Dr. R. Reussner

*Dr.-Ing. Stefan Link*

„Benutzerinteraktion in dienstorientierten Architekturen“

Referent: Prof. Dr. S. Abeck  
Korreferent: Prof. Dr. W. Juling

*Dr.-Ing. Lena Maier-Hein*

„Motion compensation and computer guidance for percutaneous abdominal interventions“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. H. Meinzer

*Dr.-Ing. Christof Momm*

„Modellgetriebene Entwicklung überwachter Webservice-Kompositionen“

Referent: Prof. Dr. S. Abeck

Korreferent: Prof. Dr. R. Reussner

*Dr.-Ing. Jens Nimis*

„Eine Referenzarchitektur für zuverlässige Multiagentensysteme“

Referent: Prof. em. Dr. Lockemann

Korreferent: Prof. Dr. R. Reussner

*Dr. rer. nat. Martin Nöllenburg*

„Network Visualization: Algorithms, Applications, and Complexity“

Referent: PD Dr. . Wolff

Korreferentin: Prof. Dr. D. Wagner

*Dr.-Ing. Alexander Paar*

„Zhi# – Programming Language Inherent Support for Ontologies“

Referent: Prof. Dr. W. Tichy

Korreferent: Prof. Dr. P. Schmitt

*Dr.-Ing. Hendrik Post*

„Verifikation von systemnaher Software mittels Bounded Model Checking“

Referent: Dr. C. Sinz

Korreferent: Prof. Dr. W. Küchlin

*Dr.-Ing. Matthias Riechmann*

„Ein Modell zur Entwicklung neuartiger chirurgischer Eingriffe am Beispiel der Minimal Traumatiscen Chirurgie“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. med. J. Schipper

*Dr.-Ing. Kathrin Roberts*

„Modellbasierte Herzbewegungsschätzung für robotergestützte Interventionen“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck

Korreferent: Prof. Dr. med. Szabó

*Dr.-Ing. Patrick Rößler*

„Telepräsenste Bewegung und haptische Interaktionen in ausgedehnten entfernten Umgebungen“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck

Korreferent: Prof. Dr. H. Wörn

*Dr.-Ing. Kirill Safronov*

„Auswertung von 2D und 3D unstrukturierten Daten für die Objekt- und Lageerkennung“

Referent: Prof. Dr. H. Wörn

Korreferent: Prof. Dr. J. Beyerer

*Dr.-Ing. Felix Sawo*

„Nonlinear State and Parameter Estimation of Spatially Distributed Systems“

Referent: Prof. Dr. U. Hanebeck

Korreferent: Prof. Dr. C. Henderson

*Dr.-Ing. Andreas Schmidt*

„Situationsbewusste Informationsdienste für das arbeitsbegleitende Lernen“

Referent: Prof. em. Dr. Lockemann

Korreferent: Prof. Dr. J. Magenheimer

*Dr.-Ing. Joachim Schröder*

„Adaptive Verhaltensentscheidung und Bahnplanung für kognitive Automobile“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. G. Färber

*Dr.-Ing. Luciana Moreira Sá de Souza*

„Wireless Sensor Network Pattern Based Fault Isolation in Industrial Applications“

Referent: Prof. Dr. W. Juling

Korreferent: Prof. Dr. C. Becker

*Dr.-Ing. Stefanie Speidel*

„Analyse endoskopischer Bildsequenzen für ein laparoskopisches Assistenzsystem“

Referent: Prof. Dr. R. Dillmann

Korreferent: Prof. Dr. med C. Gutt

*Dr.-Ing. Sebastian Stüker*

„Acoustic Modelling for Under-Resourced Languages“

Referent: Prof. Dr. A. Waibel

Korreferent: Prof. Dr. T. Schultz

*Dr. rer. nat. Frank Werner*

„Applied Formal Methods in Wireless Sensor Networks“

Referent: Prof. Dr. P. Schmitt

Korreferent: Prof. Dr. F. Freiling

*Dr.-Ing. Christian von der Weth*

„Individuelle datenbankgestützte Reputationsberechnung in Virtuellen Gemeinschaften“

Referent: Prof. Dr. K. Böhm

Korreferent: Prof. Dr. S. Tai

*Dr.-Ing. Matthias Wölfel*

„Robust Automatic Transcription of Lectures“

Referent: Prof. Dr. A. Waibel

Korreferent: Prof. Dr. S. Nakamura



# **Einrichtungen der Fakultät**

## **Institute und ihre Forschungsvorhaben**

## 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.

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

### Kontakt

Prof. Dr. F. Bellosa  
Tel. 608-44053  
bellosa@kit.edu

Prof. Dr. H. Prautzsch  
Tel. 608-44382  
prautzsch@kit.edu

Forschungsbereich

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

Leiter:	Prof. Dr. F. Bellosa
Sekretärin:	A. Engelhart
Akadem. Mitarbeiter:	S. Kellner (F), P. Kupferschmied (F), G. Liefänder (bis 31.12.2009), Dr. A. Merkel, R. Neider, Dr. J. Stöß
Programmierer:	J. McCuller, H. Zoller
Techn. Mitarbeiter:	R. Dosch
Stipendiat:	K. J. Miller (ab 01.07.2009)

**Hardware/OS-Codesign***(R. Neider)*

Die Implementierung von Betriebssystemen besteht unter anderem darin, eine Menge von vorab entworfenen Betriebssystemdiensten (z. B. nebenläufige Aktivitäten pro Prozessor oder virtueller Speicher) unter Verwendung der Hardware-Schnittstelle der Zielplattform möglichst effizient umzusetzen. In vielen Fällen ist die angebotene Hardware-Schnittstelle jedoch nicht ausreichend mächtig, um die Anforderungen effizient und exakt umsetzen zu können: Soll z. B. virtueller Speicher mit least frequently used als Seitenersetzungsstrategie angeboten werden, sind Zugriffszähler pro Speicherseite nötig - die meisten Hardwareplattformen bieten jedoch nur ein referenced Bit (1-Bit Zähler) pro Seite an. In solchen Fällen implementieren heutige Betriebssysteme Approximationen des gewünschten Verhaltens - was die Komplexität der Betriebssystemalgorithmen erhöht und die Leistungsfähigkeit einschränkt (z. B. weil periodisch alle referenzierten Seiten aufwändig in Software ermittelt werden müssen). Da die Hardware nicht angepasst werden kann, ist der direkte Vergleich der gewünschten Implementierung mit der Approximation nicht möglich, ihr Overhead also kaum abschätzbar.

Die am Lehrstuhl entwickelte OpenProcessor-Plattform ermöglicht es jetzt unter Verwendung (re)konfigurierbarer Hardware, diese Probleme zu lösen, indem die Hardware-Schnittstelle anpassbar wird. Die Plattform besteht aus einem System-on-Chip (SoC), das einen RISC-Prozessor über ein Bussystem mit diversen Kontrollmodulen für Ein-/Ausgabegeräte (RS-232, Ethernet, LCD), DDR SDRAM, Flash und FeRAM verbindet. Das gesamte System ist in Verilog implementiert und kann für eine FPGA-Entwicklungsplatine als Test- und Demonstrationsplattform synthetisiert werden. Sowohl der Prozessor-Befehlssatz als auch Verhalten, Art und Anzahl der Kontrollmodule und die Art des Verbindungsnetzwerks können dabei (offline) angepasst werden.

Für die OpenProcessor-Plattform existiert ein mikrokernbasiertes Multiserver-Betriebssystem, mit dessen Hilfe sinnvolle Modifikationen an der Hardware-Basis analysiert und evaluiert werden können. Abgeschlossene Arbeiten haben in Echtzeit Speicherzugriffsstatistiken ermittelt und somit least frequently used Seitenersetzung mit

minimalem Software-Aufwand ermöglicht.

Aktuelle Forschungsarbeiten untersuchen die Einführung von Registerbänken, um den jeweiligen Prozessorzustand der am häufigsten aktiven Threads nicht im Hauptspeicher, sondern in dedizierten Registerbänken halten zu können. Weiterhin werden Befehlssatzerweiterungen untersucht, die die (nahezu) seiteneffektfreie Leistungsanalyse von ausgewählten Programmabschnitten durch hardware-seitige Protokollierung von Kennzahlen wie z. B. der Anzahl der Cache-Misses und der (befehls- oder datenabhängigen) Wartezyklen in der Pipeline unterstützen sollen.

## **L4Ka**

*(P. Kupferschmied, 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 Mikrokerntechnologie auf FPGA-Prozessoren untersucht. Das L4Ka-Projekt definiert derzeit den Stand der Mikrokerntechnologie in der Welt.

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

## **Power Management**

*(F. Bellosa, A. Merkel)*

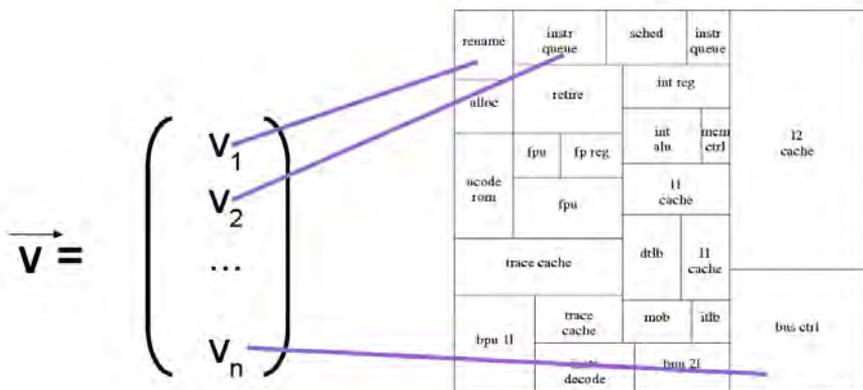
### **Task-Aktivitätsvektoren: Eine neue Metrik für temperaturgewahres und energieeffizientes Einplanen**

In den vergangenen Jahrzehnten kam es zu einem ständigen Anstieg der Integrationsdichte und der Leistungsaufnahme von Mikroprozessoren. Dies führte zu einer Reihe von Problemen, mit denen wir uns heute konfrontiert sehen: Aufgrund der gestiegenen Leistungsaufnahme pro Fläche muss beträchtlicher Aufwand betrieben werden, um ein Überhitzen des Prozessors zu verhindern. Thermische Probleme, aber auch steigende Energiekosten sowie die zunehmende Verbreitung von mobilen Systemen mit begrenztem Energievorrat führen dazu, dass Energieeffizienz im Bereich der Mikroprozessoren zunehmend an Bedeutung gewinnt. Auch finden wir in zunehmendem Maße expliziten Parallelismus in Form mehrerer Ausführungseinheiten auf einem Chip. Damit verbunden

sind Abhängigkeiten zwischen den Ausführungseinheiten, die zum Beispiel durch gemeinsam genutzte Ressourcen oder gemeinsame Energieverwaltung entstehen.

Alle drei Aspekte - Temperatur, Energieeffizienz und Abhängigkeiten zwischen Ausführungseinheiten - weisen einen starken Bezug zur vom Prozessor ausgeführten Anwendung (Task) auf. Die Charakteristiken der ausgeführten Anwendungen bestimmen, wo auf dem Chip Wärme freigesetzt wird, wie effizient Maßnahmen zur Energieverwaltung (Skalieren der Frequenz) sind und in welchem Maße sich Ausführungseinheiten durch die nebenläufige Nutzung gemeinsamer Ressourcen (zum Beispiel des Speicherbusses) gegenseitig beeinflussen. Aus diesem Grunde fällt dem Ablaufplaner als der Komponente eines Betriebssystems, die entscheidet, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Kombination welche Anwendungen ausgeführt werden, eine zentrale Rolle im Hinblick auf die oben genannten Probleme zu.

Am Lehrstuhl wurde das Konzept der Task-Aktivitätsvektoren zur Charakterisierung von Anwendungen entwickelt. Ein Aktivitätsvektor ist Teil des Laufzeitkontextes einer Anwendung und charakterisiert die Anwendung über die von ihr verursachte Ressourcennutzung. Dabei entspricht jede Komponente des Vektors einer bestimmten Ressource und nimmt Werte entsprechend des Nutzungsgrades der Ressource an. Diese durch die Aktivitätsvektoren bereitgestellten Informationen lassen sich nutzen, um durch geschicktes Einplanen von Anwendungen eine ausgeglichene Temperaturverteilung auf dem Chip bzw. eine Verringerung der Konkurrenz um gemeinsam genutzte Ressourcen - und damit höhere Performanz und gleichzeitig bessere Energieeffizienz - zu erreichen. Zur Vermeidung von Hotspots, besonders heißen Stellen auf dem Chip, plant die entsprechende Strategie Anwendungen nacheinander ein, die jeweils verschiedene funktionale Einheiten des Prozessors nutzen. So tritt an keiner Stelle des Prozessors permanente Aktivität auf und die den funktionalen Einheiten entsprechenden Schaltkreise können in



Task-Aktivitätsvektoren charakterisieren Anwendungen über die von ihnen benutzten Prozessorressourcen

den Perioden der Inaktivität abkühlen.

Zur energieeffizienten Nutzung gemeinsamer Ressourcen plant die entsprechende Strategie Anwendungen dergestalt auf verschiedenen Ausführungseinheiten (d.h. Prozessorkernen oder Hardware-Kontrollfäden) ein, dass gleichzeitig ausgeführte Anwendungen verschiedene Ressourcen nutzen. So kann vermieden werden, dass Ausführungseinheiten auf die Freigabe einer schon belegten Ressource warten und Energie umsetzen, ohne dass die ausgeführte Anwendung Fortschritt machte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Charakterisierung von Anwendungen über ihre Nutzung von Prozessorressourcen eine wertvolle Information darstellt, deren Berücksichtigung es entsprechenden Einplanstrategien erlaubt, die auf heutigen Prozessoren auftretenden Probleme der Temperatur, Energieeffizienz und der Konkurrenz um gemeinsame Ressourcen abzumildern.

### **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. Sensorknoten sind im Gegensatz zu traditionellen verteilten Systemen jedoch starken Ressourcenbeschränkungen unterworfen, was insbesondere die Energieversorgung betrifft.

Das Teilprojekt von Prof. Bellosa im BW-FIT Projekt ZeUS, das sich mit Mechanismen zur Energieverwaltung in Sensornetzen befasste, konnte 2009 erfolgreich abgeschlossen werden.

Eine Architektur von Energiecontainern für das auf der MICAz Plattform verwendete Betriebssystem TinyOS wurde entworfen und implementiert. Basis dafür bildet ein Energiemodell der Hardware, das zur Laufzeit ausgewertet wird und somit eine Abschätzung des Energieverbrauchs ermöglicht.

In Energiecontainern wird der geschätzte Energieverbrauch der Hardware zur Durchführung einer bestimmten Aufgabe erfasst. Die Aufgabe, die von relativ feingranularen Aktionen wie dem Auslesen eines Sensors bis hin zu einer kompletten Anfrageverarbeitung reichen kann, wird dabei von der Anwendung vorgegeben. Um den Instrumentierungsaufwand der Anwendung klein zu halten, wurde die Programmierschnittstelle so gestaltet, dass nur der Verarbeitungswechsel zwischen Aufgaben von der Anwendung bezeichnet werden muss.

Da TinyOS, wie andere Betriebssysteme in den Bereichen Sensornetze und eingebettete Systeme, einer Anwendung keine Prozessorabstraktion zur Verfügung stellen muss, ist es vor allem der Erhalt dieser Verbindung zwischen Container und den für die damit verbundene Aufgabe ausgeführten Aktionen auf der Hardware, die von Interesse ist. Hierfür wurden zentrale TinyOS Komponenten erweitert, um diese Verbindungsinformation über diverse Arten von Kontrollflussunterbrechungen zu erhalten.

Eine Evaluierung der Energiecontainer durch eine damit instrumentierte TinyDB Anwendung, in der der Energieverbrauch der Plattform auf die darauf laufenden Anfragen aufgeteilt wurde, zeigte unter anderem eine verhältnismäßige Aufteilung des Energieverbrauchs und einen kaum messbaren zusätzlichen Energieverbrauch.

### **Verbesserung der Zerlegung von Betriebssystemen mittels Mikrokernel-Design**

*(S. Reichelt, J. Stöß)*

Multiserver-Betriebssysteme stellen sich oftmals als wesentlich komplexer heraus als entsprechende monolithische Systeme. Dieser Komplexitätszuwachs steigt überproportional mit der Anzahl der Server und beschränkt damit die erreichbare Granularität. Ein ausschlaggebender Faktor ist das Programmiermodell, welches alle Mikrokerne den auf ihnen laufenden Servern explizit oder implizit auferlegen.

Im Rahmen der Arbeiten im Bereich Mikrokerne wurde analysiert, wie feingranulare Zerlegung möglich ist, indem man ein geeignetes Server-Programmiermodell definiert, welches die benötigte Menge an "Glue-Code" minimiert. Der Schlüssel zu diesem Ansatz ist unsere Definition von Servern als leichtgewichtige, universelle Komponenten, welche statt "Glue-Code" zusätzliche Informationen zur Beschreibung ihrer Rolle und Interaktion beinhalten. In der Arbeit wurde ein prototypisches Multiserver-Betriebssystem entwickelt, mit dem Ziel zu untersuchen, in wie weit das Modell die Zerlegung von Betriebssystemen verbessert. Die Ergebnisse sind weitgehend positiv: Das Programmiermodell hat sich für verschiedene Typen von Systemkomponenten bewährt. Die Komponenten unseres Systems sind so feingranular, wie es technisch möglich bzw. sinnvoll ist. Obgleich eine direkte Übersetzung existierender Schnittstellen in unser Programmiermodell gegebenenfalls problematisch ist, ist die Wiederbenutzung von existierendem Code praktikabel, wenn dieser an unsere eigenen Schnittstellen angepasst wird. Jedoch ist noch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit nötig. Technologie und Ergebnisse wurden im Oktober 2009 auf dem 5th ACM SIGOPS Workshop on Programming Languages and Operating Systems (PLOS'09), Big Sky, MT, USA präsentiert.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

**Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

**Bellosa, F.; Kupferschmid, P.; Stoess, J.:**  
NUMA-aware User-Level Memory  
Management for Microkernel-Based Operating  
Systems. In: Poster/WiP session of the 4th  
ACM SIGOPS EuroSys Conference.  
EuroSys'09, Nürnberg, Deutschland, 01.-  
03.04.2009

**Bellosa, F.; Reichelt, S., Stoess, J.:** A  
Microkernel API for Fine-Grained  
Decomposition. In: Proceedings of the 5th  
Workshop on Programming Languages and  
Operating Systems. PLOS 2009, Big Sky,  
Montana, USA, 11.10.2009. S. 1-5

## Forschungsbereich

**Angewandte Geometrie  
und Computergrafik**
**Institut für Betriebs- und Dialogsysteme**

Leiter:	Prof. Dr. H. Prautzsch
Sekretärin:	D. Kheil (ab 01.02.2009), G. Szameitat (bis 31.01.2009)
Akadem. Mitarbeiter:	D. Bayer (F), Q. Chen (F), R. Dizioi (F)
Lehrbeauftragter:	Dr. J. Bender

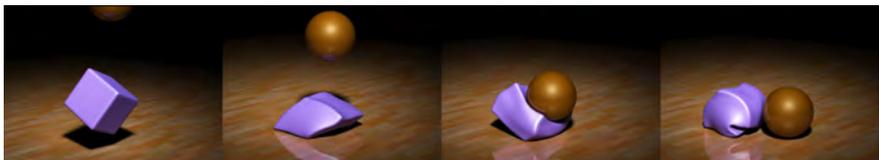
**Simulation deformierbarer Körper**

(R. Dizioi)

In diesem Projekt werden Verfahren entwickelt, mit denen die Verformung von Körpern unter der Einwirkung von Kräften simuliert werden kann. Körper werden dabei durch Tetraedermodelle beschrieben. Zusätzliche Zwangsbedingungen sorgen für den Erhalt des Volumens bei Verformungen. Durch eine geschickte Formulierung der Zwangsbedingung für das Volumen gelang es, Volumenveränderungen während der Deformation auf wenige Prozent zu begrenzen. Weil dabei auf eine iterative Berechnung verzichtet werden konnte, können deformierbare Körper ohne sichtbaren Volumenverlust in Echtzeit simuliert werden. Zusätzlich wurde im Bereich der Flüssigkeitssimulation gearbeitet. Durch die numerische Integration der inkompressiblen Eulergleichungen können Flüssigkeiten effizient animiert und visualisiert werden.



Ausschnitte aus einer Flüssigkeitssimulation



Ein deformierbarer Würfel kollidiert mit einer schweren Kugel



Volumen erhaltende Deformation des Armadillo-Modells



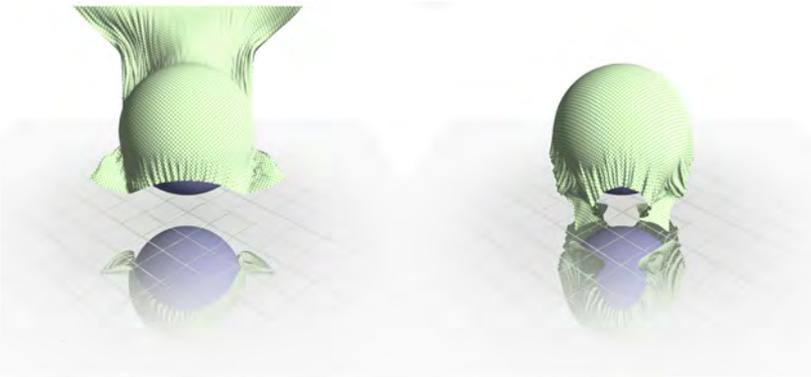
Eine Platte mit plastischer Deformation

### Erforschung der impulsbasierten Dynamiksimulation (DFG-Projekt)

(D. Bayer, J. Bender, R. Dziol, A. Schmitt)

Die vom Institut für Betriebs- und Dialogsysteme entwickelte impulsbasierte Dynamiksimulation wurde in den letzten Jahren erfolgreich zur Simulation gelenkgekoppelter Starrkörpersysteme eingesetzt. Diese Arbeit wird im Rahmen eines DFG-Projektes fortgesetzt, um unter anderem die Anwendbarkeit des Verfahrens auf verformbare Körper zu untersuchen.

Seit 2007 wird das Verfahren für die Simulation zweidimensionaler deformierbarer Körper wie z.B. Textilien eingesetzt. Die dynamische Simulation solcher komplexer Systeme stellt große Anforderungen an die Rechenleistung. Insbesondere bei der Simulation verformbarer Körper hängt die Qualität der Simulation und somit auch die Komplexität von



Echtzeitsimulationen eines Tuchs bestehend aus 65536 Partikeln und mehr als 130000 Distanz Gelenken mithilfe der Grafikkarte

der Anzahl der Partikel ab, mit denen die Körper beschrieben werden.

Im Rahmen des DFG-Projektes wird daher untersucht wie solche Szenen durch die impulsbasierte Dynamiksimulation effizient berechnet werden können. Dazu wurde bereits im vorigen Jahr ein Verfahren vorgestellt, welches Textilien optimiert und parallel auf mehreren Prozessor Kernen berechnet.

Im Berichtszeitraum wurde diese Forschung erfolgreich fortgeführt und unter anderem ein Verfahren vorgestellt welches die Simulation auf der Grafikkarte berechnet. Außerdem wurden weitere Möglichkeiten der Optimierung des CPU-basierten Verfahrens erforscht und vorgestellt.

### Unterteilungsalgorithmen

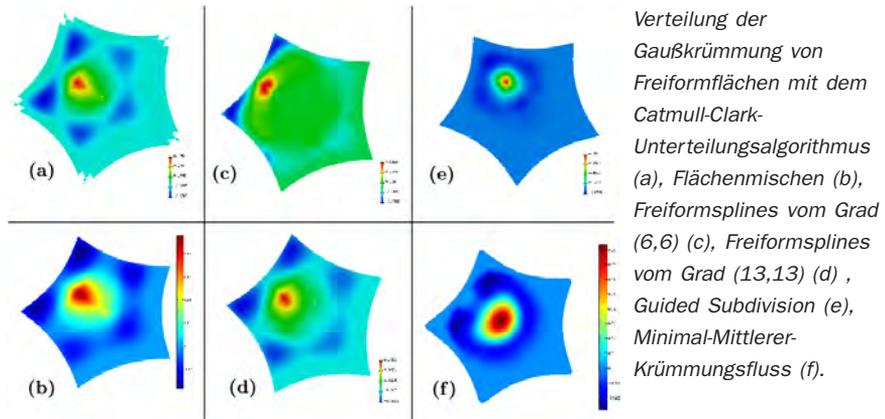
(Q. Chen, H. Prautzsch)

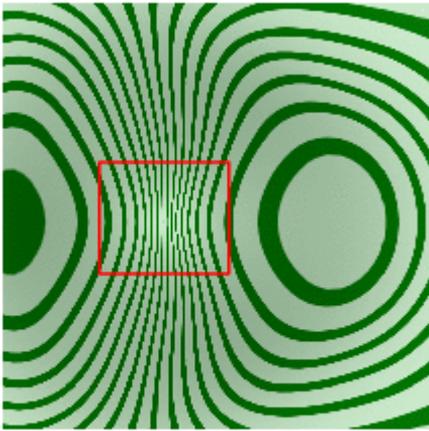
In den vergangenen Jahren sind geometrische Methoden entwickelt worden, um Mittelpunktsunterteilungsf lächen zu analysieren. Diese Methoden wurden verallgemeinert und auf weitere Klassen von Unterteilungsalgorithmen für Vierecks- und Dreiecksnetze angewendet. Insbesondere wurde eine größere Klasse von Mittelungsalgorithmen untersucht und deren C1-Eigenschaften gezeigt. Die untersuchte Klasse enthält u.a. auch das bekannte Kantenmittelungsschema (simplest subdivision scheme).

### Zur Qualität glatter Freiformflächen

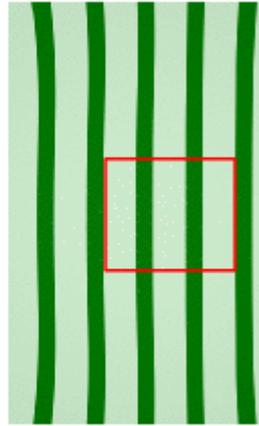
(Q. Chen, H. Prautzsch)

Ein grundlegendes Thema in der Computergraphik ist die Konstruktion von Freiformflächen beliebiger Topologie. In den letzten 20 Jahren sind viele Konstruktionsverfahren für glatte Freiformflächen entwickelt worden. Die wichtigsten dieser Konstruktionsverfahren von Gk-Freiformflächen ( $k = 1, 2$ ) wurden in Experimentalreihen miteinander u.a. anhand ihrer Krümmungsverteilung und Glanzlichtkurven (highlight-lines) verglichen. Dabei lieferte das sogenannte guided subdivision die besten Ergebnisse.





(a)



(c)

Glanzlichtlinien von Freiformflächen mit dem Catmull-Clark-Unterteilungsalgorithmus (a), Flächenmischen (b), Freiformsplines vom Grad (6,6) (c), Freiformsplines vom Grad (13,13) (d) , Guided Subdivision (e), Minimal-Mittlerer-Krümmungsfluss (f).

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

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

**Bayer, D.; Bender, J.; Diziol, R.:** Impulse-based dynamic simulation on the GPU. In: IADIS Proceedings. Hrsg.: IADIS. Computer Graphics and Visualization (CGV 2009) - IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems, Algarve (Portugal), Algarve, Portugal, 17.-23.06.2009. Lissabon, Portugal: IADIS Press, 2009, S. 73-80

**Bayer, D.; Bender, J.; Diziol, R.:** Optimized impulse-based dynamic simulation. In: VRIPhys Proceedings. Hrsg.: Eurographics Association. Virtual Reality Interactions and Physical Simulations (VRIPhys), Karlsruhe, Deutschland, 05.-06.11.2009. Aire-la-Ville, Switzerland: Eurographics Association, 2009, S. 125-134, (978-3-905673-73-9)

**Bayer, D.; Bender, J.; Diziol, R.:** Simulating Almost Incompressible Deformable Objects. In: VRIPhys Proceedings. Hrsg.: Eurographics Association. Virtual Reality Interactions and Physical Simulations (VRIPhys), Karlsruhe, Deutschland, 05.-06.11.2009. Aire-la-Ville, Switzerland: Eurographics Association, 2009, S. 31-38, (978-3-905673-73-9)

**Bayer, D.; Bender, J.; Diziol, R.:** Volume Conserving Simulation of Deformable Bodies. In: Eurographics 2009 - Annex : Tutorials, State of the Art Reports, Short Papers, Medical Prize, Education Papers, Areas Papers, EG Workshop on Natural Phenomena. Hrsg.: Alliez, P.; Mangor, M.; München, Deutschland, 03.03.-03.04.2009. Aire-la-Ville, Switzerland:

The Eurographics Association, 2009, S. 37-40, (1017-4656)

**Bender, J.; Prautzsch, H.; Schmitt, A.; Teschner, M.:** Sixth Workshop on Virtual Reality Interactions and Physical Simulations. In: Vriphys 2009. Karlsruhe, 05.-06.11.2009. S. 144, (EG Partner Events/ Local Chapter Events)

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Bayer, D.; Bender, J.; Diziol, R.:** Dynamic simulation of inextensible cloth. In: IADIS International Journal on Computer Science and Information Systems, Band 4, Heft 2, 2009, S. 86-102

#### **Interne Berichte:**

**Prautzsch, H.; Chen, Q.:** Analyzing midpoint subdivision. Preprint bei arXiv, <http://arxiv.org/abs/0911.5157>, 2009

#### **Vorträge:**

**Bayer, D.:** Impulse-based dynamic simulation on the GPU. Computer Graphics and Visualization (CGV 2009) - IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems, Lissabon, 17.-23.06.2009

**Bayer, D.:** Optimized impulse-based dynamic simulation. Virtual Reality Interactions and Physical Simulations (VRIPhys), Karlsruhe, 05.-06.11.2009

**Böhl, F.:** Friedman's algorithm for minimal enclosing spheres and its counterpart. Industry Challenges in Geometric Modeling, CAD and Simulation, Darmstadt, 19.-20.05.2009

**Chen, Q.:** Eine Klasse der verallgemeinerten Mittelpunktsalgorithmen. Workshop der AG Geometrische Algorithmen der TU Kaiserslautern, Karlsruhe, 19.06.2009

**Chen, Q.; Prautzsch, H.:** A class of generalized midpoint subdivision schemes. 2009 SIAM/ACM Joint Conference on Geometric and Physical Modeling, San Francisco, 05.-08.10.2009

**Diziol, D.:** Simulating Almost Incompressible Deformable Objects. Virtual Reality Interactions and Physical Simulations (VRIPhys), Karlsruhe, 05.-06.11.2009

**Diziol, R.:** Volume Conserving Simulation of Deformable Bodies. Eurographics 2009, München, 03.03.-03.04.2009

**Prautzsch, H.:** Unterteilungsalgorithmen - Ein Überblick. 3. Internationales Symposium Geometrisches Modellieren, Visualisieren und Bildverarbeitung an der HFT Stuttgart, Stuttgart, 19.-20.05.2009

## 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, -werkzeugen 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 "Programmierparadigmen". 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  
608-43968  
klemens.boehm@kit.edu

Prof. Dr. R. Reussner  
608-44067  
reussner@kit.edu  
(Sprecher)

Prof. Dr. G. Snelting  
608-44760  
snelting@ipd.info.uni-  
karlsruhe.de

Prof. Dr. W. F. Tichy  
608-43934  
tichy@kit.edu

Prof. em. Dr. Dr. h.c.  
P. C. Lockemann  
608-43968  
lockemann@kit.edu

Dr. Samuel Kounev  
608-47374  
kounev@kit.edu

## Forschungsbereich

**Systeme der  
Informationsverwaltung****Institut für Programmstrukturen und  
Datenorganisation**

Leiter:	Prof. Dr. K. Böhm
Sekretariat:	A. Böhlinger, E. Götz
Akadem. Mitarbeiter:	M. Bestehorn, M. Bracht, Dr. E. Buchmann (F), T. Burghardt (F), F. Eichinger (F), P. W. Große (ab 01.09.2009), T. Haberecht (ab 01.10.2009), B.-O. Hartmann (F), C. Heidinger (F), C. Hütter (F), C. Kühne (F), J. Mülle, J. Müller, G. Sautter, M. Stern (F), C. von der Weth (bis 31.12.2009)
Gastprofessor:	U. Röhm (ab 17.11.2009)
Techn. Mitarbeiter:	H. Teune, B. Thier
Stipendiaten:	M. J. Heine, A. Khachatryan, J. Z. Yue

**BW-Fit: ZeuS (Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen)**

*(M. Bestehorn, E. Buchmann, M. Stern)*

Gegenstand des Teilprojektes "Approximative Anfrageverarbeitung in ubiquitären Systemen" ist die Optimierung und Realisierung von Anfragen in Sensornetzwerken unter Berücksichtigung der Sensornetz-typischen Ressourcenbeschränkungen sowie von weiteren Quality-of-Service Parametern. Ressourcenverbrauch und Ergebnisqualität werden jedoch nicht allein von der Anfrageplanung bestimmt; auch Routing-Verfahren, Betriebssystem-Parameter und die Art der Anfragepropagierung und Ergebnisaggregation spielen eine entscheidende Rolle. Dazu wurde ein Optimierer entwickelt, der die Verteilung der Anfrage in einem Sensornetz so parametrisiert, dass die beschränkten Ressourcen der beteiligten Sensorknoten so wenig wie möglich beansprucht werden. Darüber hinaus wurde ein Anfrageprozessor entwickelt, um relationale Anfragen in einem Sensornetz zu verarbeiten. Optimierer und Anfrageprozessor wurden an dem am IPD aufgebauten Sensornetz implementiert und eingesetzt. Darauf aufbauend wurde nun damit begonnen, so genannte räumlich-zeitliche Anfragen auch in einem Sensornetz zu verarbeiten.

**Effiziente Bearbeitung komplexer Anfragen in Sensornetzen**

*(M. Stern)*

Das Projekt "Effiziente Bearbeitung komplexer Anfragen in Sensornetzen" verfolgt das Ziel, deklarative Anfragen an Sensornetze zu unterstützen. Diese erleichtern die Interaktion mit Sensornetzen. Ziel der Anfragebearbeitung ist es in diesem Kontext, Anfragen mit möglichst geringem Energieaufwand zu beantworten, da Sensorknoten in der Regel batterie-

betrieben sind. Verwandte Arbeiten resultierten vor allem in Ansätzen zur Bearbeitung von Selektions-, Projektions- und Aggregationsanfragen. Der Schwerpunkt dieses Projekts lag 2009 auf der effizienten Bearbeitung von Verbundanfragen. Der Verbundoperator ist der Standardoperator zur Exploration von Zusammenhängen in den gemessenen Daten und einer der komplexesten Anfrageoperatoren. Innerhalb des Projekts wurde zuvor die Bearbeitung einmalig auszuführender Verbundanfragen betrachtet. 2009 dagegen standen kontinuierliche, d.h. periodisch auszuführende Anfragen im Mittelpunkt. Das entwickelte Verfahren basiert darauf, die Selektivität des Verbundoperators zu nutzen und frühzeitig Datentupel zu verwerfen (zu filtern), die nicht zum Ergebnis beitragen. Um eine optimale Filterung zu erreichen, bildet das Verfahren Anfragen auf ein (nicht konvexes) Optimierungsproblem ab, welches anschließend gelöst wird. Ein zweiter Schwerpunkt des Projekts war die Bearbeitung nicht-selektiver Anfragen. Deren gesonderte Betrachtung ist dadurch motiviert, dass alle bisher entwickelten Verfahren zur Anfragebearbeitung die Selektivität nutzen, um Effizienz zu erreichen. Es wurde eine Lösung entwickelt, die ausnutzt, dass für viele Anwendungen die Daten nicht mit voller Genauigkeit erforderlich sind. Die Lösung basiert auf einer Verteilung der Wavelettransformation. Schließlich wurden die Ergebnisse des Projekts auf internationalen Konferenzen präsentiert und diskutiert. Die so erhaltenen Rückmeldungen sind teilweise in die beschriebenen Ergebnisse eingeflossen oder beeinflussten die zukünftige Ausrichtung der Forschung.

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

*(E. Buchmann, T. Burghardt, C. Heidinger)*

Das Internet, mobile Dienste etc. werden immer stärker in den Alltag integriert, mit unvorhersehbaren Konsequenzen für die Privatheit des Einzelnen. Mit ständig wachsenden Verarbeitungsmöglichkeiten personenbezogener Daten muss Privatheit sowohl aus juristischer als auch technischer Sicht betrachtet werden. Im Rahmen dieses Gemeinschaftsprojektes mit der Juristischen Fakultät Regensburg (Prof. Kühling), werden aktuelle Datenschutzpraktiken analysiert und bewertet. Wir haben untersucht, welche Datenschutzpräferenzen Nutzer im Kontext von Web2.0 Applikationen (ortsbezogenes mobiles Tagging) haben. Wir haben festgestellt, dass selbst der datenschutzbewusste Nutzer nicht in der Lage ist, den Austausch seiner personenbezogenen Daten zu kontrollieren. Während die Literatur ein Defizit bei den Diensteanbietern sieht, haben wir in einer umfangreichen Studie gezeigt, dass ein weiteres Defizit bei der Durchsetzung geltenden Rechts durch die Datenschutzaufsicht existiert. Im weiteren Projektverlauf soll untersucht werden, in wieweit Nutzer kollaborativ und systematisch Datenschutzverstöße identifizieren können, um dem Vollzugsdefizit im Datenschutz entgegenwirken zu können.

## Graph Mining

*(F. Eichinger, P. W. Große)*

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. Am IPD wurde in den letzten Jahren ein Verfahren als Anwendung in der Softwaretechnik entwickelt, welches in der Lage ist, bestimmte Softwarefehler zu lokalisieren. Die Herausforderung dabei ist die Integration von struktureller Graph-basierter Information mit numerischen Daten sowie die Skalierbarkeit der Algorithmen für große Graphen. Aktuell beschäftigen wir uns mit der Weiterentwicklung und Verallgemeinerung dieser Technik. So entwickeln wir in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Reussner ein Verfahren zur Lokalisierung bestimmter Fehler, die bisher nicht gefunden werden können, und arbeiten in Kooperation mit Dr. Pankrätius an der Lokalisierung von Fehlern in mehrfädigen Umgebungen. Auch wenden wir uns verstärkt weiteren Anwendungsgebieten zu. Dies geschieht im Rahmen des Projekts LogoTakt (siehe dort) sowie in einer Kooperation mit dem Lehrstuhl von Prof. Karl, bei der es um die Auswahl von Hardware-Architekturen zur Performancesteigerung geht.

## LogoTakt

*(M. Bracht, F. Eichinger, J. Mülle)*

Das vom BMWi geförderte Projekt LogoTakt hat sich zum Ziel gesetzt, Technologien, Prozesse und die dazugehörigen Werkzeuge zu entwickeln, die den Trend zu getakteten Transporten aufgreifen und gleichzeitig den befürchteten Anstieg der LKW-Fahrten durch geeignete Konsolidierung und Transportmittelwahl zu verhindern. Am IPD werden Transporthistorien mitsamt Störungen und Reaktionen darauf erfasst, was eine zentrale Rolle im Softwarekonzept von LogoTakt darstellt. Die Aufgabe dieses Systems ist die Darstellung und Protokollierung von offenen multi-klientenfähigen Logistikprozessen, welche am IPD modelliert wurden. Einmal ausgeführte Logistikprozesse können dann in einer Analyseplattform ausgewertet werden, die den Projektpartnern die für kurz- und mittelfristige Verbesserungen der Transportprozesse benötigten Informationen und Kennzahlen zur Verfügung stellt. Dazu gehören auch grundlegendere Entwicklungen im Bereich Graph-Anfragesprachen, die strukturelle Ad-Hoc-Anfragen ermöglichen, sowie im Bereich Graph Mining, was die Aufdeckung interessanter und bisher unbekannter Muster in Historien verspricht. Des Weiteren entsteht am IPD eine Komponente zum Abweichungsmanagement, welche bei Störungen im Logistikprozess entsprechende Lösungsvorschläge aus einem semantisch annotierten Repository generieren kann.

## Netzwerkbildung in Strukturierten Peer-to-Peer-Systemen

(B.-O. Hartmann)

Peers in strukturierten Peer-to-Peer (SP2P) Systemen agieren selbstständig: Sie können ihre Kontakte und die Strategie, wie sie mit ihren Kontakten umgehen, frei wählen. Teilnehmern ist Free-Riding im Umgang mit Nachrichten ihrer Kontakte und bei der Kontaktwahl selbst, also beim Aufbau der Netzstruktur, möglich. Ziel dieses Projektes ist es, Kontakt- und Strategiewahl einzelner Teilnehmer in sich dynamisch verändernden SP2P Systemen zu verstehen und ggf. Anreiz-Mechanismen zu schaffen, die ein kooperatives Verhalten der Teilnehmer begünstigen.

## Peer-to-Peer Wissensmanagement

(C. Kühne)

Der Erfolg von virtuellen Gemeinschaften (VG) wie Wikipedia oder Slashdot.org zeigt, dass sich das P2P Paradigma sinnvoll für das verteilte Erstellen von Informationen einsetzen lässt. VG bestehen meist aus gleichberechtigten, autonomen Teilnehmern (Peers), die durch freiwillige Beiträge eine gemeinsame Wissensbasis erweitern. Wir wollen mit unseren Forschungsarbeiten folgende Fragen beantworten: Wie entscheidet eine VG effizient und ohne das Eingreifen einer zentralen Instanz, welche Eingaben richtig und wichtig sind? Außerdem entwickeln wir Anreizmechanismen zur Stimulierung der Mitarbeit in VG. Schwerpunkt ist dabei die Erstellung von stark strukturierten Daten, wie z. B. von Ontologien. Zur Verifikation der Anreizmechanismen haben wir eine Simulationsanwendung entwickelt und erste Simulationsexperimente durchgeführt. Des Weiteren wurde eine Anwendung zur dezentralen, anreizbasierten Erstellung strukturierter Daten entwickelt. Mit Hilfe dieser Anwendung konnten Benutzerexperimente durchgeführt werden, die unter anderem zeigen, dass Anreizmechanismen die Mitarbeit in der VG anregen und die Qualität der dezentral erstellten Daten steigern.

## Query Processing in Sensornetzen unter besonderer Berücksichtigung von Privatheitsbedürfnissen

(M. J. Heine)

Durch die zunehmende Leistungsfähigkeit von eingebetteten Systemen und die Fortschritte im Bereich der Anfragebearbeitung in Sensornetzen, ist es leichter als noch vor einigen Jahren, Daten aus einem gewissen Weltausschnitt zu erheben und zusammenzuführen. Dadurch wird es immer leichter, auch private Informationen auf diese Weise zu gewinnen. So können sowohl Gegenstände, die sich Personen zugeordnet lassen, als auch Personen selbst, erfasst und lokalisiert werden. Daher wird es zunehmend wichtig die Privatheitsbedürfnisse der betroffenen Personen bei der Gewinnung und Verarbeitung der Informationen zu berücksichtigen. Das Teilprojekt K4 des DFG-Graduiertenkollegs 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" betrachtet dies im konkreten Bezug auf die Verarbeitung räumlich-zeitlicher Anfragen an Sensornetze. Ein besonderer Fokus lag auf der Entwicklung von reziproken Privacy-Policies. Diese ermöglichen es dem Nutzer

räumlich-zeitliche Daten mit gegebenenfalls unbekanntem anderen Nutzern auszutauschen. Dabei wird ein gegenseitiger Datenaustausch garantiert und einseitige Beobachtung durch andere Nutzer vermieden. Neben verschiedenen Möglichkeiten reziproke Privacy-Policies zu spezifizieren, wurde auch die Auswertung räumlich-zeitlicher Anfragen unter Berücksichtigung solcher Policies betrachtet. Insbesondere für Bereichs- und Top-N Anfragen wurden verschiedene Auswertungsverfahren erarbeitet und evaluiert.

## **Selbstregulierende Histogramme**

*(A. Khachatryan)*

Selbstregulierende Histogramme (SH) sind dabei eine einfach zu erstellende und zu pflegende Datenstrukturen zur Selektivitätsabschätzung in Datenbanken. Doch es fehlen zuverlässige Aussagen über die Qualität der Abschätzungen. Ein Ansatz beruht auf der Ähnlichkeit der Ziele von Histogrammen und Cluster-Algorithmen, d.h. es lassen sich solche Algorithmen verwenden, um Histogramme aufzubauen. Wir wollen die damit erzeugten SH auf deren Güte bei der Selektivitätsabschätzung miteinander vergleichen. Ein weiteres Ziel von uns ist, die Unsicherheiten bei einer Selektivitätsabschätzung mittels SH zu quantifizieren. Dazu ermitteln wir die vollständige Wahrscheinlichkeitsverteilung. Im nächsten Schritt soll nun das Konzept von SH verallgemeinert werden. Ziel ist, die Antwortzeiten in dienstorientierten Systemen bei Dienstaufrufen mit unterschiedlichen Parameterwerten vorherzusagen. Der große Unterschied zu Selektivitätsabschätzungen besteht allerdings darin, dass auch Dienstaufrufe mit den gleichen Parametern zu unterschiedlichen Antwortzeiten führen können.

## **Strategische Analyse und Effiziente Auswertung von Trust Policies**

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

Online-Dienste wie Soziale Netzwerke oder Grid Computing haben in den letzten Jahren große Aufmerksamkeit erfahren. Die Teilnehmer dieser Dienste sind autonom und entscheiden selbst darüber, wie sie sich in Interaktionen mit anderen Teilnehmern verhalten. Der Erfolg einer Interaktion hängt daher von der Kooperationsbereitschaft der Teilnehmer ab. In dieser Arbeit wurde ein neuartiges Modell entwickelt, das die Analyse des strategischen Verhaltens der Teilnehmer erlaubt. Jeder Teilnehmer formuliert Richtlinien, sog. Trust Policies, mit denen er festlegt, mit welchen anderen Teilnehmern er interagieren möchte. Dieser Ansatz eröffnet zwei Forschungsrichtungen:

- (1) Fragen aus ökonomischer Sicht: Was für Trust Policies formulieren die Teilnehmer? Wie erfolgreich sind sie in den Interaktionen? Dazu wurden verhaltensökonomische Experimente entworfen und durchgeführt. Weitere Experimente befinden sich in der Planung.
- (2) Die Auswertung von Trust Policies basiert auf der Verarbeitung von Daten über das frühere Verhalten der Teilnehmer. Für große Systeme untersuchen wir Ansätze für die effiziente Auswertung von Trust Policies. Der Fokus lag dabei auf der Optimierung der Berechnung von Zentralitätsmaßen, d.h. graph-basierten Verfahren zur Bestimmung der

Reputation von Teilnehmern.

### **TAS3 - Trusted Architecture for Securely Shared Services**

*(T. Haberecht, C. Hütter, J. Mülle, J. Müller)*

TAS3 ist ein integriertes EU-Projekt im Bereich Information Society Technologies. Ziel ist eine vertrauenswürdige Architektur mit sicheren Diensten zum Umgang mit persönlichen datenschutzrelevanten Informationen.

Anwendungsgebiete liegen im e-Portfolio-Bereich (Weiterbildung und Beschäftigungsmaßnahmen) sowie im e-Health-Bereich. Unsere Arbeiten umfassen zwei Themengebiete:

- (1) Sichere und anpassbare Workflowsysteme (WFS) unterstützen wir durch Mechanismen auf der Modellierungs- und auf der Ausführungsebene. Hierzu erweitern wir die Ablaufmodellierung um Security- und Trust-Eigenschaften mit dem Ziel, diese möglichst automatisiert auf die Ausführungsebene zu transformieren. Hierfür werden Sicherheits Policies für Workflows eingesetzt und Anpassungen des Anwendungsworkflows mit Sicherheits-Subprozessen vorgenommen. Wir entwickeln Basismechanismen für sichere Workflows, u.a. zur rollenbasierten Autorisierung und Zugriffsüberwachung, die den Zustand einer WF-Instanz berücksichtigen und sicherheitsgesteuerte Anpassungen der Workflows beim Ablauf erlauben. Aktuell haben wir eine erste WF-Applikation im Portfolio-Bereich realisiert, wobei bereits eine Vielzahl der Komponenten des TAS3 Frameworks integriert wurde.
- (2) Um Vertrauen in die Dienste zu schaffen, haben die Benutzer die Möglichkeit, den Zugriff auf ihre persönlichen Daten durch sog. Trust Policies zu kontrollieren. Bei verhaltensbezogenem Trust-Management (TM) wird die Reputation der Dienstleister aus ihrem vorherigen Verhalten ermittelt. Die Benutzer haben somit die Möglichkeit, die Vertrauenswürdigkeit der Dienstleister anhand deren Reputation zu spezifizieren. Die Hauptaufgabe dieses Bereichs besteht in der effizienten Auswertung von verhaltensbasierten Trust Policies sowie in der Interaktion mit anderen Formen von TM.

### **The GoldenGATE Document Markup & Retrieval System / plazi.org**

*(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. Die entwickelten Technologien lassen sich im Grunde auch für beliebige andere Textsorten einsetzen.

Die Entwicklung der Markup-Werkzeuge wurde auf Basis der Erfahrungen aus der Erstellung des Madagaskar-Korpus (2.500 Seiten biosystematischer Literatur über die Ameisenfauna Madagaskars) weiter voran getrieben, um die Benutzer bei der Markierung gescannter Dokumente noch besser zu unterstützen. Ebenso wurde die Architektur der Werkzeuge weiterentwickelt, um aus praktischen Erfahrungen gewonnene Ansätze für weitere Verbesserungen zukünftig einfacher testen und umsetzen zu können. Weiterhin wurde ein automatischer Steuerungs- und Fehlersuch-Mechanismus entwickelt und in die Markup-

Werkzeuge integriert, der die Benutzer bei manuellen Korrekturen unterstützt.

Der Server für die Speicherung und Bereitstellung der Dokumente wurde dahingehend erweitert, dass er die Dokumente nicht erst nach Abschluss des gesamten Markup-Prozesses speichern kann, sondern den gesamten Prozess als zentraler Datenspeicher begleitet. Hierdurch können Benutzer die Dokumente auch bereits über das Suchportal abrufen, wenn erst ein bestimmter Teil des Markups erfolgt ist. Zusätzlich zum Suchportal wurden mehrere XML-basierte Schnittstellen geschaffen, um die Dokumente auch anderen Applikationen zur Verfügung zu stellen. Außerdem wurde der gesamte Server flexibler gestaltet, um neue Funktionen zukünftig nahtlos einbetten zu können. Die Architektur der Kernkomponenten wurde so umgestaltet, dass sie mit dem zu erwartenden starken Anstieg in Anfrage- und Datenaufkommen zurecht kommen.

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

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

**Burghardt, T.; Böhm, K.; Buchmann, E.; Kühling, J.; Sivridis, A.:** A Study on the Lack of Enforcement of Data Protection Acts. In: e-democracy, Technological and Legal Issues. Third International Conference, e-Democracy 2009, Athens, Greece, 23.-25.09.2009. Berlin Heidelberg: Springer, 2010, S. 3-12

**Burghardt, T.; Buchmann, E.; Müller, J.; Böhm, K.:** Understanding User Preferences and Awareness: Privacy Mechanisms in Location-Based Services. In: On the Move to Meaningful Internet Systems: Coopis 2009. Vilamoura, Portugal, 03.-05.11.2009. Berlin / Heidelberg: Springer, 2009, S. 304-321, (LNCS)

**Eichinger, F.; Böhm, K.:** Selecting Computer Architectures by Means of Control-Flow-Graph Mining. In: The 8th International Symposium on Intelligent Data Analysis

(IDA). Hrsg.: Adams, N.; Robardet, C.; Siebes, A.; Boulicaut, J.-F.; Lyon, France, 31.08.-02.09.2009. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 309-320, (Lecture Notes in Computer Science; 5772)

**Eichinger, F.; Böhm, K.:** Towards Scalability of Graph-Mining Based Bug Localisation. In: Proceedings of the 7th International Workshop on Mining and Learning with Graphs (MLG). Hrsg.: Blockeel, H.; Borgwardt, K.; Yan, X.; Leuven, Belgium, 02.-04.07.2009

**Eichinger, F.; Kramer, D.; Böhm, K.; Karl, W.:** From Source Code to Runtime Behaviour: Software Metrics Help to Select the Computer Architecture.; In: The 29th International Conference on Innovative Techniques and Applications of Artificial Intelligence (AI). Hrsg.: Bramer, M.; Ellis, R.; Petridis, M./BCS SGAI. Cambridge, England, 15.-17.12.2009. London: Springer, 2009, S. 363-376

**Heidinger C.; Buchmann, E.; Böhm, K.:**

Towards Collaborative Web-Based Impact Assessment. In: Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research. Puebla, Mexico, 18.-20.05.2009. S. 190-198

**Sautter, G.; Agosti, D.; Böhm, K.;**

**Klingenberg, C.:** Creating Digital Resources from Legacy Documents - an Experience Report from the Biosystematics Domain. In: Proceedings of ESWC. Heraklion, Greece, 31.5.-04.06.2009. S. 738-752

**Stern, M.; Buchmann, E.; Böhm, K.:**

A Wavelet Transform for Efficient Consolidation of Sensor Relations with Quality Guarantees. In: Proceedings of the 35th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB 2009). Lyon, France, 24.-28.08.2009. S. 157-168

**von der Weth, C.; Böhm, K.; Burghardt, T.;**

**Hütter, C.; Yue, J. Z.:** Indirect Reciprocity in Policy-Based Helping Experiments. In: Proceedings of the 7th IEEE European Conference on Web Services (ECOWS'09). Eindhoven, Netherlands, 09.-11.11.2009. S. 171-180

**Weiss F. Chaves, L.; Buchmann, E.; Hüske,**

**F.; Böhm, K.:** Optimizing Complex, Distributed Database Transactions using Materialized Views. In: Proceedings of the International Conference on Extending Database Technologies (EDBT'09). St. Petersburg, Russia, 24.-26.03.2009. S. 1088-1099

**Stern, M.; Buchmann, E.; Böhm, K.:**

A Wavelet Transform for Efficient Consolidation of Sensor Relations with Quality Guarantees. In: Proceedings of the 35th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB 2009). Lyon, France, 24.-28.08.2009. S. 157-168

**von der Weth, C.; Böhm, K.; Burghardt, T.;**

**Hütter, C.; Yue, J. Z.:** Indirect Reciprocity in Policy-Based Helping Experiments. In: Proceedings of the 7th IEEE European Conference on Web Services (ECOWS'09). Eindhoven, Netherlands, 09.-11.11.2009. S. 171-180

**Weiss F. Chaves, L.; Buchmann, E.; Hüske,**

**F.; Böhm, K.:** Optimizing Complex, Distributed Database Transactions using Materialized Views. In: Proceedings of the International Conference on Extending Database Technologies (EDBT'09). St. Petersburg, Russia, 24.-26.03.2009. S. 1088-1099

### Beiträge in Zeitschriften :

**Bestehorn, M.; Benenson, Z.; Buchmann, E.;**

**Jawurek, M.; Böhm, K.; Freiling, F.:** Query Dissemination in Sensor Networks - Predicting Reachability and Energy Consumption. In: Ad Hoc and Sensor Wireless Networks, Band 9, Heft , 2010, S. 85-107

**Kühling, J.; Sivridis, A.; Schwuchow, M.;**

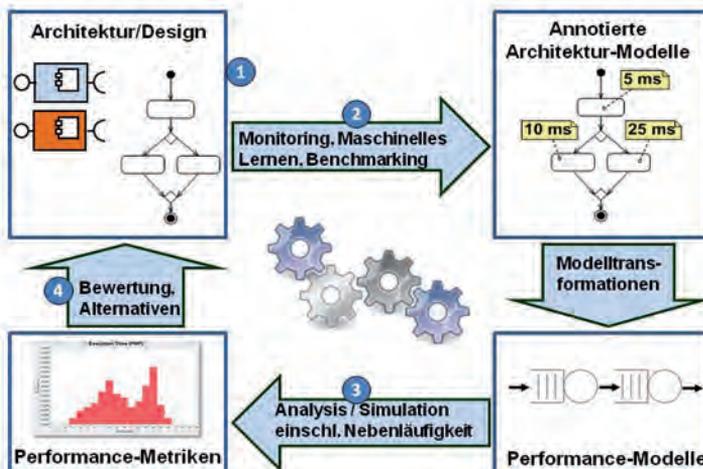
**Burghardt, T.:** Das datenschutzrechtliche Vollzugsdefizit im Bereich der Telemedien - ein Schreckensbericht. In: Datenschutz und Datensicherheit (DUD), Band 33, Heft , 2009, S. 335-342

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Forschungsbereich

Leiter: Prof. Dr. R. Reussner  
 Sekretärin: E. Kienhöfer  
 Akadem. Mitarbeiter: F. Brosig (ab 01.07.2009), E. Burger (ab 01.03.2009), V. Firus, J. Henß (ab 01.09.2009), M. Huber (ab 01.05.2009), N. Huber (ab 15.07.2009), Dr. S. Kounev, K. Krogmann, M. Kuperberg (F), T. Rhode (ab 01.05.2009)  
 Doktorand: D. Westermann  
 Stipendiatin: A. Martens (F)  
 Lehrbeauftragte: Dr. J. Happe (F), Dr. H. Koziolk, Dr. O. Terzidis

**Software-Entwurf und -Qualität**



- 1 Agile Architekturen zur Entwicklungszeit (Zoya Durdik)
- 2 Reengineering des Verhaltens von Legacy-Komponenten (Klaus Krogmann)  
Benchmarking/Monitoring der Ablaufumgebung (Michael Kuperberg)
- 3 Erweiterung mathematischer Modelllösungsverfahren (Viktoria Firus)
- 4 Automatische Performance-Verbesserung und Alternativenbewertung (Anne Martens)

## Architecture-based Quality Prediction and Processes

*(Ralf Reussner, Viktoria Firus, Klaus Krogmann, Michael Kuperberg, Anne Martens, Zoya Durdik)*

Eines der Hauptkennzeichen einer Ingenieursdisziplin ist die Fähigkeit, die Konsequenzen von Entwurfsentscheidungen auf die Qualitätseigenschaften eines zu bauenden Artefaktes vorherzusagen. Das Palladio Komponentenmodell (PCM) wurde entwickelt, um Performance und andere Qualitätseigenschaften mit Hilfe von komponentenbasierten Architekturmodellen vorherzusagen. Dabei werden auch neue mathematische Lösungsverfahren für die entstehenden Performance-Modelle und Verfahren entwickelt, die durch Modelltransformationen Performance-Modelle aus Architekturmodellen erzeugen.

Die nächste Entwicklungsstufe des PCM strebt eine Erweiterung des modellbasierten Ansatzes und der dazugehörigen Werkzeuge auf die agilen Entwicklungsmethoden (z.B. SCRUM) an. Dabei wird an Verfahren gearbeitet, die bei agilen Methoden vorherrschenden schnellen Änderungszyklen in die Architekturmodellierung einbringen. Mit der Bewertung von Architekturen durch Palladio wird eine erhöhte Agilität im Vergleich zum schwergewichtigen Ausimplementieren und Testen erreicht.

Um modellbasierte Analysen auch für bestehenden Code anwendbar zu machen, verwendet das PCM bei existierenden Komponenten einen monitoringbasierten Ansatz, der mit Hilfe des maschinellen Lernens parametrische Abhängigkeiten zwischen Eingabedaten und dem Verhalten der Komponenten extrahiert. Die Performance der Komponenten wird dabei auch über die Performance der Ausführungsumgebung parametrisiert, sodass verschiedene Umgebungen effizient verglichen werden können. Dadurch entfällt die Installation und das Durchmessen der Komponenten auf jeder in Frage kommenden Umgebung und jede Ausführungsumgebungen muss nur einmal ausgemessen werden.

Um schließlich die Architektur zu bestimmen, die die besten Qualitätseigenschaften für die aktuellen Anforderungen besitzt, wurde ein Verfahren entwickelt, welches basierend auf der initial manuell spezifizierten Architektur automatisch Alternativen generiert und bewertet. Das Ergebnis ist die Menge der Architekturalternativen mit optimalen Trade-Offs zwischen verschiedenen Qualitätseigenschaften, aus denen der Software-Architekt die Architektur auswählen kann, die den gegebenen Anforderungen am besten entspricht.

## Zertifizierung

*(R. Reussner, F. Brosch, E. Burger, H. Groenda, M. Huber, F. ben Nasr Omri)*

Die Zertifizierungsgruppe am Lehrstuhl Software-Entwurf und -Qualität ist bestrebt, die Grenzen der Produktzertifizierung zu überschreiten. Der Fokus liegt unmittelbar auf der Zertifizierung von Produkteigenschaften. Ziel ist es, weder indirekte Effekte wie die Weiterbildung oder Erfahrung der Personen, noch die Spezifikation von Prozessen zu untersuchen. Der Zusammenhang zwischen diesen drei Gebieten ist in Abbildung 1 zu sehen.

Existierende Methoden des Performance-Engineering können oft nicht garantieren, dass

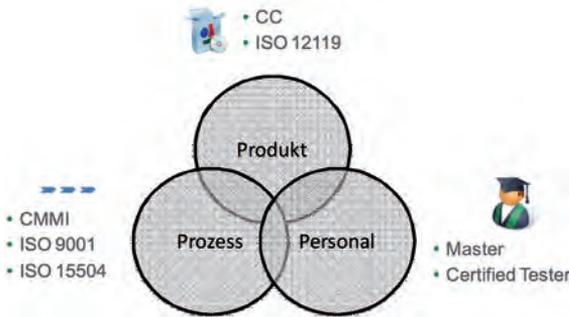


Abbildung 1: Zertifizierungsgebiete Bedingungen und Merkmale der Zertifizierung werden in den Domänen Performanz, Zuverlässigkeit und Sicherheit erforscht.

eine gegebene Implementierung tatsächlich den Performance-Spezifikationen entspricht. Eine Validierung der Spezifikationen erfordert jedoch ein tiefgreifendes Verständnis und Erfahrung bei der Validierung sowie Fachwissen über die Implementierung selbst. Gerade in Szenarien, bei denen die Implementierung durch einen Drittanbieter entwickelt wird, ist dieses Wissen beim Auftraggeber häufig nicht in der notwendigen Tiefe vorhanden. Ein Zertifikat, das die Übereinstimmung einer Performance-Spezifikation mit der Implementierung auf der Grundlage von unabhängigen und quantitativen Messungen garantiert, stellt eine Lösung für dieses Problem dar. Die Zertifizierung einer Verfeinerungsbeziehung zwischen Performance-Spezifikationen erlaubt es, den Performance-Engineering-Kreislauf zu schließen und die Implementierung wieder mit den Anforderungen abzugleichen. Dieser neuartige Ansatz und seine Unterstützung für den Kreislauf sind in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Kreislauf beim Performance-Engineering

Ziel der Forschung in der Domäne der Zuverlässigkeit ist es, Teststrategien zu entwickeln, die eine hohe Testabdeckung aufweisen und gleichzeitig in beschränkter Zeit durchgeführt werden können. Bei dieser Eigenschaft treten Fehler selten auf, und sehr hohe Garantien werden erwartet; dennoch ist eine systematische Prüfung nicht möglich. Die Testeffizienz soll daher statistisch maximiert werden.

Sicherheitszertifizierung setzt sich als Ziel, Eigenschaften des Datenschutzes und Widerstand gegen Angreifer beweisbar und nachvollziehbar zu machen. Um diese Eigenschaften auf Systemebene prüfen zu können, werden Sicherheitschwachstellen auf der Architekturebene betrachtet und passende Lösungen untersucht. Aufgrund der Komplexität der Fragestellung besteht am Lehrstuhl Software-Entwurf und -Qualität eine eigenständige Forschungsgruppe zum Thema Sicherheit.

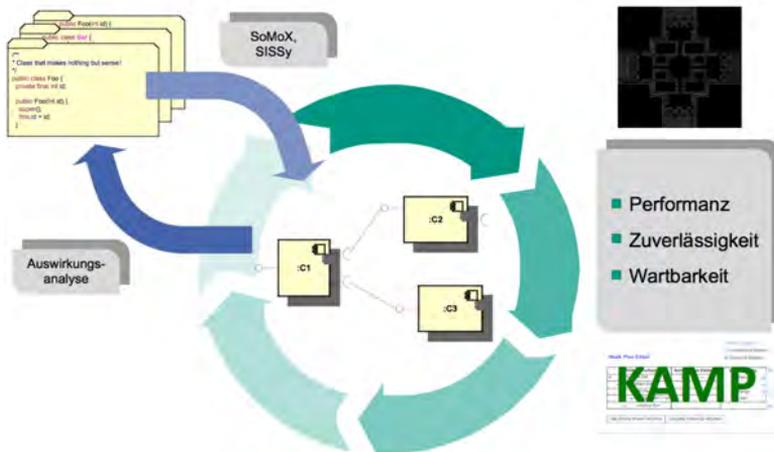
## Qualitätsbewusste Software-Evolution

(M. Trifu, J. Stammel, M. Küster)

Für die Qualität und Kostenkontrolle langlebiger Softwaresysteme spielen Evolution und Wartung eine zunehmend große Rolle. Ziel der Forschungsgruppe ist es, Methodiken zu erforschen und Werkzeuge zu entwickeln, die Software-Architekten in die Lage versetzen, bestehende Softwaresysteme zu analysieren, geplante oder zu erwartende Änderungen zu bewerten und deren Umsetzung zu dirigieren.

Änderungen an einer bestehenden Software-Architektur vorzunehmen, erfordert sehr viel Erfahrung und Expertenwissen. Kostenschätzungen für verschiedene Evolutionsszenarien und Aussagen zur Wartbarkeit sind zudem oft vage. Für Code stehen Technologien bereit (SISSy), die integriert in den Entwicklungsprozess Indikatoren für Wartbarkeit liefern; auf Architekturebene hingegen ist die Unterstützung bislang unzureichend. Um auch Altsysteme betrachten zu können, zu denen keinerlei Architekturbeschreibung vorliegt, werden Rekonstruktions- bzw. Extraktionsansätze erforscht. Prototypische Werkzeuge (SoMoX) werden gegenwärtig industriell evaluiert.

Evolution auf Architekturebene bedeutet, eine Software auf Änderungen der Anforderungen hin anzupassen, wobei Qualitätskriterien wie Wartbarkeit, Performanz und Zuverlässigkeit systematisch auf Architekturebene berücksichtigt werden. Wartbarkeit, insbesondere die Aufwandsschätzung von spezifischen Wartungsaktivitäten, wird im Rahmen des Ansatzes KAMP (Karlsruhe Architectural Maintainability Prediction) untersucht. Desweiteren erforscht die Gruppe Auswirkungsanalysen von Architekturänderungen mit dem Ziel, Bereiche der Architektur und des Codes zu identifizieren, die von Änderungen betroffen sein werden.



Qualitätsbewusste Software-Evolution

3

## **Forschungsbereich modellgetriebene Softwareentwicklung**

*(S. Becker, T. Goldschmidt, J. Henß, L. Kapova, S. Kruse)*

Der Forschungsbereich modellgetriebene Softwareentwicklung erforscht die systematische Verwendung modellgetriebener Techniken zur semi-automatischen Erstellung von komplexen Softwaresystemen. Hierbei wird im Allgemeinen ein Modell eines Software-Systems mittels spezieller Modellierungssprachen, wie beispielsweise der UML, erstellt, das dann unter Verwendung von Transformationen in weitere Modelle sowie zuletzt in Quellcode übersetzt wird.

Ein Forschungsfeld ist der Bereich der sichtenbasierten Modellierung. Hierbei werden verschiedene Sichten (graphische und textuelle) auf ein Modell angewendet, um dieses möglichst einfach bearbeiten zu können. Dieser Ansatz, der mit der Verwendung von domänenspezifischen Metamodellen und Sprachen einhergeht, ist bisher noch wenig untersucht. Insbesondere die Synchronisierung von überlappenden Teilsichten auf ein zentrales Modell stellt eine grosse Herausforderung dar. Zudem ist im Bereich der textuellen Modellierung das Sichtenkonzept im Vergleich zur graphischen Modellierung noch kaum unterstützt.

Der FURCAS (Framework for UUID Retaining Concrete to Abstract Syntax Mappings) Ansatz erlaubt es nun, textuelle, sichtenbasierte Modellierungssprachen einfacher und schneller zu entwickeln, sowie die Synchronisierung von multiplen Sichten auf ein zentrales Modell durchzuführen.

Higher-Order-Modell-Transformationen (HOTs) sind Transformationen, die wiederum auf Transformationen angewendet werden. Sie dienen dazu, spezielle Modelltransformationen so anzupassen, dass die Variabilität der Transformation unterstützt wird, also verschiedene Ausprägungen möglich werden. Die Konfiguration der HOTs erfolgt über so genannte Features. Mittels dieser Features ist es möglich, die Transformation zu parametrisieren, um die verschiedenen Entwurfsalternativen zu selektieren. Damit können komplexe und sehr variable Architekturdetails automatisch in die Transformation integriert und damit auch in die Architektur selbst eingefügt werden.

Bei der modellgetriebenen Entwicklung können, genauso wie bei der klassischen Programmierung, mit fortschreitender Entwicklung Wartbarkeitsprobleme auftreten. Insbesondere die verwendeten Modelltransformationen weisen oft eine sehr komplexe Struktur auf und sind so nur schwer zu verstehen oder zu erweitern.

Um die Wartbarkeit von Modelltransformationen besser bewerten zu können, hat die Forschungsgruppe modellgetriebene Softwareentwicklung verschiedene Metriken für die Transformationssprache QVT-R definiert, sowie ein System zur automatischen Berechnung dieser Metriken entwickelt.

## Sicherheit

(P. Parrend, M. Huber)

In der Gruppe Sicherheit am Lehrstuhl SDQ wird untersucht, wie sich Architektur und Sicherheit gegenseitig beeinflussen.

Dabei werden zwei Komplementäre Ansätze verfolgt:

Die Umsetzung von Sicherheits- und Datenschutzanforderungen auf der einen Seite und Werkzeuge für die Bewertung von objektorientierten Komponenten auf der anderen Seite.

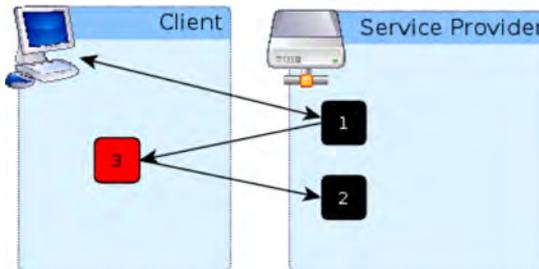


Abbildung 1: Beispiel von sicherer Architektur, 'Aufteilung der Aufgaben zwischen Client und Server'

Ein Trend in der Informationsverarbeitung ist die Auslagerung von Diensten. Dabei treten Datenschutzprobleme auf. Bei der Umsetzung dieser Dienste muss ein Kompromiss zwischen Sicherheits- beziehungsweise Datenschutz- und Performanzanforderungen gefunden werden. Dabei müssen Verfahren gefunden werden, die im Schnittpunkt von Theorie und Praxis liegen und das sichere und effiziente Verarbeiten verschlüsselter Informationen erlauben. Die Umsetzung dieser Verfahren kann Auswirkungen auf die Architektur des Dienstes haben, so dass Sicherheit und Architektur gemeinsam betrachtet werden müssen.

Ein Problem bei Sicherheitsbewertungen von objektorientierten Komponenten ist, den optimalen Kompromiss zwischen Performanz und Mächtigkeit der Analyse zu finden. Dank des selbst entwickelten Tools STANJA sind performante Strukturanalysen möglich, die es erlauben, Schwachstellen von Komponenten aufzudecken. Ein Plug-in für STANJA, welches sich gerade in der Entwicklung befindet, soll mittels einer Datenflussanalyse genauere Bewertungen ermöglichen. Dadurch werden Sicherheitsanalysen nicht nur auf Code-, sondern auch auf Architekturebene möglich.

Wichtige Anwendungsfälle dafür sind:

- (1) insbesondere erweiterbare Java-basierte Web-Anwendungen, zum Beispiel Open Source Implementierungen wie das Web-Server JBoss, oder ERP Systeme wie JFire
- (2) eingebettete Systeme wie zum Beispiel Java-basierte Home-Gateways

## Software-Kennlinien

*(J. Happe, M. Hauck, D. Westermann)*

Die Komplexität und Heterogenität moderner Software-Systeme steigt kontinuierlich. Insbesondere betriebliche Informationssysteme basieren auf einer komplexen Schicht von Middleware, Datenbanken und bereits existierenden (Alt-)Systemen. Bei Weiterentwicklungen, Anpassungen und Umstrukturierungen solcher Software-Systeme ist die frühzeitige Abschätzung von Antwortzeitverhalten, Durchsatz und der benötigten Ressourcen von zentraler Bedeutung. Verschiedene Ansätze aus dem Bereich des Software Performance Engineering bieten hier eine erste Möglichkeit der frühen Abschätzung der Performanz. Allerdings benötigen diese Ansätze detaillierte Modelle der Software-Systeme, die in vielen Fällen nicht zur Verfügung stehen.

Um solche Software-Systeme trotzdem analysierbar zu machen, beschäftigt sich die Gruppe Software-Performanz-Kennlinien mit der Frage, wie sich Vorhersagemodelle aus systematischen Messungen einer Software ableiten lassen. Dabei werden die Software-Systeme als „Black-Box“ betrachtet, d.h. die interne Struktur des Systems wird nicht explizit modelliert. Stattdessen werden systematische Experimente durchgeführt, aus deren Ergebnissen statistische Modelle abgeleitet werden können. Die so ermittelten Modelle werden in existierende, modellbasierte Verfahren zur Performanz-Vorhersage integriert.

Dieses Vorgehen ermöglicht es Software-Architekten, genaue Aussagen über die zu erwartende Performanz eines Systems zu treffen. Die Experimente sowie deren Auswertung werden vollständig automatisiert durchgeführt, so dass der Architekt kein Wissen über die interne Struktur des Systems benötigt. Änderungen der Implementierung, die ansonsten eine manuelle Anpassung des Modells erfordern, können nun automatisiert erfasst werden. Insgesamt erleichtert der hier entwickelte Ansatz die Anwendung von Verfahren zur Analyse der Software-Performanz.

Zurzeit entwickelt die Gruppe Software-Performanz-Kennlinien ein Werkzeug zur Definition, Ausführung und Auswertung von Experimenten zur Bestimmung von Software-Performanz-Kennlinien (oder Kennfeldern). Hierbei kommen verschiedene Analysetechniken zum Einsatz, wie z.B. genetische Optimierung und Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). Das Verfahren wurde bereits erfolgreich für nachrichtenorientierte Middleware eingesetzt.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Hauck, M.; Kuperberg, M.; Krogmann, K.; Reussner, R.:** Modelling Layered Component Execution Environments for Performance Prediction. In: Proceedings of the 12th International Symposium on Component Based Software Engineering (CBSE 2009). 12th International Symposium on Component Based Software Engineering, East Stroudsburg, U.S.A., 24.-26.06.2009. S. 191-208

**Koziolek, H.; Brosch, F.:** Parameter Dependencies for Component Reliability Specifications. In: Proceedings of the 6th International Workshop on Formal Engineering approaches to Software Components and Architectures (FESCA). 6th International Workshop on Formal Engineering approaches to Software Components and Architectures, York, Großbritannien, 28.03.2009. S. 23-38, (253; 1)

**Krogmann, K.; Schweda, C.; Buckl, S.; Kuperberg, M.; Martens, A.; Matthes, F.:** Improved Feedback for Architectural Performance Prediction using Software Cartography Visualizations. In: Architectures for Adaptive Systems (Proceeding of QoSA 2009). 5th International Conference on the Quality of Software Architectures, QoSA 2009, East Stroudsburg, U.S.A., 24.-26.06.2009. S. 52-69

**Kuperberg, M.; Omri, F.; Reussner, R.:** Using Heuristics to Automate Parameter Generation for Benchmarking of Java Methods. In: Proceedings of the 6th International Workshop on Formal Engineering approaches to Software Components and Architectures. 6th International Workshop on Formal Engineering approaches to Software Components and Architectures, York, Großbritannien, 28.03.2009

**Martens, A.; Brosch, F.; Reussner, R.:** Optimising multiple quality criteria of service-oriented software architectures. In: Proceedings of the 1st international workshop on Quality of service-oriented software systems (QUASSO-SS). 1st international workshop on Quality of service-oriented software systems, Amsterdam, Niederlande, 25.08.2009. S. 25-32

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Becker, S.; Koziolek, H.; Reussner, R.:** The Palladio component model for model-driven performance prediction. In: Journal of Systems and Software, Band 82, Heft , 2009, S. 3-22

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. G. Snelting
Sekretariat:	S. Klinger (ab 21.09.2009), K. Weißhaupt
Akadem. Mitarbeiter:	M. Braun, S. Buchwald (ab 01.08.2009), D. Giffhorn, J. Graf (F), C. Hammer (bis 31.03.2009), M. Hecker (ab 01.12.2009), A. Lochbihler, D. Lohner, D. Wasserrab
System- programmierer:	B. Traub

**Programmierparadigmen**

## Überblick

(G. Snelting)

Der Lehrstuhl Programmierparadigmen führt die Tradition des Vorgängerlehrstuhls (Prof. Goos) im Bereich Programmiersprachen und Compilerbau fort; beschäftigt sich aber verstärkt mit nicht-klassischen Themen und Anwendungen von Sprachtechnologie. So wird beispielsweise Programmanalyse zwar auch klassisch für Optimierungen in Compilern eingesetzt, die Forschungsprojekte befassen sich aber vor allem mit innovativen Anwendungen von Programmanalyse wie Software-Sicherheitsprüfung oder semantikbasierter Refaktorisierung. Der Lehrstuhl untersucht auch die semantischen Grundlagen und maschinengestützte Verifikation solcher Verfahren. Gleichzeitig werden realistische Implementierungen für objektorientierte Sprachen und empirische Validierungen angestrebt.

Als Beispiel sei die Informationsflusskontrolle genannt, ein Verfahren zur Software-Sicherheitsprüfung. Seit vielen Jahren untersuchen wir, wie man modernste Programmanalyse nutzen kann, um Informationsflusskontrolle präziser und effizienter zu machen, insbesondere durch Einsatz von Programmabhängigkeitsanalysen oder Pfadbedingungen. Resultat ist der Prototyp eines Sicherheitsanalysesystems für Java-Programme, das vollen Java Bytecode behandeln kann, weniger Fehlalarme produziert als konkurrierende Projekte und bessere Information über die Ursachen von Sicherheitsverletzungen liefert. Die Arbeiten werden seit Jahren von der DFG unterstützt, und der Lehrstuhl bringt seine Projekte in neue Schwerpunktprogramme bzw. Sonderforschungsbereiche ein (z. B. SPP 1496 "Zuverlässig sichere Softwaresysteme").

In der Lehre gibt es im Masterstudium die Vorlesungen Sprachtechnologie und Compiler 1, Sprachtechnologie und Compiler 2, Fortgeschrittene Objektorientierung,

Compilerbaupraktikum, Programmiersprachliche Anwendungen von Maschinenbeweisern und Semantik von Programmiersprachen. Geplant sind Veranstaltungen zur Software-Sicherheit, zur funktionalen und logischen Programmierung sowie Veranstaltungen in Kooperation mit den anderen Lehrstühlen des Instituts und mit dem Institut für theoretische Informatik. Im neuen Bachelor-Studiengang Informatik übernimmt der Lehrstuhl die Veranstaltung "Programmieren" und beteiligt sich federführend an "Praxis der Softwareentwicklung".

Der Lehrstuhlinhaber ist als Vorsitzender des Beirates der Universitätsprofessoren der Gesellschaft für Informatik (GIBU) auch wissenschaftspolitisch aktiv; als Sologitarrist unterstützt er das neue Fakultätsrockprojekt "MetalMint".

### **Informationsflusskontrolle mit Programmabhängigkeitsgraphen**

*(D. Giffhorn, J. Graf)*

Software kommt meistens schon als ausführbares Programm auf die Rechner. Auf welche Daten es Zugriff bekommt, hängt von den Rechten des Benutzers ab. Was ein Programm aber mit allen zugreifbaren Daten anstellt, bleibt meist im Verborgenen. Dieser Umstand wird regelmäßig von Trojanern und anderer bösartiger Software ausgenutzt, die sich als harmloses Tool tarnen, um heimlich den Benutzer auszuspionieren. Aber auch in normalen Programmen finden sich Fehler, durch die vertrauliche Daten nach außen gelangen können.

Informationsflusskontrolle analysiert Programme und stellt fest, ob vertrauliche Daten ausgespäht oder manipuliert werden können. Dazu wird das Programm in verschiedene Sicherheitsstufen, z.B. geheim und öffentlich, eingeteilt und untersucht, ob diese sich beeinflussen können. Bisherige Verfahren sind dabei aber viel zu restriktiv, so dass auch sehr viele harmlose, realistische Programme als unsicher eingestuft werden. Hinzu kommt, dass sie sich meist nicht auf existierende Programmiersprachen übertragen lassen. Mit Hilfe von sog. Programmabhängigkeitsgraphen gelingt es unserem Lehrstuhl, die Analysegenauigkeit drastisch zu erhöhen.

Unsere Analyse vollzieht sich in mehreren Phasen: Als erstes wird das Programm analysiert und daraus der Programmabhängigkeitsgraph erzeugt, der dann unabhängig von der Programmiersprache weiter verarbeitet werden kann. Von der Genauigkeit dieser Analyse hängt die Präzision des ganzen Verfahrens entscheidend ab. Deswegen wurden am Lehrstuhl neue Verfahren entwickelt, die moderne und weit verbreitete Sprachen wie Java oder C detailliert modellieren.

Im zweiten Schritt ist der erzeugte Graph selbst Gegenstand der Analyse: Slicing-Verfahren traversieren ihn und bestimmen automatisch, welche Teile des Programms eine bestimmte Stelle im Programm beeinflussen können. Als Anwendung kann man damit bspw. in einem weiteren Schritt bestimmen, ob geheime Informationen an dubiose Kanäle im Internet verschickt werden könnten. Werden keine solchen illegalen Beeinflussungen entdeckt, ist das Programm garantiert sicher. Auch hier gilt es, diese Verfahren gleichzeitig präzise und effizient zu gestalten.

Wird ein möglicher illegaler Fluss angezeigt, kann mit den am Lehrstuhl entwickelten Pfadbedingungen eine Formel generiert werden, die für den Informationsfluss notwendig ist. Ist diese Formel lösbar, berechnet ein sog. Constraint Solver einen Satz möglicher Eingaben für das Programm (einen sog. Zeugen), die den illegalen Fluss auslösen. Stellt sich aber heraus, dass diese Formel keine Lösung besitzt, ist die gemeldete Verletzung nur ein falscher Alarm und kann ignoriert werden. Dadurch können wiederum mehr realistische Programme als sicher zertifiziert werden als durch Slicing alleine.

Kann ein Programm auf mehreren Prozessorkernen gleichzeitig rechnen, was von aktuellen Multicoreprozessoren ermöglicht wird, gestaltet sich die Programmanalyse deutlich komplizierter. Am Lehrstuhl wurden deswegen gezielt Analysen entwickelt, die auch die präzise Informationsflusskontrolle von solch nebenläufigen Programmen erlauben. Neben der eigentlichen Analyse des Programms kommt es hier auch entscheidend auf präzise Slicingalgorithmen an.

### **Quis custodiet ipsos custodes?**

*(A. Lochbihler, D. Lohner, D. Wasserrab)*

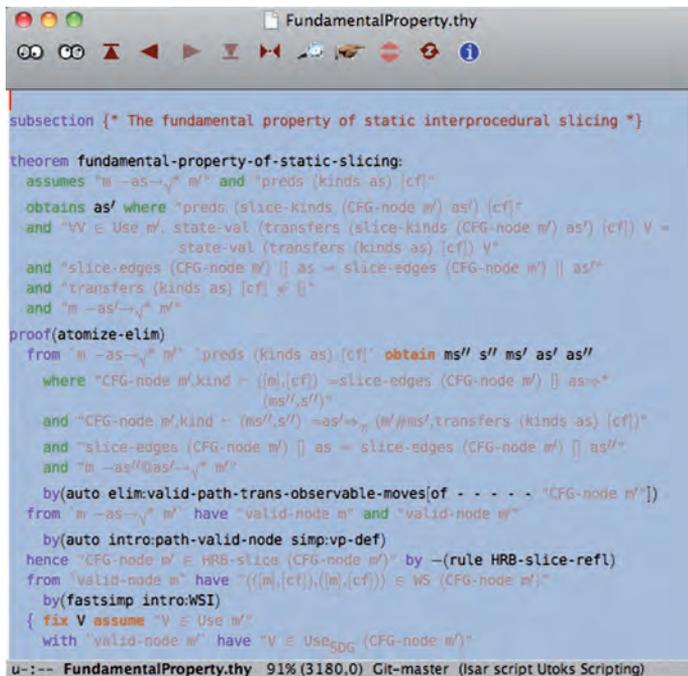
Software-Sicherheitsanalysen sind heute unverzichtbar. Aber: Quis custodiet ipsos custodes? Soll heißen: Wer bewacht die Wächter? Die theoretischen Korrektheitsforderungen an Sicherheitsanalysen sind seit langem bekannt, aber viele Verfahren werden ohne Korrektheitsbeweis publiziert, etliche nur mit einem manuellen. Maschinengeprüfte Korrektheitsbeweise gibt es nur für einige einfache Verfahren zur Software-Sicherheitsprüfung. Um diesen Mangel zu beheben, sollen maschinengeprüfte Korrektheitsbeweise für neue präzise Techniken (teils hier am Lehrstuhl entwickelt) für sprachbasierte Softwaresicherheitsprüfungen, im Speziellen für die Informationsflusskontrolle (IFC), erstellt werden. IFC verwendet die Semantik eines Programms, um illegale Informationsflüsse zu erkennen, z.B. die Herausgabe von geheimer Information an die Öffentlichkeit. Mittels IFC lassen sich z.B. Trojaner und Keylogger erkennen, die geheime Daten des Systems ausspionieren und über das Internet an die Öffentlichkeit verschicken.

Zur Formalisierung der entsprechenden Algorithmen und Korrektheitsaussagen wird der Theorembeweiser Isabelle/HOL verwendet. Für diesen Theorembeweiser existieren bereits formale Semantiken für die Kerne von Java (inklusive Compiler und JVM) und C++. Die Java Semantik wurde von uns um Arrays und Threads erweitert, sowohl auf Quell- als auch auf Bytecodeebene; die Korrektheit der Semantiken wurde auch für die Erweiterungen gezeigt. Die Verifikation des erweiterten Compilers erforderte einen neuen Beweisansatz, der es uns nun ermöglicht, einfach Ergebnisse der Programmanalysen zwischen Quell- und den erzeugten Bytecodeprogrammen zu übertragen.

Eine grundlegende Programmanalyse, die in der IFC Verwendung findet, ist Slicing. Nachdem bereits ein sprachunabhängiges Framework für dynamisches und statisch intra-prozedurales Slicing plus Korrektheitsbeweis in Isabelle/HOL erstellt wurde, wurde dieses Framework um den interprozeduralen Slicing-Algorithmus von Horwitz, Reps und Binkley

erweitert. Dieser Algorithmus generiert einen sehr präzisen Slice, da er kontextsensitiv ist, also zwischen verschiedenen Aufrufstellen derselben Prozedur unterscheidet. Außerdem ist er aufgrund der Vorberechnung sogenannter Summary-Informationen effizient berechenbar. Obwohl dieser Algorithmus in den verschiedensten Gebieten Anwendung findet, ermöglichte unsere Arbeit den ersten formalen Korrektheitsbeweis. Das Slicing-Framework wurde unter anderem mit der oben erwähnten Java Bytecodekernsprache instanziiert, somit konnte also die Korrektheit von kontextsensitivem statisch interprozeduralem Slicing für eine realistische Sprache gezeigt werden. Außerdem wurde ein erstes Resultat bewiesen, welches garantiert, dass Slicing vorhandene Informationsflüsse des Programms bezüglich vorhandener Nichtinterferenzdefinitionen erkennen kann.

Leider sind die aus der Fachliteratur bekannten Nichtinterferenzdefinitionen nicht ausdrucksstark genug, um die volle Mächtigkeit Slicing-basierter IFC zu beschreiben. Deswegen wird im Rahmen dieses Projekts auch eine neue, ausdrucksstärkere Nichtinterferenzdefinition entwickelt, die jedoch vorhandene Definitionen beinhaltet. So kann einerseits die Validität der neuen Definition durch Übertragung vorhandener Theoreme gezeigt werden, andererseits können aber auch präzisere Aussagen zur IFC gemacht werden und damit letztendlich die am Lehrstuhl entwickelten Techniken zur IFC korrekt bewiesen werden.



```

subsection { * The fundamental property of static interprocedural slicing * }

theorem fundamental-property-of-static-slicing:
  assumes "m -as→√* m'" and "preds (kinds as) {cf}"
  obtains as' where "preds (slice-kinds (CFG-node m') as') {cf}"
  and "∀V ∈ Use m'. state-val (transfers (slice-kinds (CFG-node m') as') {cf}) V =
    state-val (transfers (kinds as) {cf}) V"
  and "slice-edges (CFG-node m') [] as = slice-edges (CFG-node m') [] as'"
  and "transfers (kinds as) {cf} ⊆ []"
  and "m -as'→√* m'"
proof (atomize-elim)
  from "m -as→√* m'" "preds (kinds as) {cf}" obtain ms'' s'' ms' as' as''
  where "CFG-node m', kind ⊢ (|m|, {cf}) =slice-edges (CFG-node m') [] as⇒*
    (ms'', s'')"
  and "CFG-node m', kind ⊢ (ms'', s'') =as'⇒*∅ (m' ## ms', transfers (kinds as) {cf})"
  and "slice-edges (CFG-node m') [] as = slice-edges (CFG-node m') [] as'"
  and "m -as''→√* m'"
  by (auto elim: valid-path-trans-observable-moves of - - - - "CFG-node m'")
  from "m -as→√* m'" have "valid-node m" and "valid-node m'"
  by (auto intro: path-valid-node simp: vp-def)
  hence "CFG-node m' ∈ HRB-slice (CFG-node m')" by -(rule HRB-slice-refl)
  from "valid-node m" have "{(|m|, {cf}), (|m|, {cf})} ∈ WS (CFG-node m)'"
  by (fastsimp intro: WS1)
  { fix V assume "V ∈ Use m'"
    with "valid-node m'" have "V ∈ UseSDG (CFG-node m)'"
  }
  
```

u-:-- FundamentalProperty.thy 91% (3180,0) Git-master (Isar script Utok's Scripting)

Ausschnitt eines  
Isabelle-Beweises

## Firm - SSA-basierte Zwischensprachen für Übersetzer

(M. Braun, S. Buchwald)

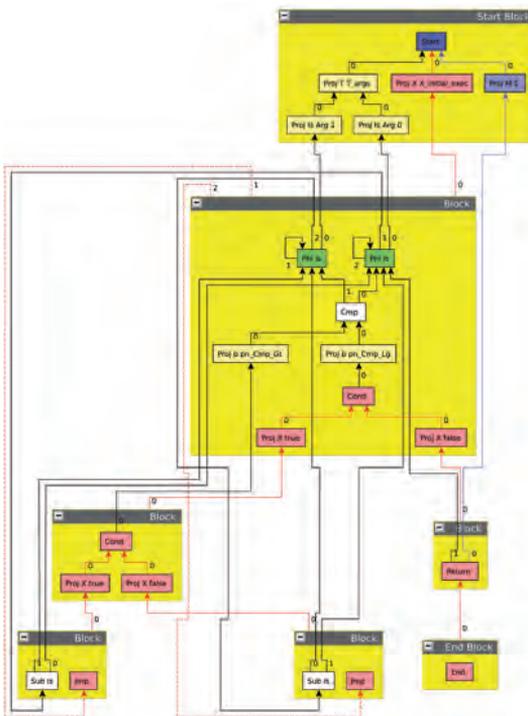
Übersetzerbau ist eine der ältesten Disziplinen der Informatik. Übersetzer bilden die Grundlage moderner Softwareentwicklung in Hochsprachen und haben direkten Einfluss auf die Geschwindigkeit der Programme. Sie sind gleichzeitig essentiell, um das Potential neuer Hardware- und Prozessorarchitekturen praktisch nutzbar zu machen.

Kern der Übersetzerbau-Aktivitäten am Lehrstuhl stellt die graphbasierte Zwischensprache Firm dar. Sie ist die Basis von C- und Java-Übersetzern und nutzt die SSA-Darstellung (engl.: static single assignment form), die besagt, dass jede Variable statisch genau eine Definition besitzt. Die am Lehrstuhl entwickelten Übersetzer sind die weltweit ersten, die auch zur Codeerzeugung SSA-Darstellung nutzen und eine mit kommerziellen Übersetzern vergleichbare Codequalität liefern.

Der Fokus liegt auf der Maschinencodeerzeugung. So wurden formale Grundlagen zur graphbasierten Befehlsauswahl gelegt und darauf aufbauend bestehende Befehlsauswahlverfahren erweitert. Desweiteren wird die SSA-Eigenschaft für neuartige Registerzuteilungsverfahren genutzt. In diesem Rahmen wurde ein sehr schneller

Algorithmus entwickelt, der Färben und Kopienminimieren in Linearzeit ermöglicht und damit für die Just-In-Time Übersetzung geeignet ist.

In Zukunft sollen Möglichkeiten zur Erkennung von größeren Mustern in Programmen untersucht werden. Auf dieser Grundlage lassen sich klassische Programmiermuster wie Divide & Conquer automatisch parallelisieren.



Darstellung eines Programms in der Zwischensprache Firm

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

**Braun, M.; Hack, S.:** Register Spilling and Live-Range Splitting for SSA-Form Programs. In: Proceedings of the International Conference on Compiler Construction. CC 2009, York, United Kingdom, 22.03.2009. S. 174 -189

**Giffhorn, D.:** Chopping Concurrent Programs. In: 9th IEEE International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation. SCAM 2009, Edmonton, Kanada, 20.09.2009. S. 13 -22

**Lochbihler, A.:** Formalising FinFuns - Generating Code for Functions as Data from Isabelle/HOL. In: Proceedings of the 22nd International Conference of Theorem Proving in Higher Order Logics, Springer, August 2009.; Hrsg.: Stefan Berghofer and Tobias Nipkow and Christian Urban and Makarius Wenzel. TPHOLs, München, 17.08.2009. Springer, 2009, S. 310 - 326

**Lohner, D.; Snelting, G.; Wasserrab, D.:** On PDG-Based Noninterference and its Modular Proof. In: Proceedings of the 4th Workshop on Programming Languages and Analysis for Security. Hrsg.: ACM Sigplan. PLAS 2009, Dublin, Ireland, 15.06.2009. S. 31 - 44

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Lochbihler, A.; Snelting, G.:** On Temporal Path Conditions in Dependence Graphs. In: Journal of Automated Software Engineering, Band Vol. 16, (2), Heft , 2009, S. 263 -290

**Interne Berichte:**

**Giffhorn, D.; Hammer, C.:** Precise Slicing of Concurrent Programs - An Evaluation of Static Slicing Algorithms for Concurrent Programs. In: Journal of Automated Software Engineering, Band Vol. 16, (2), Heft , 2009, S. 197 - 234

**Hammer, C.; Snelting, G.:** Flow-Sensitive, Context-Sensitive, and Object-sensitive Information Flow Control Based on Program Dependence Graph. In: International Journal of Information Security, Band Vol. 8, (6), 2009, S. 399 - 422

**Snelting, G.:** Informatik ist Cool ?!. In: IT - Information Technology, Band Vol. 51, Heft , 2009, S. 175 - 177

## Forschungsbereich

**Institut für Programmstrukturen und  
Datenorganisation****Programmiersysteme**

Leiter:	Prof. Dr. W. F. Tichy
Sekretärin:	R. Ghafari
Nachwuchs- gruppenleiter:	Dr. V. Pankrätius
Wiss. Mitarbeiter:	T. Gelhausen (bis 31.07.2009), A. Höfer (F), A. Jannesari Ladani, T. Karcher, D. Meder, K. Molitorisz (ab 01.09.2009), F. Otto, J. Schimmel
System- programmierer:	H. A. Herrmann
Stipendiaten:	S. Körner, C. Schäfer

## Forschungsbereich

**Software Engineering am  
Forschungszentrum  
Informatik FZI**

Leiter:	Prof. Dr. W.F. Tichy, J. Makiö
Mitarbeiter:	O. Denninger, G. Szeder

**Empirische Untersuchung leichtgewichtiger Softwareentwicklungsprozesse***(A. Höfer)*

Im Jahr 2009 wurde eine Studie veröffentlicht, in der die testgetriebenen Entwicklungsprozesse von erfahrenen und unerfahrenen Entwicklerpaaren verglichen wurden. In dieser Studie konnten wir zeigen, dass sich die testgetriebenen Entwicklungsprozesse der erfahrenen Entwicklerpaare von denen der unerfahrenen Entwicklerpaare unterscheiden: Die erfahrenen Entwicklerpaare strukturierten ihre Quelltexte deutlich häufiger um als die unerfahrenen Entwicklerpaare und nahmen dafür sogar eine längere Bearbeitungszeit für die im Rahmen der Studie zu lösende Programmieraufgabe in Kauf.

Die Daten über die testgetriebenen Entwicklungsprozesse der Entwicklerpaare wurden mit TestPulse, unserem Werkzeug zur Untersuchung der testgetriebenen Entwicklung, gesammelt und ausgewertet. Dieses Werkzeug wurde im Berichtszeitraum ebenfalls weiterentwickelt, da es in Zukunft in unseren Studien zum Thema testgetriebene Entwicklung weiter zum Einsatz kommen wird.

Weiterhin wurde mit der Datensammlung zu einer Studie begonnen, welche die testgetriebene Entwicklung mit der konventionellen Entwicklung nach dem Wasserfallmodell vergleicht. Hierbei wird TestPulse eingesetzt, um sicherzustellen, dass sich die Teilnehmer wirklich an den von ihnen geforderten Entwicklungsprozess halten.

## Die Multicore-Gruppe: Software Engineering für Multicore-Systeme

<http://www.multicore-systems.org/research/>

Multikernprozessoren stellen Softwaretechniker vor die Herausforderung, Anwendungen aller Art zu parallelisieren. Die Gruppe entwickelt alltagstaugliche Softwaretechnikmethoden für parallele Programme. Sie wird von Prof. Dr. Walter F. Tichy und Dr. Victor Pankratius geleitet und besteht aus wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Programmiersysteme sowie der Young Investigator Group, die Teil der Exzellenzinitiative ist. Die Mitarbeiter der Multicore-Gruppe arbeiteten im Jahr 2009 an folgenden Themen:

### Offline-Auto-Tuning

*(C. Schäfer, V. Pankratius)*

Die Forschungsarbeit befasst sich mit Problemstellungen im Bereich des Auto-Tuning paralleler Architekturen. Die Grundidee des Auto-Tuning wurde derart erweitert, dass nicht mehr nur algorithmische Programme, sondern auch komplexe parallele Architekturen mittels eines automatisierten Verfahrens entworfen, implementiert und optimiert werden können - unabhängig von Größe, Anwendungsgebiet oder Zielplattform der Applikation. Hierzu wurden neben einer Instrumentierungssprache zur Spezifikation von Tuning-Instruktionen im Programm Quelltext (Atune-IL) ein Verfahren für den Entwurf paralleler optimierbarer Architekturen sowie deren automatisierte Implementierung entwickelt (Atune-TA); das Konzept eines suchbasierten Auto-Tuners für parallele Architekturen rundet das Gesamtkonzept ab (Atune-OPT). Die Funktionalität der Konzepte wurde an Hand einer prototypischen Implementierung unter Beweis gestellt, während die Verfahren mittels Fallstudien evaluiert wurden. Die experimentellen Ergebnisse erwiesen sich als vielversprechend und belegen die Unentbehrlichkeit der Kombination aus Parallelisierung und Optimierung. Darüber hinaus wurden mehrere Auto-Tuning-Algorithmen entwickelt und evaluiert.

### Online-Auto-Tuning

*(T. Karcher, V. Pankratius)*

Die Entwicklung von Auto-Tuning-Werkzeugen zur automatischen Performanzoptimierung für parallele Anwendungen wurde fortgesetzt. Sie ermöglichen ein automatisches Auffinden der besten Konfiguration von Performanzparametern wie z.B. den Parallelitätsgrad auf verschiedenen Ebenen der Softwarearchitektur. Ein in das Betriebssystem eingebetteter Auto-Tuner wurde entworfen und prototypisch als Linux-Modul implementiert. Er ermöglicht die Optimierung mit Produktivdaten zur Laufzeit des Programms, d.h. die Abgrenzung zwischen der Phase des Auffindens der optimalen Parameterkonfiguration im Labor und der Performanzoptimierung während des Betriebs ist nicht mehr notwendig.

## **Dynamische Wettlauferkennung: Helgrind+**

*(A. Jannessari Ladani)*

Heutzutage ist die Fehlersuche und im Besonderen die Wettlauferkennung in parallelen Programmen sehr bedeutsam. In jüngster Vergangenheit wurden verschiedene Paradigmen und Bibliotheken für die parallele Programmierung eingeführt, wodurch Programmierer in die Lage versetzt werden, ihre Programme für parallele Plattformen zu entwickeln. Nach wie vor besteht jedoch ein großer Mangel an fortgeschrittenen und zuverlässigen Werkzeugen für die Wettlauferkennung. Heutzutage erkennen Werkzeuge zu viele vermeintliche Fehler. In manchen Fällen verpassen sie sogar Wettläufe, so dass auf den Einsatz solcher Werkzeuge verzichtet wird.

Hauptsächlich liegen diese Probleme daran, dass die Werkzeuge gar nicht alle Synchronisierungen in Programmen erkennen können. Dazu zählen unter anderem benutzerdefinierte Synchronisierungen oder Synchronisierungsprimitiven in Bibliotheken, die dem Werkzeug unbekannt sind und somit nicht gefunden werden können.

Wir haben das Werkzeug Helgrind+ entwickelt, ein universeller, dynamischer Wettlauferkenner basierend auf dem Lockset-Algorithmus und der „Geschicht-vor“-Relation. Diese Analyse eliminiert die erwähnte Unzulänglichkeit. Helgrind+ berücksichtigt die Tatsache, dass die Synchronisierungsoperationen letztendlich einfache Warteschleifen (engl. Spin Locks) verwendet, die auf das Eintreffen eines Ereignisses wartet. Deswegen kann Helgrind+ verschiedene Synchronisierungsoperationen detektieren, die in Programmen vorkommen. Unsere empirischen Ergebnisse zeigen, dass Helgrind+ für real bestehende Applikationen praktikabel ist und sowohl die Zahl vermeintlicher Fehler als auch die Zahl verpasster Wettläufe deutlich verringert.

## **Echtzeitwettlauferkennung mit TachoRace**

*(J. Schimmel, V. Pankratius)*

Dynamische Wettlauferkenner bremsen die Geschwindigkeit einer parallelen Anwendung oft deutlich aus, da sie alle Speicherzugriffe einzeln überwachen. Darüber hinaus treten viele Wettlaufsituationen erst zur Laufzeit im Produktivbetrieb auf. Wir haben explorativ mehrere Ansätze evaluiert, die Wettlauferkennung und Fehlerkorrektur während der Programmlaufzeit ermöglichen. Es wurde ein erster Prototyp namens TachoRace implementiert.

## **Spracherweiterungen zur Entwicklung von Multicore-Applikationen**

*(F. Otto, V. Pankratius)*

Die Entwicklung paralleler, performanter Software ist bisher ein schwieriges und fehleranfälliges Unterfangen. Vorherrschende Programmiersprachen wie C++ oder Java bieten Parallelität meist nur auf niedriger Abstraktionsebene in Form von Ausführungsfäden. Damit besteht zum einen ein hohes Risiko an schwer zu findenden Synchronisierungsfehlern, zum anderen gestaltet sich der Prozess der Performanzoptimierung sehr aufwändig. Um dieses Problem zu lösen, werden am Lehrstuhl Spracherweiterungen für das objektorien-

tierte Programmiermodell entwickelt, mit denen Parallelität auf hoher Abstraktionsebene ausgedrückt werden kann. Der Prototyp ist XJava, eine Erweiterung von Java. Aufgabenparallelität, Master/Worker oder Fließbänder können so einfach und effizient implementiert werden. Der Übersetzer extrahiert dabei Kontextwissen, um das Programm mit Hilfe von Heuristiken an eine bestimmte Zielplattform anzupassen und performant auszuführen. Aus Sicht des Programmierers wird der Programmcode kürzer, verständlicher und damit weniger fehleranfällig. Der Aufwand für Performanzoptimierung wird zugleich deutlich reduziert; die erreichte Performanz liegt im Mittel nah am experimentell bestimmten Optimum.

### **Studie zur werkzeugunterstützten Parallelisierung von sequentiellem Quellcode**

*(K. Molitorisz)*

Im Rahmen des Workshops „Verlässliche Software für kritische Infrastrukturen“ wurde die Parallelisierbarkeit von sequentiellem Quellcode für moderne, parallele Plattformen untersucht. Insbesondere sind dabei Abhängigkeiten im Kontroll- und Datenfluss zu untersuchen. Bei dieser Studie stand im Vordergrund, stark kohärente Datenabhängigkeiten auf Parallelisierbarkeit zu untersuchen. Ein automatischer Löser für das Erfüllbarkeitsproblem (SAT-Löser) diente als Anwendungsbeispiel. Im Rahmen dieser Arbeit wurden mit der Parallelisierung des Algorithmus sowie der parallelen Ausführung unterschiedlicher Instanzen zwei unterschiedliche Herangehensweisen verglichen und die für dieses spezielle Problem angemessener Parallelisierungsstrategie evaluiert.

Dieses Wissen soll im Laufe des Jahres 2010 dazu genutzt werden, den Softwareingenieur bei der Überführung sequentiellen in parallelen Code durch heuristisch vorbestimmte Entwurfsmuster zu unterstützen.

### **Fallstudien zur Parallelisierung**

*(V. Pankratius, F. Otto)*

Im Jahr 2009 wurden drei umfangreiche Fallstudien durchgeführt. Mehrere Teams nahmen an einer Studie teil, die das Transactional Memory-Programmiermodell mit dem sperrenbasierten Programmiermodell im Rahmen eines Projekts zur Desktop-Suche verglichen hat. Erste Ergebnisse zeigen, dass trotz der Vorurteile in der Literatur die Performanz von Transactional Memory für eine realistische Anwendung nicht schlechter sein muss und je nach Entwurfsentscheidung sogar besser sein kann als beim reinen Programmieren mit Sperren. Darüber hinaus wurde in einer Kooperation mit SAP der Routenplaner in der SAP Business Suite erfolgreich parallelisiert. Eine Diplomarbeit konnte für reale Kundenszenarien eine fast 24-fache Beschleunigung auf einem 24-Kern Rechner erreichen und wurde mit dem Objektforum Förderpreis prämiert. In Zusammenarbeit mit der Firma Agilent konnte gezeigt werden, dass industrielle Signalverarbeitungsalgorithmen erfolgreich auf Grafikkarten parallelisiert werden können, der Programmieraufwand dafür jedoch noch beträchtlich ist. Eine weitere umfangreiche Fallstudie wurde mit XJava für mehrere

Aufgabenstellungen durchgeführt; hier wurde die Verständlichkeit der stromorientierten Programmierung mit Teilnehmern erprobt. Die Ergebnisse deuten an, dass die in XJava eingeführten Konstrukte das Fehlerpotenzial bei der parallelen Programmierung reduzieren.

### Außeruniversitäres Engagement

(V. Pankratius, W. F. Tichy)

Die Gruppe engagiert sich weiterhin aktiv im internationalen Arbeitskreis Software Engineering for Parallel Systems (SEPARS) in der Gesellschaft für Informatik. Die Mitbegründer Dr. Pankratius und Prof. Dr. Tichy sind Mitglied des Leitungsgremiums. Dr. Pankratius wurde zum Sprecher des inzwischen über 100 Mitglieder zählenden Arbeitskreises gewählt.

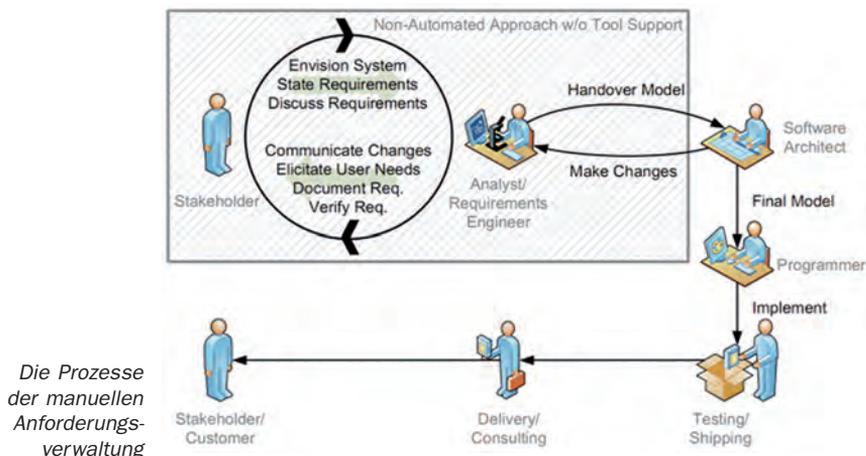
Die Organisation der Workshopreihe "International Workshop on Multicore Software Engineering" wurde für die ICSE2009, der weltweit größten Softwaretechniktagung, fortgesetzt. Für dieselbe Tagung wurde auch ein Tutorium vorbereitet, das in Kooperation mit Intel gehalten wurde.

### Forschungsgruppe RECAA

(T. Gelhausen, S. Körner)

Seit 2006 arbeitet die Forschungsgruppe RECAA am IPD Tichy an der Automatisierung der Anforderungsermittlung, die eine der wichtigsten Disziplinen im Bereich der Softwareentwicklung darstellt. Studien zeigen, dass rund 70% aller Fehler, die während der Softwareentwicklung auftreten, auf mangelhafte Anforderungen zurückzuführen sind.

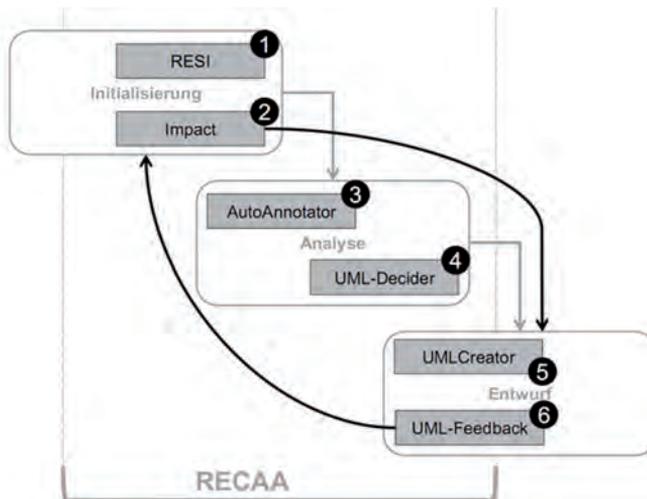
2006 bis 2008 konnten wir bereits zeigen, dass UML Domänenmodelle aus natürlich-sprachlichen Texten erstellt werden können. Hierbei wurden neben linguistischen Konzepten auch Ontologien angewandt, die Allgemeinwissen in die Entscheidungssysteme



der Software einbeziehen. Im Rahmen dieser Arbeiten wurde klar, dass viele Probleme in textuellen Spezifikationen direkt von fehlerhaftem Einsatz der Sprache herrühren. Hierbei sind vor allem Mehrdeutigkeiten, Synonyme und unvollständig spezifizierte Sätze problematisch.

2009 konnten wir mit RESI (Requirements Engineering Specification Improver) ein Werkzeug fertigstellen, dessen Konzept wir auf der SEKE 2009 (Software and Knowledge Engineering Conference) vorstellten und dessen finale Implementierung auf die ICSC 2009 (International Conference of Semantic Computing) präsentiert wurde. Zusätzlich wurde die Arbeit im IJSC (International Journal of Semantic Computing) aufgenommen und erscheint dort 2010 im Druck.

RESI hilft dem Analysten, Texte zu analysieren und zeigt die möglichen Schwachstellen und Fehler in natürlicher Sprache in den jeweiligen Texten auf. Hierbei benutzt es eine einfache Nutzerschnittstelle, die es ermöglicht, Texte schnell und effektiv zu überprüfen. Die Evaluierung bekannter fehlerhafter Texte im Bereich der Anforderungsermittlung zeigte, dass RESI ähnlich gute Erkennungsraten hat, wie seine menschlichen Pendants. Allerdings ist das Werkzeug schneller und bei langen Texten präziser.



Die Werkzeuge in RECAA und deren Einsatz im Entwicklungszyklus

### Ausblick

Das Projekt RECAA soll die erste vollständige Abbildung der Anforderungsprozesse auf unterstützende Software verwirklichen. Hierzu gehören folgende prototypische Werkzeuge:

1. RESI: Halbautomatische Korrektur von textuellen Spezifikationen durch den Einsatz von Allgemeinwissen in Ontologien.
2. ImpactAnalyzer: Prüfung möglicher Auswirkungen von Änderungen an der textuellen

Spezifikation auf das Softwaredomänenmodell.

3. AutoAnnotator: Ermöglicht die automatische Annotierung impliziter Semantik zur korrekten Interpretation natürlichsprachlicher Texte. Lediglich die Syntax in natürlichsprachlichen Texten genügt nicht, um daraus korrekte Modelle zu erstellen. Hierfür ist Semantik nötig, die heutzutage aber nur vom Menschen verstanden wird.
4. UML-Decoder: Bei der Überführung von Elementen aus textuellen Spezifikationen in UML-Modellelemente wird zusätzliches Wissen erzeugt, welches über Ontologien nutzbar gemacht werden kann. Erste Arbeiten am UML-Decoder zeigen, dass die Qualität von automatisch erzeugten UML Modellen hierdurch stark verbessert werden kann.
5. UML-Creator: Automatisierte Erzeugung von UML-Modellen aus textuellen Spezifikationen und deren annotierter Semantik.
6. UML-Feedback: Wenn im UML-Modell eines Softwareentwurfs etwas geändert wird, so kann dies Auswirkungen auf die eigentliche Spezifikation haben (löschen/ändern/hinzufügen von Elementen im UML-Modell). Diese Auswirkungen werden automatisiert in den Spezifikationstext überführt.

## **Die Forschungsgruppe am Forschungszentrum Informatik (FZI)**

Am FZI wurde im vergangenen Jahr ein strategisches Projekt zur Bilderkennung im Straßenverkehr initiiert und Anfang 2010 gestartet. Ziel ist die Weiterentwicklung von Verfahren zur Erkennung von Fahrzeugumgebung und Verkehrssituation. Im Mittelpunkt steht dabei der Einsatz von Mehrkernprozessoren. Als Entwicklungsplattformen kommen Intel x86 und Tileria Tile64 zum Einsatz. Das Projekt wird von vier verschiedenen Abteilungen am FZI durchgeführt und hat eine Laufzeit von zwei Jahren.

## **JEOPARD - Java Environment for Parallel Realtime Development**

*(G. Szeder)*

Im EU Forschungsprojekt JEOPARD wird eine plattformunabhängige Entwicklungsschnittstelle für Echtzeitsysteme mit Mehrkernprozessoren entwickelt. Dabei werden alle Schichten der Entwicklung abgedeckt: Von der Prozessorarchitektur über das echtzeitfähige Betriebssystem und die virtuelle Maschine von Java bis hin zu Analysewerkzeugen. Hierdurch wird es möglich, die zusätzliche Rechenleistung von mehreren Prozessorkernen auch in Systemen mit harten Echtzeitbedingungen auszunutzen.

Im Rahmen des Projekts wird am FZI das Unit Testing-Rahmenwerk JUnit weiterentwickelt. Damit soll auch das Testen von mehrfädigen Anwendungen unterstützt werden. Die entwickelte Rahmenarchitektur verwendet Modelprüfungstechniken, um mehrfädige Unit Tests in unterschiedlichen Abläufen auszuführen. So lassen sich Nebenläufigkeitsfehler aller Art erkennen, ohne den Entwickler mit Meldungen über vermeintliche Fehler abzulenken.

## Softwareanierung und Migration von bestehenden Anwendungen

(J. Mäkiö)

Im Rahmen des Projektes „Migration von UIS Centura Fachanwendungen nach Java“ erstellte das FZI für die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) Aufwandsabschätzungen für beabsichtigte Migrationen von Centura-Fachanwendungen in Java.

## Projekt zu Beschleunigung von Gesichtserkennern durch Parallelisierung

(J. Mäkiö)

Das FZI hat in Zusammenarbeit mit dem Institut für Anthropomatik des KIT sowie dreier Industriepartner ein BMBF-Projekt zur Parallelisierung von Gesichtserkennungs-algorithmen erhalten. In diesem Projekt sollen die vorhandenen Verfahren beschleunigt sowie deren Erkennungsqualität gesteigert werden. Das Projekt hat eine Laufzeit von zwei Jahren und startet im Mai 2010.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>Betz, S.; Mäkiö, J.:</b> On Educating Globally Distributed Software Development - a Case Study. In: Proceedings of the 24th International Symposium on Computer and Information Sciences. Hrsg.: IEEE. 24th International Symposium on Computer and Information Sciences, Zypern, 14.-16.09.2009. S. 490-495</p>   | <p>IEEE. ICSC 2009 Conference, Berkley, U.S.A., 14.-16.09.2009</p>  |
| <p><b>Brumm, T.; Körner, S. J.:</b> Improving Natural Language Specifications with Ontologies. In: Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering &amp; Knowledge Engineering. Hrsg.: Knowledge Systems Institute Graduate School. Software Engineering &amp; Knowledge Engineering (SEKE'2009), Boston, U.S.A., 1.-03.07.2009. S. 552-557</p> | <p><b>Jannesari, A.; Kaibin B.; Pankratius, V.; Tichy, W. F.:</b> Helgrind+: An efficient dynamic race detector. In: IEEE International Symposium on Parallel Distributed Processing (IPDPS). 23rd IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing, Rom, Italien, 23.-29.05.2009. S. 1-13</p> |
| <p><b>Brumm, T.; Körner, S. J.:</b> RESI - A Natural Language Specification Improver. In: Proceedings of the IEEE ICSC 2009. Hrsg.:</p>  | <p><b>Otto, F.; Pankratius, V.; Tichy, W. F.:</b> High-level multicore programming with XJava. In: 31st International Conference on Software Engineering. Vancouver, Kanada, 16.-24.05.2009. S. 319-322</p>   |
|  | <p><b>Otto, F.; Pankratius, V.; Tichy, W. F.:</b> XJava: Exploiting Parallelism with Object-Oriented Stream Programming. In: Euro-Par 2009 Parallel Processing. Euro-Par 2009 Parallel Processing, Delft, Niederlande, 25.-28.08.2009. Springer, 2009, S. 875-886, (LNCS; 5704)</p>                               |

## Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation

Leiter: Prof. em. Dr. h.c. P. Lockemann

Forschungsbereich am Forschungszentrum Informatik (FZI):

Abteilungsleiter: Dr. W. Kazakos

Sekretärin: H. Döhmer

Wiss. Assistent: J. Kleb

Akadem. Mitarbeiter: D. Anicic, V. Bicer (ab 31.12.2009), J. Bock, S. Braun, D. Gallus, S. Grimm, H.-J. Happel, M. Hefke, J. Ma, G. Nagypal, J. Nimis, H. Paoli, A. Schmidt, S. Sen, P. Tomczyk, A. Walter (F), P. Wolf, V. Zacharias

Gastwissenschaftler: J. Lemcke

Forschungsbereich

**Projektgruppe Verteilte Informationssysteme**

Forschungsbereich

**Systeme der Informationverwaltung am Forschungszentrum Informatik (FZI)**

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

(G. Nagypal, A. Walter)

IMAGINATION soll die Suche nach geeigneten Bildern in Bildarchiven zielsicherer gestalten. Für die Suche nach gesamten Bildern werden dazu semantische, ontologie-basierte Suchverfahren eingesetzt. Da die wesentliche Information aber häufig in Bildteilen steckt, baut eine fortgeschrittene Suche zusätzlich auf Navigation auf. Wird einem Benutzer etwa ein Bild mit zwei Politikern angezeigt, werden ihm die Namen der abgebildeten Personen genannt, wenn er über diese Bildteile navigiert. Von diesen Bildteilen kann er dann beispielsweise zu Bildern gelangen, welche die jeweilige Person bei einem anderen Ereignis zeigen. Der Zeitaufwand zur Erstellung semantischer Beschreibungen von Bildinhalten wird mit einer Reihe automatisierter Verfahren drastisch reduziert. Dazu zählen etwa Erkennung von Bildteilen und Gesichtern verbunden mit einer Ähnlichkeitssuche nach Teilen in anderen Bildern und anschließender Verlinkung, der automatischen Extraktion von Annotationen aus Begleittexten und der Integration der annotierten Bilder (die sog. *imagenotions*) in domänenspezifische Ontologien.

Das Projekt wurde 2009 erfolgreich abgeschlossen und das Spin-Off-Unternehmen *Imagenotion UG* gegründet, das das Projektergebnis als Werkzeug für Bildagenturen weiterentwickelt und anpasst.

## **MATURE - Continuous Social Learning in Knowledge Networks**

*(S. Braun, C. Kunzmann, A. Schmidt)*

MATURE ist ein Integrierendes Projekt (IP) EU-Projekt, das die Entwicklung neuer Formen kontinuierlichen Lernens am Arbeitsplatz fördert. MATURE verbindet Erkenntnisse aus E-Learning und dem Erfolg von community-getriebenen Web 2.0-Ansätzen. Die an MATURE beteiligten Forscherinnen und Forscher ergänzen nun die im kollaborativen Prozess entstehende Dynamik der Wissensproduktion durch eine neue Form von organisationaler Führung. Bei dieser Organisation betrachtet MATURE die verschiedenen Lernprozesse als miteinander verwoben und aufeinander aufbauend, so dass sich ein Reifungsprozess ergibt, in dem das Wissen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern kontinuierlich heranreifen kann.

Im Rahmen des Projektes wurde eine groß angelegte internationale empirische Studie durchgeführt, um die Probleme der Wissensreife in der Praxis besser zu erfassen, an der das FZI maßgeblich beteiligt war und sich insbesondere auf die motivationalen Barrieren konzentrierte. Parallel dazu wurden neue Ansätze für das agile Kompetenzmanagement entwickelt, die auf People Tagging (Anwendung von Social Bookmarking auf Personen) und kollaborativer leichtgewichtiger Ontologieentwicklung aufbauen. (<http://mature-ip.eu>)

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

*(A. Schmidt, P. Wolf)*

SOPRANO ist ein EU-Forschungsprojekt im Bereich Ambient-Assisted Living (AAL), das durch eine technische Infrastruktur älteren Menschen länger ein unabhängiges Leben in ihrer gewohnten Umgebung ermöglichen soll. Technischer Kern der Infrastruktur ist eine Ambient Middleware, 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 ontologiegestützten dienstorientierten Ansatz auf der Basis von OSGi gesetzt, um so ein offenes System zu erstellen.

Aus dem Projekt heraus wurde zusammen mit der CAS AG in Karlsruhe und der Friedrich-Schiller-Universität Jena das Open-Source-Projekt openAAL gestartet (<http://openaal.org>), das die erste allgemein verfügbare semantische Middleware für AAL darstellt. Sie wurde bereits in mehreren Living-Labs erfolgreich eingesetzt. Darunter war auch das Living Lab des FZI, das eingebettet ist in die interdisziplinäre strategische Initiative Ambient Assisted Living am FZI (<http://aal.fzi.de>, <http://www.soprano-ip.org>).

## **LogoTakt - Technologien und Prozesse für robuste und getaktete Logistiknetzwerke**

*(J. Nimis, N. Pulter)*

"LogoTakt" beschäftigt sich mit den Möglichkeiten zur Vermeidung und Verlagerung von Straßentransporten durch Nutzung offener, getakteter und robuster Logistiknetzwerke. Produktion und Beschaffung sollen im Gesamtvolumen nivelliert und partnerschaftlich in Taktprozessen betrieben werden. In diesen abgestimmten Systemen werden allerdings die Sendungsmengen tendenziell kleiner und es besteht die Befürchtung ansteigender LKW-Fahrten. In "LogoTakt" wird eine Konsolidierung von Transporten und Taktung von Warenströmen angestrebt, so dass sie im Hauptlauf etwa über die Schiene befördert werden können. Hierfür sollen Geschäftsmodelle, Prozesse und Werkzeuge entwickelt werden, die die geforderte Pünktlichkeit und Robustheit in zunehmend multimodalen Netzwerken sicher stellen und gleichzeitig das Potenzial zur Konsolidierung von Transporten im Stückgut- und Teilladungsbereich erhöhen und ausbauen. Getaktete Logistiknetze sind allerdings gegen Abweichungen und Störungen besonders empfindlich. Der Forschungsbereich IPE am FZI entwickelt dazu ein mehrstufiges, auf eingeplanten Reserven (den sog. Puffern) beruhendes Störungsmanagement.

## **KEWA: Enviro-SOA - Dienstplattform für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg**

*(H. Paoli)*

KEWA ist eine vom Umweltministerium Baden-Württemberg initiierte Kooperation zur Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche. Das FZI unterstützt KEWA beim Aufbau einer zukunftsweisenden SOA-Infrastruktur für das Umweltinformationssystem. Ursprünglich wurde am FZI mit UIS-UDDI ein leistungsfähiges Dienstverzeichnis konzipiert, welches sowohl die aktuellen technischen Standards als auch die hohen fachlichen Anforderungen der Anwender aus dem Umweltbereich berücksichtigt. Ab 2009 wurde mit dem Projekt "Enviro-SOA" das Ziel verfolgt, das Dienstverzeichnis zu einer kooperativen Dienstplattform für Umweltexperten auszubauen. Die Plattform soll Fachanwender in die Lage versetzen, im Dialog mit dem System durch Kombination existierender Dienste neue, personalisierte Dienste zu erstellen und diese dem Dienstpool hinzuzufügen, ohne dass hierfür spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der Software-Entwicklung nötig wären. Die neuen Dienstbeschreibungen können automatisch initialisiert und dann schrittweise durch mehrere Anwender ergänzt werden. Grundlage ist die Verbindung semantischer Techniken mit den Möglichkeiten des "social net".

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Paoli, H.; Heißler, W.; Ebel, R.; Schild, M.:** Enviro-SOA Dienstplattform für das UIS Baden-Württemberg. In: Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen, Phase IV 2008/09. Hrsg.: Mayer-Föll, R.; Keitel, A.; Geiger, W., 2009, S. 141-148

**Paoli, H.; Schmidt, A.; Lockemann, P. C.:** User-Driven SemanticWiki-based Business Service Description. In: Networked Knowledge - Networked Media: Integrating Knowledge Management, New Media Technologies and Semantic Systems. Hrsg.: Schaffert, S.; Tochtermann, K.; Pellegrini, T.; Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 269-284

**Schmidt, A.; Hinkelmann, K.; Linstaedt, S.; Maier, R.; Riss, U.:** Conceptual Foundations for a Service-oriented Knowledge and Learning Architecture: Supporting Content, Process and Ontology Maturing. In: Networked Knowledge - Networked Media: Integrating Knowledge Management, New Media Technologies and Semantic Systems. Hrsg.: Schaffert, S.; Tochtermann, K.; Pellegrini, T.; Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 79-94

**Zacharias, V.; Braun, S.; Schmidt, A.:** Social Semantic Bookmarking with SOBOLEO. In: Handbook of Research on Web 2.0, 3.0 and X.0: Technologies, Business, and Social Applications. Hrsg.: Murugesan, S.;

Hershey: IGI Global, 2009, S. 225-241

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Braun, S.; Schora, C.; Zacharias, V.:** Semantics to the Bookmarks: A Review of Social Semantic Bookmarking Systems. In: Proceedings of I-KNOW 09 and I-SEMANTICS 09. Hrsg.: Paschke, A.; Weigand, H.; Behrendt, W.; Tochtermann, K.; Pellegrini, T.; 5th International Conference on Semantic Systems, Graz, Austria, 02.-04.09.2009. Technische Universität Graz, 2009, S. 445-454

**Kunzmann, C.; Schmidt, A.; Braun, V.; Czech, D.; Fletschinger, B.; Kohler, S.; Lüber, V.:** Integrating Motivational Aspects into the Design of Informal Learning Support in Organizations. In: International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies. Graz, Austria, 02.-04.09.2009. S. 259-267

**Schmidt, A.; Wolf, P.; Klein, M.; Balfanz, D.:** SOPRANO Ambient Middleware: Eine offene, flexible und markt-orientierte semantische Dienstplattform für Ambient Assisted Living. In: 2. Deutscher Kongress Ambient Assisted Living. Berlin, 28.-29.01.2009. VDE Verlag, 2009

**Wolf, P.; Schmidt, A.; Klein, M.:** Applying Semantic Technologies for Context-Aware AAL Services: What we can learn from SOPRANO. In: Workshop on Applications of Semantic Technologies 09. Lübeck, Germany, 02.10.2009 (Lecture Notes in Informatics)

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Braun, S.; Schmidt, A.; Zacharias, V.:** Mit Social Semantic Bookmarking zur nützlichen Ontologie. In: i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Band 8, Heft , 2009, S. 12-19

Forschungsbereich

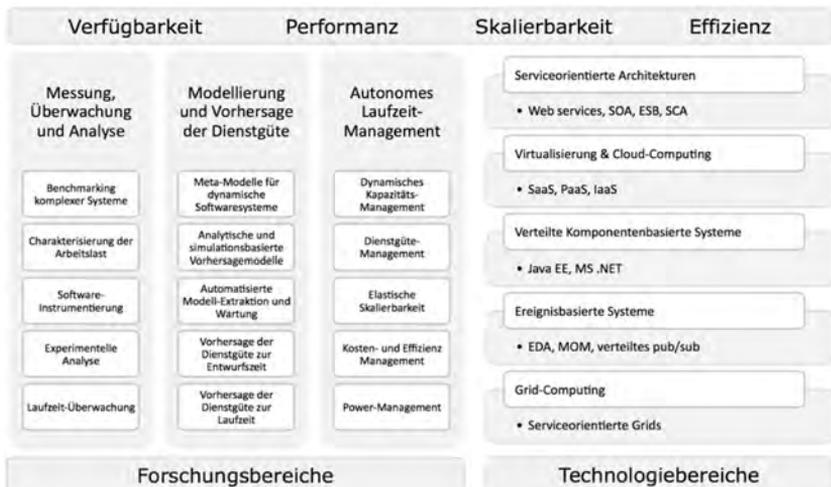
**Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation**

**DFG Emmy-Noether  
Nachwuchsgruppe  
“Descartes”**

Leiter: Dr. S. Kounev  
 Sekretariat: E. Kienhöfer  
 Akadem. Mitarbeiter: F. Brosig, N. Huber

Die DFG Emmy Noether Nachwuchsgruppe Descartes forscht im Rahmen des Descartes Forschungsprojektes an neuen Ansätzen zur ingenieurmäßigen Entwicklung und Management komplexer verteilter Software-Systemen. Das Ziel ist, die Systeme in die Lage zu versetzen, Änderungen in ihrer Umgebung automatisch zu registrieren und die Auswirkung solcher Änderungen auf ihre nichtfunktionalen Dienstgüte-Eigenschaften (Performanz, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, usw.) vorherzusagen. Die Systeme sollen sich automatisch an solche Änderungen anpassen, um eine akzeptable Dienstgüte und eine effiziente Ressourcenauslastung zu gewährleisten. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Techniken bilden die Basis für den Betrieb virtualisierter Cloud-Computing-Ansätze in modernen Rechenzentren und bei Service-Anbietern. Insbesondere durch eine wesentlich effizientere Nutzung von Rechen-Ressourcen können mit diesen Ansätzen neben anderen Vorteilen auch deutliche Energieeinsparungen erreicht werden. Für die Realisierung dieser Vision setzen wir dynamische Vorhersagemodelle ein, die zur Laufzeit aus Informationen über die evolvierende Systemkonfiguration automatisch erzeugt werden.

Die Forschungsbereiche der Nachwuchsgruppe sowie die Technologiebereiche die im Fokus stehen sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst:



## **Dynamische Dienstmodelle zur Performanz-Vorhersage zur Laufzeit**

*(F. Brosig)*

Mit der Performanz-Vorhersage zur Systemlaufzeit beschäftigt sich Fabian Brosig in seinem Dissertationsvorhaben. Hierfür werden dynamische Performanz-Modelle entwickelt, die automatisch extrahiert und während der Systemlaufzeit automatisch aktualisiert werden. Die Modelle beschreiben die Performanz-relevanten Beschaffenheiten der Systeme auf der Ebene der Softwarearchitektur. Zur Ermittlung von Vorhersagen der System-Performanz werden die dynamischen Modelle je nach Anforderung an Vorhersagegeschwindigkeit und -genauigkeit in Vorhersagemodelle transformiert, die anschließend simulativ oder analytisch gelöst werden.

Existierende Ansätze zur Performanz-Vorhersage während der Systemlaufzeit basieren auf einfachen Modellen, welche die Softwarearchitektur ausblenden und zum Beispiel Middleware-Eigenschaften oder Servicekompositionen nicht abbilden, sondern Dienste als "Black Boxes" beschreiben. Ansätze zur Performanz-Vorhersage während der Entwurfszeit hingegen nutzen Modelle der Softwarearchitektur, die mit Performanz-relevanten Verhaltensbeschreibungen annotiert werden. Diese Modelle eignen sich gut zur Vorhersage eines fixen Konfigurationsszenarios, bilden dynamische Aspekte des Softwaresystems jedoch nur unzureichend ab.

Die in diesem Dissertationsprojekt zu entwickelnden dynamischen Performanz-Modelle sollen durch die Konvergenz von Performanz-Messung und -Modellierung die Möglichkeit eröffnen, für heutige dienstorientierte Softwaresysteme während der Systemlaufzeit kontextsensitive Performanz-Vorhersagen abzuleiten, die für ein effizientes Performanz- und Ressourcenmanagement Bedingung sind.

## **Autonomes Ressourcenmanagement zur Laufzeit**

*(N. Huber)*

Der zweite Teil des Descartes Forschungsprojekts und damit die Dissertation von Nikolaus Huber beschäftigen sich mit autonomem Ressourcenmanagement in dienstorientierten Softwaresystemen. Ziel ist, die Dynamik solcher Systeme zu nutzen, um die Systeme zur Laufzeit an Veränderungen in ihrer Umgebung anzupassen. Trotz dieser Anpassungen soll aber die geforderte Performanz der bereitgestellten Dienste weiterhin gewährleistet werden.

Existierende Ansätze haben u.a. das Problem, dass sie auf relativ einfachen Modellen basieren, welche die dynamischen Aspekte wie z.B. Nutzungsprofile nicht adäquat berücksichtigen oder die Dienste nur als „Black-Box“ modellieren. Daher sind die Möglichkeiten eines dynamischen Ressourcenmanagements sehr begrenzt. Deshalb sollen die im ersten Teil des Forschungsprojekts erstellten dynamischen Modelle genutzt werden, um Vorhersagen über die Performanz des Systems zu machen und daraus Entscheidungen über das Ressourcenmanagement abzuleiten. Damit dieser Teil des Forschungsprojekts zusammen mit dem ersten erarbeitet werden kann, werden zu Beginn manuell erstellte Modelle verwendet werden, die mit dem Fortschritt des Projekts schrittweise in die automatisch

erzeugten Modelle überführt werden. Weitere in diesem Teil des Projekts zu untersuchenden Aspekte und Herausforderungen sind u.a. autonome Reservierung und Allokation von Ressourcen, autonome Re-Konfiguration von Systemen, Dienstgüte-Vermittlung und dynamische Komposition von Diensten sowie automatisierte Modellkalibrierung zur Laufzeit.

Der Zweck, der im zweiten Teil des Forschungsprojekts entwickelten Methoden und Konzepte ist die Nutzung der im ersten Teil entwickelten dynamischen Modelle zur Adaption eines dienstorientierten Softwaresystems an seine dynamische Umgebung. Ziel ist zum einen, die Performanz des Systems bei Veränderung vorherzusagen um darauf entsprechend reagieren zu können. Zum Anderen sollen dabei vorhandene Ressourcen so effizient wie möglich genutzt werden, um Energie und Kosten einzusparen.

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

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

**Brosig, F.; Kounev, S.; Krogmann, K.:**

Automated Extraction of Palladio Component Models from Running Enterprise Java Applications. In Proceedings of the 1st International Workshop on Run-time models for Self-managing Systems and Applications (ROSSA 2009). In conjunction with Fourth International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools (VALUE-TOOLS 2009), Pisa, Italien, 19.10.2009. ACM, New York, NY, USA, October 2009.

**Ferran, J.; Jordi, T.; Kounev, S.; Nou, R.:**

Autonomic QoS control in enterprise Grid environments using online simulation. Journal of Systems and Software, 82(3):486-502, März 2009.

**Bacon, J.; Buchmann, A.; Kounev, S.; Sachs, K.:** Benchmarking message-oriented middleware using the SPECjms2007 benchmark. Performance Evaluation, 66(8):410-434, August 2009.

**Kounev, S.; Sachs, K.:**

Benchmarking and Performance Modeling of Event-Based Systems. it - Information Technology, 5, September 2009.

**Dutz, C.; Kounev, S.:** QPME - A Performance

Modeling Tool Based on Queueing Petri Nets. ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review (PER), Special Issue on Tools for Computer Performance Modeling and Reliability Analysis, 36(4):46-51, März 2009.

**Kounev, S.; Rathfelder, C.:**

Modeling Event-Driven Service-Oriented Systems using the Palladio Component Model. In Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Service-Oriented Software Systems (QUASOSS), S.33-38. ACM, New York, NY, USA, 2009.

**Kounev, S.; Mühl, G.; Parzyjegl, H.;**

**Richling, J. Schröter, A.:**

Stochastic Analysis of Hierarchical Publish/Subscribe Systems. In Proceedings of the 15th International European Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par 2009), Delft, The Netherlands, August 25-28, 2009. Springer Verlag, 2009.

## Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

Das IPR betreibt Forschung in den Bereichen Automation und Robotik.

Im Bereich Industrierobotik werden sensorgestützte, autonome Roboter für Produktionsaufgaben entwickelt, z.B. für Montage, Handhabung, Inspektion, Messen und Testen. Ein Schwerpunkt ist die kollisionsfreie Bahnplanung und die modellgestützte Kalibrierung von Robotern. Neue intuitive und automatische, modellbasierte Programmierverfahren werden erforscht. Es werden Verfahren für visuelle Sensoren, Kraftmomentensensoren und taktile Sensoren entwickelt. Für Humanoide und Serviceroboter werden Mehrfingergrreifen, Reaktives Greifen, taktiles Exploration sowie interaktive Schnittstellen mit Fernsteuerung, Haptik und Erweiterter Realität entwickelt. Sensorgestützte kooperative Mikroroboter mit Direktantrieben, die im Mikroskop Genauigkeiten von bis zu 20 nm erreichen können, werden erforscht. 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 eingesetzt. Weitere Forschungsaufgaben befassen sich mit Planungs- und Simulationsaufgaben im Bereich der digitalen Fabrik.

Für die Medizintechnik wird der Operationssaal der Zukunft und die virtuelle roboterunterstützte Chirurgie erforscht. Dies umfasst sensorgestützte autonome und telegesteuerte Chirurgieroboter, flexible Endoskope und Visualisierungssysteme für den chirurgischen Arbeitsplatz der Zukunft. Außerdem 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.

### Kontakt

Prof. Dr. H. Wörn  
Tel. 608-44006  
heinz.woern@kit.edu

## Forschungsbereich

**Komplexe Systeme in  
Automation und Robotik**
**Institut für Prozessrechentechnik, Automation  
und Robotik**

Leiter:	Prof. Dr. H. Wörn
Sekretariat:	G. Ansorge, B. El-Achkar (ab 15.06.2009, bis 30.09.2009), E. Franzke, F. Lutz, I. Schierholz (ab 19.10.2009)
Akadem. Oberrat:	Dr. J. Raczkowski
Wiss. Assistenten:	Dr. C. Burghart, Dr. T. Längle
Akadem. Mitarbeiter:	W. August, D. Braun (F), Dr. J. Burgner (F), M. Ciucci (F, bis 01.10.2009), A. DeMauro (F, bis 01.10.2009), N. Gorges (F), J. Graf (F), D. Göger (F), T. Haase (F), Dr. B. Hein, L. Kahrs (F, bis 01.04.2009), B. Kaiser (F), A. Kettler (ab 01.01.2009), D. Laneri (F, bis 01.04.2009), J. Liedke (F), R. Matthias (ab 15.04.2009), M. Mehrwald (F), M. Mende, H. Mönnich (F), S. Notheis (F), G. Reimann (F), M. Riechmann (F), Dr. K. Safronov (F), Dr. A. Schmid (F), C. Schönfelder (F), A. Steiger (F), D. Stein (F), M. Szymanski (F), R. A. Tauro (F), Dr. I. Tchouchenkov, O. Weede, L. Winkler (F), S. Zimmermann (F)
Programmierer:	N. Maizik, M. Pfitzer
Techn. Mitarbeiter:	F. Linder, H. Regner
Stipendiaten:	Dr. T. Bakirov, I. Mamaev, A. Senkin

**AccuRobAs: Accurate Robot Assistant**

*(J. Burgner, H. Mönnich, J. Raczkowski, D. Stein, H. Wörn)*

Ziel des von der EU innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms geförderten STREP Projekts Accurate Robot Assistant ist die Erforschung und Entwicklung eines innovativen und universellen chirurgischen Roboterassistenzsystems. Der Fokus liegt auf der Verwendung von Leichtbaurobotern. Dabei sollen verschiedene Autonomiestufen des Roboters von teleoperierten, minimal invasiven Eingriffen bis hin zu autonom durchgeführten Operationsschritten entwickelt und untersucht werden.

Im dritten und letzten Projektjahr 2009 wurden die beiden Demonstratoren realisiert und bei der finalen Projektbegehung in München am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt erfolgreich den Vertretern der EU präsentiert. Dies ist zum einen für die minimal invasive robotische Chirurgie für die Operation im menschlichen Abdomen ein System, bestehend aus drei MIRO Leichtbaurobotern (entwickelt vom DLR), welche mit zwei hap-

tischen Eingabegeräten teleoperiert werden und die auftretenden Kräfte an den Chirurgen weitergibt und Bewegungskompensation für Operationen am schlagenden Herzen beinhaltet. Zum anderen wurde im Rahmen des Projekts ein Simulator für minimal invasive robotische Applikationen von den Partnern der Universität Verona realisiert.

Am IPR wurde im Rahmen des Projektes der weltweit erste Prototyp für das roboter-assistierte Laserknochenschneiden entwickelt. Dabei wird eine präoperativ geplante Schnitttrajektorie zunächst in Lasereinzelpulse überführt und dann nach der Registrierung des Patienten autonom ausgeführt. Mit einem konventionellen Roboter konnte eine Gesamtgenauigkeit von unter 0.5mm erzielt werden. Für die Verwendung des KUKA LBR wurde zusätzliche Sensorik integriert und weiterhin Methoden der Bewegungskompensation auf Grundlage von Messungen eines optischen Trackingsystems integriert. Das Projekt wurde vom IPR koordiniert und endete im Oktober 2009.



Finale Demonstratoren des AccuRobAs Projektes. Minimal-invasive robotische Chirurgie mit den MIRO Leichtbauarmen (links, DLR). Laserknochenschneiden mit dem Kuka LBWR (rechts, IPR)

### **Kollisionsvermeidende Bahn- und Standortplanung für ein Telemanipulationssystem in der minimalinvasiven Chirurgie (GRK 1126)**

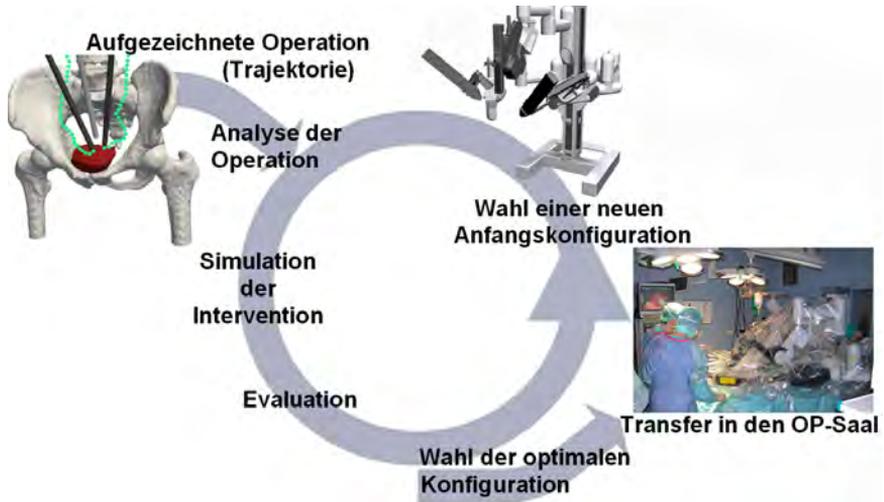
(O. Weede, H. Wörn)

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 Eintrittspunkte der Instrumente (Trokarpositionen) und die Lage und Position des Manipulatorstativs dahingehend optimiert werden, dass während der Operation keine Kollisionen zwischen den Armen auftreten, die Zielregionen erreichbar sind und der Chirurg genügend Bewegungsspielraum hat. Die Visualisierung der optimierten Trokarpositionen erfolgt durch erweiterte Realität mit einem Projektor- und Kamerasystem.

Um die Optimierung durchzuführen, wurde eine Simulationsumgebung erstellt, die ein

Menschmodell und ein kinematisches Modell des Telemanipulators enthält. Mit der Simulation ist es möglich, die Erreichbarkeit der Zielregionen sowie die Kollisionsgefahr bei realen Operationen zu evaluieren.

Im Jahr 2009 wurde der Fokus auf die mathematische Optimierung gelegt, sowie auf die Erstellung und Umsetzung eines Konzepts, mit dem Interventionen des Operateurs algorithmisch beschrieben werden können. Die dadurch gewonnene Repräsentation des Arbeitsbereichs soll zudem als Navigationshilfe für den Operateur zur Verfügung gestellt werden.



*Bestimmen der optimalen Anfangskonfiguration des Telemanipulatorsystems als Optimierungsproblem*

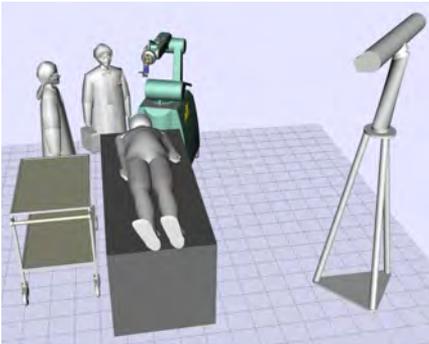
## **ROBOCAST: ROBOt and sensors integration for Computer Assisted Surgery and Therapy**

*(J. Raczkowsky, M. Riechmann, H. Wörn)*

Das Projekt ROBOCAST ist ein Europäisches Projekt, an dem das IPR zusammen mit Partnern aus Italien (Politecnico di Milano, Azienda Ospedaliera di Verona, Università di Siena), Israel (The Hebrew University of Jerusalem, Technion, Mazor Surgical Technologies Ltd), Deutschland (Technische Universität München) und Großbritannien (Imperial College London, ProSurgics Ltd) arbeitet. Ziel ist die Entwicklung neuer Technologien im Bereich der roboterassistierten Neuroendoskopie. Es wird ein modulares System entwickelt, das aus zwei Robotern und einer aktiven Sonde besteht, die in gegenseitiger Kooperation arbeiten: Am Endeffektor eines 3-Axen-Roboters zur Grobpositionierung befindet sich ein Hexapod,

auf dem die Sonde befestigt ist, die während des Eingriffs ins Gehirn eingeführt werden soll. Ein optisches und ein elektromagnetisches Trackingsystem sowie Kraft-Momenten-Sensoren erweitern die Wahrnehmung des Roboters durch Angaben über Position und einwirkende Kräfte der chirurgischen Werkzeuge. Das IPR ist für die Implementierung des High Level Controllers verantwortlich, dessen Aufgabe die Koordinierung der verteilten Komponenten des Robotiksystems sein wird.

Im zweiten Jahr (2009) wurde eine Middle ware etabliert, um die Kommunikation zwischen räumlich getrennten Softwarekomponenten zu ermöglichen. Alle Software- und Hardware subsysteme, die für die Ausführung des Gesamtsystems notwendig sind, wurden fertiggestellt und über die Middleware verbunden. Der High Level Controller, für den das IPR zuständig ist, wurde erfolgreich aufgebaut und zusammen mit der Bahnplanungsbibliothek des IPR in das Gesamtsystem integriert. Das Projekt besitzt nun einen funktionierenden Demonstrator, der derzeit in Mailand aufgebaut ist.



*Simulierter Aufbau des neurochirurgischen Robotersystems*

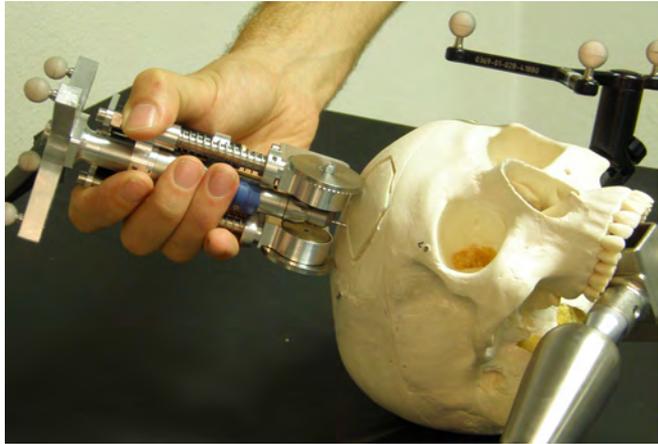
### **CompuSurge/Craniostar - handgeführter mobiler Roboter für die Craniotomie**

*(G. Kane, J. Raczkowski, H. Wörn)*

Ziel dieses Projekts ist der Entwurf eines neuen handgeführten Roboters für die Craniotomie. Dieser sollte besser als die derzeitigen Systeme sein, indem er kleiner und geeigneter für den Chirurgen ist und gleichzeitig die gleichen Genauigkeiten wie größere Industrieroboter-basierte Systeme ermöglicht. Am IPR wurde ein Prototyp zusammen mit der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Heidelberg entwickelt.

Im Jahre 2009 wurde es auf Schweineköpfen und Phantomen getestet. Mit der Umsetzung einer erfolgreichen Steuerung hat das System eine Genauigkeit von 0,5 mm. Als nächstes wird ein weiterer Prototyp entwickelt werden, der mit einem zusätzlichen Freiheitsgrad ausgestattet ist. Dieser neue Roboter ist noch kleiner, aber vollständig sterilisierbar und somit in klinische Studien einsetzbar.

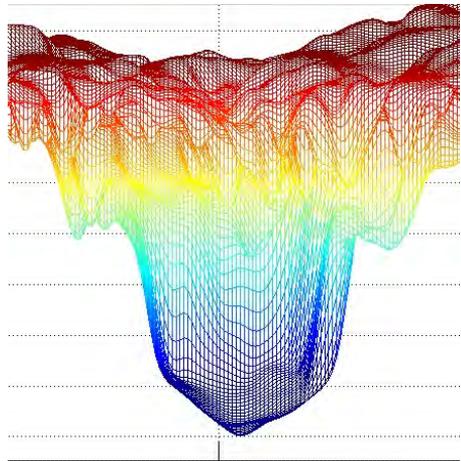
Der handgeführte  
 Roboter wird an  
 einem  
 Phantomschädel  
 geprüft



### Optimierung der Geschwindigkeit der Laserknochenablation

(M. Mehrwald, J. Raczkowsky, H. Wörn)

Ziel des Projekts ist eine Steigerung der Geschwindigkeit der Laserknochenablation mittels kurz gepulstem CO<sub>2</sub> Laser. Für den Einsatz während einer Operation muss das Schneiden mit dem Laser eine entsprechend hohe Geschwindigkeit aufweisen, um die Vorteile des Laserschneidens nicht durch eine hohe Operationszeit zunichte zu machen. Im Jahr 2009 wurden zu diesem Zweck verschiedene Möglichkeiten ausprobiert, um die Geschwindigkeit der Laserablation zu erhöhen. So wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Anorganische Chemie verschiedene Säuren und Basen ausprobiert, die durch Ihre Wirkung den Knochen "aufweichen" sollen und somit den Abtrag eines einzelnen Laserpulses erhöhen. Außerdem kamen noch andere Chemikalien zum Einsatz, die einen höheren Siedepunkt als Wasser aufweisen. Dadurch sollte mehr Energie in den Knochen eingebracht werden können, als durch Verdampfung des Wassers verloren geht. Bei einigen der verwendeten Chemikalien konnte eine geringfügige Steigerung der Ablationsgeschwindigkeit erreicht werden. Diese ist jedoch noch nicht ausreichend, um den Einsatz während einer Operation zu rechtfertigen.



3D-Rekonstruktion eines durch Laserablation  
 entstandenen Kraters

## ImRoNet: Internetbasierte multimediale/multimodale Nutzerschnittstellen zur Teleoperation von Robotern

(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 Bedienung 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 2009 wurden die Entwicklung und Integration der Software- und Hardwarekomponenten weitergeführt. Das Evaluations-Nutzergerät wurde um weitere Modalitäten wie taktiles Feedback durch Vibration, visuelles Feedback durch LED-Arrays sowie Audio-Ausgabe erweitert. Zudem wurden weitere Hardwarekomponenten wie Inertialsensorik, Kompass, Nutzer- und Szenenkamera, etc. integriert. Für die Interaktion mit einem Nutzer vor Ort wurden projektorbasierte AR-Technologien entwickelt, mit deren Hilfe Informationen und GUIs verzerrungsfrei in die Umgebung projiziert werden können. Ebenso wurden in einem beispielhaften Demonstrator erste Versuche zur AR-gestützten Teleoperation durch einen entfernten Benutzer durchgeführt. Ziel hierbei ist die Entwicklung von Strategien zur Kompensation der Latenzen bei der Übertragung der Benutzereingaben und der Rückkopplung von Bilddaten und Statusinformationen seitens des Roboters und seiner Umgebung, die es für den entfernten Benutzer zunächst unmöglich machen, schnell auf Änderungen in der Umgebung zu reagieren.



ImRoNet-Demonstrator II und  
Evaluations-Nutzergerät

## GENESYS: Generisches Entladesystem

(B. Hein, B. Kaiser, R. A. Tauro, H. Wörn)

Im Jahr 2009 wurde das Projekt GENESYS erfolgreich abgeschlossen. Ziel von GENESYS war die Entwicklung einer hochflexiblen Roboterzelle zur Entladung von Stückgütern, die in ihrer Lage, Form und Gewicht unbekannt sind und zusätzlich verklemt sein können.

Das Projekt wurde 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 waren die Firmen Grenzebach Automation, ifm electronic, Kuka Roboter und die Universität Karlsruhe (TH).

Im Rahmen von GENESYS wurden neuartige Verfahren und Algorithmen für die Sensorkalibrierung und -auswertung, die automatische Greifpunktbestimmung, die automatische Ableitung von Entladestrategien und die Parallelisierung von Bahnplanungsaufgaben erforscht und entwickelt. Darüber hinaus wurden Konzepte für die zeitliche Optimierung von Bahnplanungsaufgaben und die sensorbasierte und interaktive Online-Steuerung von Robotern entworfen. Innerhalb des Projekts wurden insgesamt vier Demonstratoren aufgebaut.



Genesys  
Demonstratoren

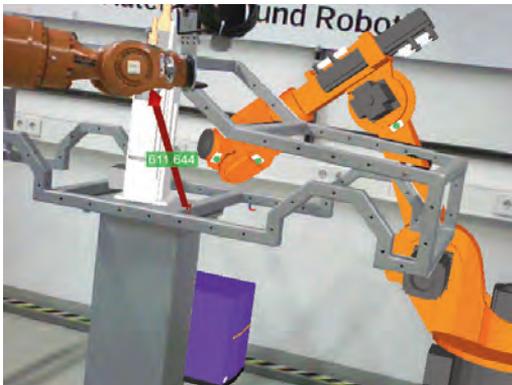
## AVILUS

(W. August, B. Hein, S. Notheis, H. Wörn)

Die Produktionsumgebung wird mit jedem Jahr immer komplizierter. Damit wachsen auch die Anforderungen an den Menschen, der an robotergestützten Produktionsverfahren mitwirkt. Aus diesem Grund soll der Mensch bei der Inbetriebnahme und Programmierung der komplexen Anlagen so weit wie möglich unterstützt werden.

In AVILUS wird am IPR ein Augmented Reality-System entwickelt, in dem Zusatzinformationen für den Nutzer zur Verfügung gestellt werden. Dabei trägt der User ein Head Mounted Display (HMD), in dem er seine gesamte Umgebung als Livebild sieht. Des Weiteren kann er mit Hilfe der vom IPR entwickelten virtuellen MiniUserInterfaces (MiniUI) und weiteren im HMD eingeblendeten Informationen mit dem Produktionssystem interagieren.

Im Laufe des Jahres 2009 wurde an der Entwicklung der MiniUIs gearbeitet. Dabei wurden komplexe GUIs, die zum Bedienen von Applikationen notwendig sind, benutzer- und anwendungsspezifisch reduziert, um diese im HMD darstellbar und bedienbar zu machen. So konnte durch Anbindung an Markererkennung erreicht werden, dass die virtuellen UIs in der realen 3D-Umgebung im HMD eingeblendet werden können. Zur Interaktion mit dem System, d.h. zum Bedienen von MiniUIs, wurde ein Handy benutzt. Die Kommunikation mit dem System sollte einfach gehalten werden und erfolgte über Bluetooth. Die Anforderungen, die dabei erfüllt werden mussten, waren die Entwicklung eines minimalen Protokolls zur Beschreibung der GUI und der Events und eine einfache Darstellung mit Hilfe von Qt, OSG im HMD und Java ME auf dem Handy.



*Ein Blick durch das HMD: ein realer (links) und ein virtueller (rechts) Roboter interagieren an einem realen Objekt (Nachbildung einer Autokarosserie)*

## AutomationML: Automation Markup Language

(B. Hein, A. Steiger, H. Wörn)

Ziel des Konsortiums AutomationML e.V. ist die Entwicklung und Definition eines herstellerneutralen XML-Austauschformates für die Digitale Fabrik. Der Datenaustausch zwi-

schen Engineering-Werkzeugen im Automatisierungsbereich soll vereinfacht und in allen Phasen des Konstruktionsprozesses ermöglicht werden.

Den übergeordneten Integrationsrahmen bildet das Format CAEX (Computer Aided Engineering Exchange) gemäß IEC 62424. Für die Beschreibung von Geometrie, Kinematik und Bewegungsplanung wird COLLADA 1.5 und für die Ablaufsteuerung PLCOpenXML eingesetzt. Das Format ist offen und soll von allen kostenlos genutzt werden können. Dadurch dass man alle nötigen Daten, die bei einem Konstruktionsprozess anfallen, in einem Format vorliegen hat, entfallen die aufwendigen Konvertierungen zwischen den Werkzeugen. Dadurch können im Engineering-Prozess viele Kosten eingespart werden.

Die Firmen Daimler, ABB, KUKA, Rockwell, Siemens, NetAllied und Zühlke sowie die Universitäten Karlsruhe und Magdeburg haben Ende des Jahres 2006 das Projekt AutomationML ins Leben gerufen. Im Jahre 2009 sind weitere Mitglieder im Rahmen einer Gründung des Vereins AutomationML e.V. beigetreten. So sind inzwischen auch die Firmen INPRO GmbH, ISI Automation, logi.cals - kirchner SOFT, Phoenix Contact, Rücker AG und die Forschungseinrichtungen Fraunhofer IOSB, ifak und die Universität vom Baskenland vertreten, die intensiv an der Weiterentwicklung des Formats arbeiten.

Weitere Einzelheiten können auf der Homepage <http://www.automationml.org> eingesehen werden.

### ISUP: Integrierte Systeme für die Unterwasser Produktion von Öl und Gas

(D. Braun, G. Reimann, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Ziel des im Rahmen der Vision "Go Subsea" vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes war die Entwicklung von innovativen und



Struktur und Leitwarte  
 des ARPA  
 Demonstrationssystems

zukunftssicheren Komponenten und Teilsystemen für Unterwasser-Produktionssysteme für Öl und Gas. Das IPR hatte 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, zu entwickeln und in das Automatisierungssystem zu integrieren.

Im Dezember 2009 wurde die Forschung im Rahmen des Projekts erfolgreich zu Ende geführt und die Ergebnisse in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern mittels eines Demonstrationssystems im Hamburger Hafen validiert.

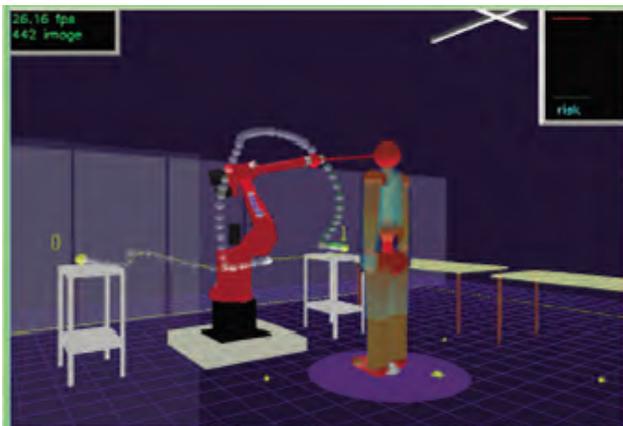
Die vom IPR erforschten Methoden und entwickelten Systeme im Bereich der Prozesssimulation, basierend auf physikalischen Modellen, ermöglichten dabei den synchronen Betrieb von virtuellen und realen Anlagenteilen. Darauf basierend konnte das Diagnosesystem, unter Einbeziehung der modellgestützten Verfügbarkeitsberechnung, die auf einer zuvor durchgeführten FMEA-Analyse aufbaut, den sicheren Betrieb überwachen. Mittels der Fernzugriffskonzepte wurden die Experten des KIT in die Lage versetzt, das Demonstrationssystem während des Betriebs im Hamburger Hafen aus Karlsruhe zu überwachen und zu steuern. Zusätzlich zu den Eigenentwicklungen wurde das Videokonferenzsystem des KIT, Kollaborationssysteme und ein Content-Management-System im Projekt zur effektiveren Zusammenarbeit genutzt.

## Lynkeus

(Graf, J.; Safronov, K.; Wörn, H.)

Das Projekt Lynkeus ist ein vom BMBF gefördertes Forschungsvorhaben mit dem Ziel, ein neuartiges Kamera-System (PMD), basierend auf dem Lichtlauf-Prinzip, im Hinblick auf die Anwendbarkeit für das klassische Griff-in-die-Kiste-Problem (GidK) und die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK), zu erforschen.

Die GidK-Applikation ist eine klassische Anwendung der Robotik. Im Rahmen des Projekts Lynkeus hat das IPR dazu Lösungen erzeugt, die diese Anwendung durch die



Effiziente Mensch-  
Roboter-Kooperation

Kombination von neuer Sensorik mit verbesserten Algorithmen zur Szenenanalyse effizienter als bisherige auf klassischen Sensortechnologien basierenden Verfahren realisieren können. Im Jahr 2009 wurden die Algorithmen so weiter entwickelt, dass die GidK-Anwendung ein flexibles und vom Menschen maximal unabhängiges System geworden ist.

Ein Ansatz für die MRK ist die Auswertung von Tiefenbildfolgen, basierend auf dem Kamerasystem, zur Analyse menschlicher Bewegungen. Ziel ist es, das Risiko für den Menschen innerhalb der Roboterzelle zu minimieren und dabei die Arbeitsabläufe des Roboters effizient zu betreiben. Dazu wurden effiziente Algorithmen entwickelt, die es erlauben, die durch einen Menschen generierten Bewegungen in Echtzeit und ohne Verwendung von Markern auf ein kinematisches Modell zu übertragen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf eine effiziente Abstandsberechnung zwischen den Agenten und den Robotern gelegt sowie einer differenzierten Risikoquantifizierung basierend auf Methoden der unscharfen Logik und des maschinellen Lernens und einer darauf aufbauenden Bahnplanungsmethode. Das gesamte System arbeitet in Echtzeit, d.h. im Takt der Kamera.

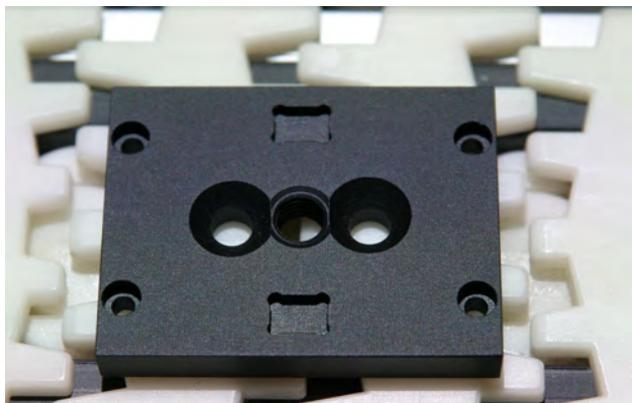
Am 08.12.2009 wurde die Abschlussbegutachtung erfolgreich am IPR durchgeführt.

## CADaVISION

*(S. Irgenfried, I. Tchouchenkov, H. Wörn)*

Ziel des Projekts CADaVISION ist es, die Leistungsfähigkeit aktueller Grafiksysteeme im Bereich der Bildsynthese zu nutzen, um die Projektierung und Implementierung bildverarbeitender Systeme zu verbessern und zu beschleunigen. Das Projekt wird zusammen mit einem Industriepartner durchgeführt und im Rahmen des Programms "KMU-innovativ" vom BMBF gefördert. Start des Projekts war Oktober 2009.

Der Prozess der Bildgewinnung wird im Rechner auf Basis vorliegender CAD-Daten der zu erfassenden Werkstücke simuliert. Der Fokus liegt hierbei auf der effizienten Erzeugung fotorealistischer Bilder der Werkstücke unter Berücksichtigung von Beleuchtungs- und Kameramodellen sowie den Materialeigenschaften und möglicher Bearbeitungsspuren. Die



*CADaVISION:  
Fotorealistische  
Bildsynthese auf Basis  
von CAD-Daten*

Ergebnisse des Vergleichs zwischen der Simulation und der Verarbeitung der realen Objekte werden in einer Wissensdatenbank erfasst. Auf diese Weise kann der Prozess der Bildsynthese schrittweise optimiert werden. Im Jahr 2009 wurde eine Prototyp-Software zur Demonstration des Prozesses implementiert und ein Versuchsaufbau zum Vergleich der Simulation mit der realen Bildgewinnung entworfen.

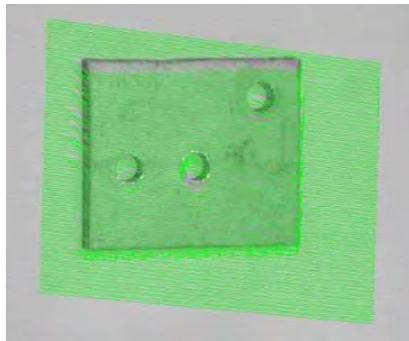
### QuaGuss

*(K. Safronov, I. Tchouchenkov, H. Wörn)*

Das Projekt Quaguss wird im Rahmen des Programms "Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen" Pro Inno II vom BMWi gefördert.

In dem Projekt "Quaguss" geht es um die Entwicklung eines schnellen prozessintegrierbaren Abstandsbild-Verfahrens, das im Gegensatz zu bekannten Methoden und Geräten so gut wie keine Empfindlichkeit gegen Schwankungen von Oberflächeneigenschaften (z.B. lokale Rauheit, Verschmutzung, Bearbeitungsspuren usw.) aufweist. In der Zusammenarbeit mit den Industriepartnern "Vision Tools" und "Büchner" wird ein System entwickelt, das eine schnelle und insbesondere robuste zeitaufgelöste 3D-Formerfassung im Prozess ermöglicht. Das zu entwickelnde System soll mit 2 Kameras (Stereo-Kamera-System) arbeiten, wobei je Kamera einige Bilder mit verschiedenen Lichtmustern aufgenommen werden. Die Bestimmung der korrespondierenden Punkte erfolgt durch ein Quotientenbild-Verfahren.

Am IPR werden zusätzlich Untersuchungen zur 3D-Vermessung bewegter Objekte durchgeführt. So könnten die Bauteilprüfungen ohne einen Bandstillstand erfolgen.



3D-  
Höhenprofil  
eines  
Objektes

### Tasten und Greifen (SFB 588)

*(N. Gorges, H. Wörn)*

Das Ziel des Projekts ist die Untersuchung anthropomorpher Roboterhände für humanoide Roboter im Rahmen des SFB 588. Am IPR werden insbesondere das Steuerungs- und das Greifplanungssystem der Roboterhand erarbeitet. Im angestrebten Küchenszenario werden das Greifen und die Handhabung von Alltagsgegenständen untersucht.

Im Jahre 2009 wurden verschiedene Ansätze zum Greifen und Tasten weitergehend erforscht und realisiert. Besonderes Augenmerk lag auf der haptischen Objekterkennung, bei der durch eine Abtastsequenz ein Objekt haptisch erfasst und klassifiziert wird. Es wurde

ein neuartiger Ansatz vorgestellt, mit dem ein Objekt ohne 3D-Modell direkt auf den Sensordaten klassifiziert wird.

Des Weiteren wurde das taktile Sensorsystem der Roboterhand erweitert, indem die Fingerspitzen jeweils mit zwei zusätzlichen passiven Freiheitsgraden ausgestattet wurden.

*Taktile Wahrnehmung für eine Roboterhand*



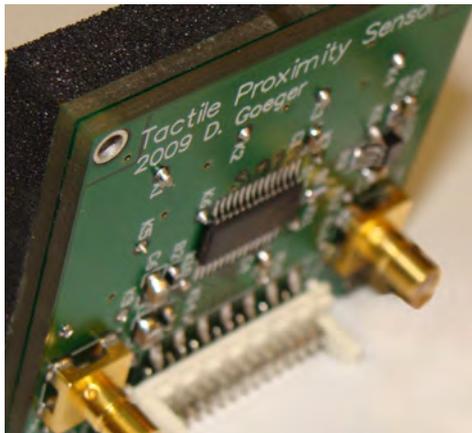
Diese ermöglichen, dass die taktilen Sensorebenen der Hand sich der Objektoberfläche anpassen und zusätzliche Information über die Objektform sammeln.

Als letzter Schwerpunkt wurde das Greifen von unbekanntem Objekten weitergehend untersucht. Die markanten Punkte einer Szene werden dazu entweder dem Vordergrund oder dem Hintergrund zugeordnet. In Anhäufungen von Vordergrundpunkten werden schließlich greifbare Objekte identifiziert.

### **Entwicklung eines taktilen ortsauflösenden Näherungssensors zur sicheren Mensch-Roboter-Kooperation**

*(D. Göger, H. Wörn)*

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines taktilen Näherungssensors für den Einsatz im Bereich Robotik. Dieser Sensor soll es dem Roboter ermöglichen, seine Umwelt sowohl



berührend als auch schon vor der Berührung wahrzunehmen. Greifwerkzeuge und Roboterflächen werden im Verlauf des Projektes mit diesen neuartigen Sensoren ausgestattet. Hierdurch lassen sich Objekte im Arbeitsbereich des Greifwerkzeugs eines Roboters schon vor der Berührung lokalisieren und eine den Sensorwerten entsprechende Greifplanung durchführen. Im Kontaktfall können durch die taktile

*Sensorprototyp ohne Signalverarbeitungshardware*

Sensormodalität Objekte sicher manipuliert und Objekteigenschaften erfasst werden. Durch die Ausstattung der Roberoberfläche mit dem Sensor kann der Roboter seinen Arbeitsraum in unmittelbarer Umgebung erfassen und so auf unvorhergesehene Objekte in seiner Umgebung reagieren.

Im Jahre 2009 wurden ein erster Sensorprototyp sowie die dafür notwendige analoge und digitale Signalverarbeitungshardware simuliert und aufgebaut. Basierend auf diesem Sensorsystem wurden verschiedene Signalverarbeitungsalgorithmen entwickelt und evaluiert. Dieser Sensor ist in der Lage, eine 4x4 Matrix taktiler Sensoren auszuwerten, sowie die Annäherung an den Sensor zu detektieren. Weiterhin wurden zur Charakterisierung der Sensoren zwei Prüfstände aufgebaut, deren Messsignale Basis weiterer Untersuchungen des Sensors und zur Modellbildung dienen werden.

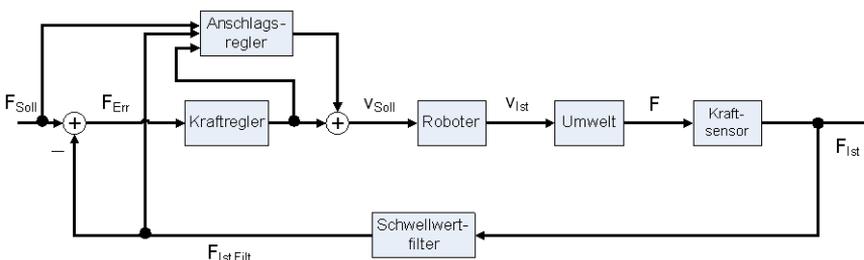
### Konzept für eine neue Montagetechnologie mit Mensch-Roboter-Kooperation am Beispiel einer Trennwand

(A. Schmid, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Das Ziel des Projekts war die Ausarbeitung und der Nachweis der Realisierbarkeit des Konzepts einer sensorbasierten Mensch-Roboter-Kooperation bei der Montage großer und schwerer Werkstücke.

Diese Kooperation soll über ein kraftgeregeltes Führen des Roboters erfolgen. Dabei trägt der Roboter das Werkstück, während der Werker direkt auf das Werkstück Kräfte ausübt. Mit Hilfe geeigneter Sensorik werden diese Kräfte gemessen und der Robotersteuerung zur Verfügung gestellt, sodass der Roboter über eine Kraftregelung das Werkstück in die gewünschte Richtung bewegt. Eine wichtige Teilaufgabe stellt dabei die Gewährleistung der Sicherheit für den Menschen dar.

Die Realisierung dieses neuen Technologieansatzes sollte am Beispiel der Montage einer Trennwand im Innenraum eines Nutzfahrzeuges erfolgen. Hierzu wurde zuerst ein statischer Test-Aufbau mit der erforderlichen Sensorik, aber einer Halterung anstatt eines Roboters erstellt. Mit diesem Aufbau konnten die grundlegenden Sensor- und Systemeigenschaften untersucht werden. Außerdem wurde das Regelungskonzept entworfen und ein Beispielprogramm für die Robotersteuerung erstellt. Des Weiteren wurden auch



Blockschaltbild der Kraftregelung bei der roboterunterstützten Montage

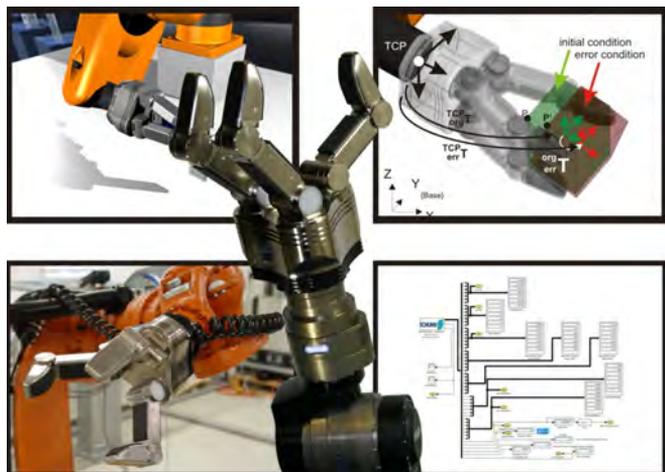
grundlegende Aspekte der Gewährleistung der Menschensicherheit in solchen Systemen analysiert und Lösungsansätze erarbeitet.

Das Projekt wurde im Jahr 2009 durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen.

### Intelligentes reaktives Greifen mit industrietauglichem Mehrfingergreifer SDH-2

((T. Haase, I. Tchouchenkov, H. Wörn)

Das Ziel des seit Ende 2008 bestehenden Kooperationsprojekts ist der Aufbau von Softwaremodulen, die die Integration des Mehrfingergreifers SDH2 in industrielle Anwendungen ermöglichen und erleichtern sollen. Dazu zählen neben Softwaremodulen zum reaktiven Greifen auch Greifstrategien und Regler, die einen sowohl für den Benutzer als auch für das gegriffene Objekt sicheren Umgang erlauben. Zusätzlich stehen Entwicklungsaufgaben für die generelle Arbeit mit der SDH2 an. Hierzu gehören z.B. Verfahren, die die Kalibrierung der taktilen Sensoren erlauben, Mechanismen und Apparaturen zum Vermessen der Hand sowie benutzergeführte Softwareschnittstellen. Anfang 2009 stand der Aufbau einer für die SDH2 geeigneten Entwicklungsumgebung unter Windows und Linux im Vordergrund. Es wurden echtzeitfähige Bibliotheken in Simulink aufgebaut, die sowohl die Integration der Hand und ihrer Sensorik als auch die Integration kinematischer Ketten (Kuka Roboter) erlauben. Zusätzlich stehen Simulationsumgebungen in Blender und Matlab seit Mitte 2009 zur Verfügung die vollständig in die Entwicklungsumgebung integriert sind. Algorithmen für einen sicheren Umgang mit der SDH2 wurden abgeschlossen. Das Hauptaugenmerk lag dabei in dem Aufbau einer Eigenkollisionserkennung. Die Grundlagen für die vollständige Integration dieser Softwaremodule in die integrierte SDH2-Hardware sind gelegt. Für den Aufbau von kraft- und druckgeregelten Mechanismen wurde der Aufbau einer Kalibrier- und Vermessungseinrichtung für die taktilen Sensoren begonnen. Die Forschungsergebnisse wur-



SDH2 Entwicklungs-  
umgebung

den im Oktober 2009 bei SCHUNK präsentiert und dort die Fortführung des Kooperationsprojekts beschlossen.

### **Symbion und Replicator**

(J. Liedke, R. Matthias, M. Szymanski, L. Winkler, H. Wörn)

Die Collective and Micro Robotics-Forschungsgruppe (CoMiRo) am IPR war im Jahr 2009 in zwei Integrated Projects (IP) im siebten Rahmenprogramm der Europäischen Kommission und am GRK1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" beteiligt. Des Weiteren wurde zusammen mit der Gruppe von Prof. Schmeck am AIFB das KIT Collective Robotics Lab (KITCoRoL) gegründet.

Ziel des Projekts Symbion ist es, die Evolution von mehrzelligen Organismen anhand von Robotern zu erforschen. Diese sollen sich vom autonomen Individuum zu einer physikalischen Einheit verbinden können und dadurch in die Lage versetzt werden, einen gemeinsamen Energie- und Datenbus zu teilen. Das Projekt Replicator verfolgt ein anderes Ziel mit den gleichen Robotern. Im Replicator-Projekt sollen die Roboter dazu verwendet werden, in Bereiche vorzudringen, die vom Menschen nur schwer oder nur unter erheblicher Gefahr erreichbar sind. Dabei ist die Anpassungsfähigkeit der Roboter an unvorhergesehene Ereignisse wichtig und steht im Hardware- bzw. Softwaredesign im Vordergrund. Die CoMiRo-Forschungsgruppe übernahm im Jahr 2009 in beiden Projekten die Initiative in drei wichtigen Kernbereichen. Hierzu gehören das grundlegende Hardwaredesign im Bereich der Mechanik, die Simulation der Roboter sowie die Middleware. Des Weiteren nahm die CoMiRo-Gruppe großen Einfluss auf wichtige Teile der Elektronik und trug zu vielen Verbesserungen an dieser bei. Herausragende Ergebnisse dieses Jahres waren die Fertigstellung einer dynamisch korrekten Simulation des von der CoMiRo-Gruppe entwickelten Roboters und die Fertigstellung wichtiger Teile des mechanischen Designs. Ferner wurde das verwendete Bussystem durch Ethernet ersetzt und somit eine deutliche Steigerung der verfügbaren Bandbreite erzielt. Die Modularisierung der Elektronik erlaubt außerdem eine bessere Integration in die verwendeten Kupplungselemente. Durch die umgesetzten Veränderungen im Elektronikdesign konnten zudem wesentliche Fortschritte bei der Konzeptionierung der Middleware erzielt werden.



*Verschiedene Prototypen der selbstständig rekonfigurierbaren Roboter aus Replicator und Symbion (mit Kupplung, Elektronik teilweise installiert)*

Die Softwarearchitektur sowie die zugehörigen Schnittstellen erfuhren dadurch eine deutliche Vereinfachung.

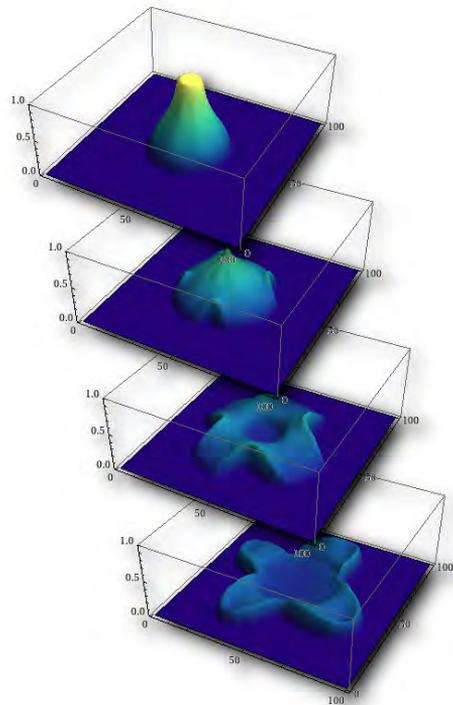
### **Modellbasierter Entwurf von Algorithmen für die dezentrale Aufgabenbearbeitung in Sensor-Aktor-Netzwerken (GRK 1194)**

(A. Kettler, H. Wörn)

Ziel des Projekts ist es, Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, mit denen der Entwurf von Kontrollalgorithmen für Schwärme von kooperierenden Robotern vereinfacht wird.

Dazu wird ein mathematisches Modell entwickelt, welches schnell verfügbare Vorhersagen über das globale Verhalten des Schwarms aufgrund eines lokal ausgeführten Kontrollalgorithmus ermöglichen soll. Das Modell soll dabei in der Lage sein, vor allem auch Szenarien korrekt zu beschreiben, in denen eine explizite Modellierung der Geschwindigkeit der einzelnen Roboter vonnöten ist. Die Grundlage dieses Modells bildet dabei die Boltzmann-Gleichung, welche die makroskopische zeitliche Entwicklung eines Ensembles von Teilchen im Phasenraum beschreibt.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen anhand von Daten aus Simulationen und Experimenten mit echter Hardware evaluiert werden. Dazu wurde zusammen mit dem neu gegründeten KITCoRoL ein autonomer Miniroboter für den Einsatz in Forschung und Bildung entwickelt. Der entwickelte Wanda-Roboter ist ein kompakt eingebettetes System, ausgestattet mit einem Echtzeitbetriebsystem, einer Vielzahl an unterschiedlichen Sensoren und einem differentiellen Antrieb. Er fügt sich nahtlos in die Thematik des GRK 1194 als mobiler Sensor-Aktor-Knoten ein. Im Jahr 2009 konnten mit Hilfe des KITCoRoL und des GRK 1194 insgesamt 145 Roboter geordert werden. Davon gehen 20 Roboter an die Schülerforschungsgemeinschaft Süd-Württemberg, fünf an Teilnehmer des GRK und 120 verbleiben am KITCoRoL.



*Zeitliche Entwicklung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Roboterschwarms*

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

#### **Bücher und Beiträge:**

**Burgner, J.; Kahrs, L.A.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** Including Parameterization of the Discrete Ablation Process into a Planning and Simulation Environment for Robot-Assisted Laser Osteotomy. In: Studies in Health Technology and Informatics. Hrsg.: James D. Westwood, Susan W. Westwood, Randy S. Haluck, Helene M. Hoffman, Greg T. Mogel, Roger Phillips, Richard A. Robb, Kirby G. Vosburgh. Niederlande: IOS Press, 2009, S. 43-48, (142)

**Gorges, N.; Wörn, H.:** Learning an Object-Grasp Relation for Silhouette-Based Grasp Planning. In: Advances in Robotics Research Theory, Implementation, Application. Hrsg.: Torsten Kröger and Friedrich M. Wahl. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 227-237

**Wenz, M.; Wörn, H.:** Automated Generation of Closed-Form Inverse Kinematic Solutions by Methods from Gröbner Basis Theory. In: Recent advances in Control Systems, Robotics and Automation. Hrsg.: Salvatore Pennacchio. E-BOOKSTORE: INTERNATIONALSAR, 2009, S. 117-122, (ISBN: 978-88-901928-6-9; Vol. 1)

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

**Boesecke, R.; Eggers, G.; Ionescu, H.; Kane, G.; Marmulla, R.; Raczowsky, J.; Vieira, V. M. M.; Wörn, H.:** Feasibility and Medical Impact Assessment of Handheld-Mobile-Robot usage in Image Guided Craniotomy. In: World Congress on Medical Physics and

Biomedical Engineering. WC2009, München, 07.-12.09.2009. S. 32-35, (25/VI)

**Boesecke, R.; Eggers, G.; Kane, G.; Marmulla, R.; Mühling, J.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** System Design of a Hand-Held Mobile Robot for Craniotomy. In: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2009. MICCAI 2009, London UK, 20.-24.09.2009. Springer, 2009, S. 402-409, (Lecture Notes in Computer Science 5761; Part I)

**Braun, D.; Wörn, H.:** Technical Methods and Models for the Analysis of Haptic Properties. In: Proceedings of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice", Ufa, Russland, 25.-31.07.2009. S. 49-56

**Burgner, J.; Müller, M.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** Robot assisted laser bone processing: Marking and cutting experiments. In: Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR), ISBN: 978-1-4244-4855-5. München, 22.-26.06.2009. S. 1-6

**Burgner, J.; Raczowsky, J.; Wörn, H.:** End-effector calibration and registration procedure for robot assisted laser material processing: Tailored to the particular needs of short pulsed CO2 laser bone ablation. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). ICRA 2009, Kobe, Japan, 12.-17.05.2009. S. 3091-3096

**Christian, T.; Mehrwald, M.; Mönnich, H.; Raczkowski, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Using Blender for Visualization of Robot Guided Medical Interventions. In: Proceedings of Blender Conference 2009. Blender Conference 2009, Amsterdam, Niederlande, 24.10.2009

**Ecker, N.; Göger, D.; Wörn H.:** Tactile sensor and algorithm to detect slip in robot grasping processes. In: Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics. Hrsg.: IEEE Computer Society Washington, DC, USA. ROBIO, International Conference on Robotics and Biomimetics, Bangkok, Thailand, 22.-25.02.2009. S. 1480-1485

**Fischer, J.; Szymanski, M.; Wörn, H.:** Investigating the Effect of Pruning on the Diversity and Fitness of Robot Controllers based on MDL2e during Genetic Programming. In: IEEE Congress on Evolutionary Computation. Hrsg.: IEEE Press. IEEE CEC-2009, Trondheim, Norway, 18.-21.05.2009. S. 2780-2787

**Göger, D.; Gorges, N.; Wörn, H.:** Tactile sensing for an anthropomorphic robotic hand: hardware and signal processing. In: Proceedings of the 2009 IEEE international conference on Robotics and Automation. Hrsg.: IEEE Press Piscataway, NJ, USA. ICRA 2009, International conference on Robotics and Automation, Kobe, Japan, 12.-17.05.2009. S. 2972-2978

**Graf, J.; Puls, S.; Wörn H.:** Incorporating Novel Path Planning Method into Cognitive Vision System for Safe Human-Robot Interaction. In: Proc. of IARIA Computation

World: Cognitive 2009. Cognitive 2009, Athen, Griechenland, 16.-20.11.2009. S. 443-447

**Graf, J.; Wörn, H.:** Safe Human-Robot Interaction using 3D Sensor. In: VDI-Berichte 2067. Hrsg.: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik. Automation 2009, Baden-Baden, Deutschland, 16.-17.06.2009. S. 1-12

**Kaiser, B.; Tauro R. A.; Wörn H.:** Laser pointing to control a robot. In: Proceedings of the IASTED International Conference Modelling, Simulation, and Identification. MSI 2009, Beijing, China, 12.-14.10.2009 CD-ROM

**Kaiser B.; Tauro R.A.; Wörn H.:** Static compensation for wrist mounted force torque sensor. In: IEEE 13th International Conference on Intelligent Engineering Systems. INES 2009, Barbados, 16.-18.04.2009. S. 135-138

**Kettler, A.; Weede, O.; Wörn, H.:** Seed Throwing Optimization: A Probabilistic Technique for Multimodal Function Optimization. In: 2009 Computation World: Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns. Hrsg.: IEEE computer society. 2009 Computation World: Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns, Athens, Greece, 15.11.2009. S. 515-519

**Klenzner, T.; Lohnstein, P. U.; Raczkowski, J.; Riechmann, M.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Modellbasierte Interindividuelle Registrierung der lateralen Schädelbasis. In: Bildverarbeitung für die Medizin 2009. Hrsg.: Meinzer, H.-P.; Deserno, T.M.; Handels, H.; Tolxdorff, T.;

Bildverarbeitung für die Medizin 2009, Heidelberg, 22.03.2009. S. 390-394

**Laneri, D.; Schlachter, F.; Schmickl, T.; Szymanski, M.; Thenius, R.; van Rossum, A.C.; Winkler, L.:** SymbricatorRTOS: A Flexible and Dynamic Framework for Bio-Inspired Robot Control Systems and Evolution. In: IEEE Congress on Evolutionary Computation. Hrsg.: IEEE Press. IEEE CEC-2009, Trondheim, Norway, 18.-21.05.2009. S. 3314-3321

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Hand Guided Robot Planning System for Surgical Interventions with Force Feedback. In: HCI 2009. HCI 2009, San Diego, USA, 22.07.2009. S. 726-730

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Increasing the accuracy with a rich sensor system for robotic laser osteotomy. In: Proceedings of IEEE Sensor 2009. IEEE Sensor 2009, Christchurch, New Zealand, 26.10.2009. S. 1684-1689

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Motion compensation for laser osteotomy with a lightweight robot and a fixed visual servoing configuration. In: Proceeding Modelling, Simulation, and Identification - 2009. IASTED RTA 2009, Beijing, China, 12.10.2009. CD-ROM

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** System for Laser Osteotomy in Surgery with the Kuka Lightweight Robot – First Experimental Results. In: Proceedings of the IADIS International Conference e-Health 2009. IADIS International Conference, Algarve, Portugal, 22.06.2009. IADIS Press,

2009, S. 85-91

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Automatic and hand guided self-registration between a robot and an optical tracking system. In: ICAR 2009. International Conference on Advanced Robotics, 2009.; ICAR 2009, München, 25.06.2009. S. 9-13

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Stein, D.; Wörn H.:** Visual Servoing with an optical tracking system and a lightweight robot for laser osteotomy. In: Proceedings of IEEE ICCA 2009. IEEE ICCA 2009, Christchurch, New Zealand, 10.12.2009. S. 1896-1900

**Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Wörn H.:** Model Checking for Robotic Guided Surgery. In: Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering. Hrsg.: Patty Kostkova. Second International ICST Conference, eHealth 2009, Istanbul, Turkey, 24.09.2009. Berlin: Springer, 2009, S. 1-4

**Tchouchenkov, I.; Wörn, H.:** Interactive Control of a Pliable 3D-Rack. In: Proceedings of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice", Ufa, Russia, 25.-31.07.2009. S. 44-48

**Weede, O.; Wörn, H.:** Optimizing the Setup Configuration for Manual and Robotic Assisted Minimally Invasive Surgery. In: IFMBE Proceedings. Hrsg.: Dössel, O.; Schlegel, W.; World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, München, 07.-12.09.2009. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 55-58, (Surgery, Mimimal

Invasive Interventions, Endoscopy and Image Guided Therapy; 25/6)

**Winkler, L.; Wörn, H.:** Symbicator3D - A Distributed Simulation Environment for Modular Robots. In: ICIRA'09: Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Robotics and Applications. ICIRA '09, Singapur, 16.-18.12.2009. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 1266-1277

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Botturi, D.; Mönnich, H.; Raczkowsky, J.; Wörn H.:** System Architecture for Workflow Controlled Robotic Surgery. In: The Journal on Information Technology in Healthcare 2009, Band 6, Heft , 2009, S. 345-352

**Burgner, J.; Kahrs, L.A.; Klenzner, T.; Knapp, F.B.; Raczkowsky, J., Schipper, J.; Wörn, H.:** Setup and experimental trial for robot-assisted laser cochleostomy. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Band 4, Heft Suppl.1, 2009, S. 1864-1865

**Burgner, J.; Kahrs, L.A.; Klenzner, T.; Raczkowsky, J.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Planning and simulation of microsurgical laser bone ablation. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Band 5, Heft 2, 2009, S. 1861-6429 (Online)

**Graf, J.; Mamaev, I.; Safronov, K.; Wörn, H.:** 3D-Umwelterfassung in der Produktion mit neuer 3D-Kamera. In: AVN, Band 05/2009, Heft , 2009, S. 200-206

**Kaiser, B.; Tauro, R.A.; Wörn, H.:** Automatic and Semi-automatic Unloading of Containers. In: Proceedings of the IASTED International Conference, Band 661, Heft , 2009, CD-ROM

**Lohnstein, P. U.; Klenzner, T.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Schipper, J.; Wörn, H.:** Analysis of the available work space for keyhole surgery at the lateral skull base. In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Band 4/2009/1, Heft , 2009, S. 111-112

## 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. 608-46391  
sebastian.abeck@kit.edu

Prof. Dr. H. Hartenstein  
Tel. 608-48104  
hannes.hartenstein@kit.edu

Prof. Dr. W. Juling  
Tel. 608-43158  
wilfried.juling@kit.edu

Prof. Dr. M. Zitterbart  
Tel. 608-46400  
zit@tm.uka.de

Forschungsbereich

**Institut für Telematik**

**Cooperation & Management**

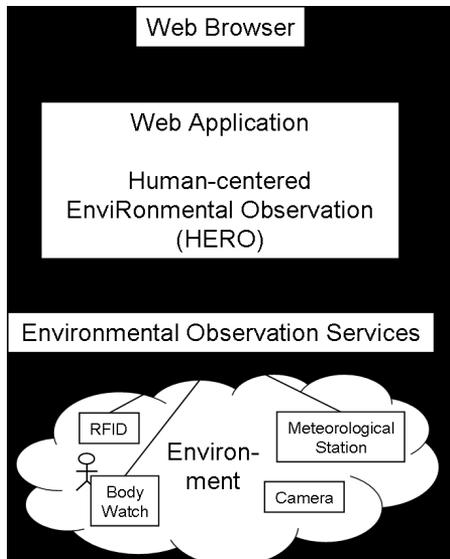
Leiter:	Prof. Dr. S. Abeck
Sekretariat:	F. Lott (bis 31.07.2009), L. Pohl
Akadem. Mitarbeiter:	A. Dikanski (ab 15.05.2009), M. Gebhart, P. Hoyer, Dr. S. Link (F)
Doktorand:	I. Pansa
Techn. Mitarbeiter:	S. Brähler (bis 31.03.2009), M. Völlinger

**Kernbereich der Forschungsgruppe Cooperation & Management**

*(S. Abeck, A. Dikanski, M. Gebhart, P. Hoyer, I. Pansa)*

Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten von C&M steht die modellgetriebene Entwicklung von verteilten Web-Anwendungen, denen eine dienstorientierte Architektur (Service-Oriented Architecture, SOA) zugrunde liegt. Die SOA-Konzepte werden u.a. dazu genutzt, Umweltbeobachtungssysteme als verteilte Web-Anwendungen zu entwickeln. Wie die Abbildung verdeutlicht, werden die als Webservices realisierten Dienste dazu genutzt, die von Sensoren (z.B. Kamera oder Pulsuhr) bereitgestellten Umweltinformationen der Web-Anwendung zur Verfügung zu stellen. Die in diesem Bereich durchgeführten Arbeiten führt C&M in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) durch.

3



## **Metrikbasierter Entwurf von Anwendungsdiensten**

*(S. Abeck, M. Gebhart)*

Im Kontext dienstorientierter Architekturen bilden Anwendungsdienste, kurz Dienste, die fundamentalen Bestandteile, um die Ausführung von Geschäftsprozessen zu unterstützen. Da mit dem Wechsel hin zu einer dienstorientierten Architektur auch Ziele wie eine erhöhte Flexibilität oder eine bessere Ausrichtung der Informationstechnologie an das Geschäft verknüpft sind, werden bestimmte Diensteseigenschaften wie bspw. lose Kopplung oder hohe Autonomie gefordert. Diese Eigenschaften werden bereits frühzeitig während des Entwurfs beeinflusst, weshalb es wünschenswert ist, den Entwurf bereits mit Hinblick auf diese Diensteseigenschaften durchzuführen. Das Konzept beinhaltet dabei sowohl die Identifikation aller Dienste als auch die konkrete Spezifikation eines Dienstes.

Zur Umsetzung eines solchen Entwurfsprozesses wurden erste evaluierbare Kriterien identifiziert, die sich in Dienstentwürfen bestimmen und teilweise automatisiert messen lassen. Dabei wurde der Fokus vor allem auf Dienstentwürfe gesetzt, die mit einer standardisierten Modellierungssprache formalisiert wurden. Die identifizierten Kriterien wurden unter anderem für die Analyse eines bestehenden Systems am IOSB angewandt.

## **Benutzerinteraktion in dienstorientierten Architekturen**

*(S. Abeck, P. Hoyer)*

Die Integration des Menschen in teilautomatisierte Geschäftsprozesse machen grafische Benutzerschnittstellen erforderlich, an welche heute hohe Ansprüche bezüglich Benutzbarkeit und Reichhaltigkeit gestellt werden. Die Entwicklung von grafischen Benutzerschnittstellen erfolgt meistens entgegen dienstorientierten Prinzipien, wie Wiederverwendung oder lose Kopplung und wirkt daher der Flexibilität einer dienstorientierten Architektur insgesamt entgegen. Es wird untersucht, welche Voraussetzungen die Präsentationsebene einer dienstorientierten Architektur erfüllen muss, um Prinzipien der Dienstorientierung auch auf der Präsentationsebene zu erfüllen. Ziel ist zum einen die Spezifikation eines Entwicklungsprozesses, der mit Hilfe eines Verzeichnisses für grafische Benutzerschnittstellenartefakte die Wiederverwendung auf Präsentationsebene steigert, zum anderen die Definition einer Architektur, welche durch Einsatz eines Nachrichtenbusses die lose Kopplung der auf der Präsentationsschicht eingesetzten Komponenten und Artefakte sicherstellt.

## **Musterbasierte Entwicklung von abgesicherten Diensten**

*(S. Abeck, A. Dikanski)*

Mit dem Einsatz von dienstorientierten Architekturen zur Entwicklung von Geschäftsanwendungen stellen Organisationen ihre Dienste internen Abteilungen sowie externen Partnern bereit. Dieser Austausch über Organisationsgrenzen bedarf eines Schutzes vor unbefugtem Zugriff auf sensitive Informationen. Zwar existieren zahlreiche sicherheitsrelevante Standards und Konzepte, jedoch ist deren Anwendung ohne vorherige Analyse der Gefahren für fachfremde Entwickler schwierig. Das Ziel ist die Entwicklung

von sicheren dienstorientierten Architekturen entlang eines mustergestützten Entwicklungsprozesses. Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der Bereitstellung von notwendigen Sicherheitsdiensten einer Identitätsmanagement-Architektur, welche sich aus den fachlichen Sicherheitsanforderungen ergeben.

### **Entwurf dienstorientierter Managementplattformen**

*(S. Abeck, I. Pansa)*

Der Betreiber einer IT-Infrastruktur stellt seinen Kunden Fachfunktionalität über definierte Schnittstellen in Form von IT-Diensten zur Verfügung. Verknüpft mit der Fachfunktionalität sind qualitative Aspekte, die den Dienst in seiner Ausprägung beschreiben. Untersucht wird die Entwicklung von IT-Managementansätzen im Hinblick auf den qualitätsgesicherten Betrieb von IT-Diensten. Das Ziel besteht darin, Managementkomponenten zu entwickeln, die bedarfsgerecht verschaltet werden können. Diese Vorgehensweise unterstützt ein hohes Maß an Wiederverwendung von Managementkomponenten und mündet in der Idee, die Fachfunktionalität bezüglich der Managementfunktionen in einer dienstorientierten Architektur zu implementieren. Der wissenschaftliche Beitrag der Arbeit liegt in einer fundierten Betrachtung von hierzu notwendigen Modellbildungen, welche im Rahmen eines modellgetriebenen Entwicklungsansatzes zur Konstruktion einer dienstorientierten Managementplattform eingesetzt werden können.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Dikanski, A.; Emig, C.; Abeck, S.:** Integration of a Security Product in Service-oriented Architecture. In: Proceedings of IEEE Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies SECURWARE'09. IEEE Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies SECURWARE'09, Athen/Vouliagmeni, Hellas, 18.-23.06.2009. S. 1-7

**Gebhart, M.; Abeck, S.:** Rule-Based Service Modeling. In: Proceedings of The Fourth International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA2009). Porto, Portugal, 20.-25.09.2009. S. 271-276

**Hoyer, P.; Gebhart, M.; Pansa, I.; Link, S.; Dikanski, A.; Abeck, S.:** A Model-Driven Development Approach for Service-Oriented Integration Scenarios. In: Proceedings of The First International Conferences on Advanced Service Computing (SERVICE COMPUTATION). The First International Conferences

on Advanced Service Computing (SERVICE COMPUTATION), Athen/Glyfada, Hellas, 15.-20.11.2009. CD-ROM

**Link, S.; Hoyer, P.; Kopp, T.; Abeck, S.:** A Model-Driven Development Approach Focusing Human Interaction. In: Proceedings of 3. Internationale Konferenz "Advances in Computer-Human Interaction" (ACHI). 3. Internationale Konferenz "Advances in Computer-Human Interaction" (ACHI), Cancun, Mexico, 01.-07.02.2009. S. 90-96

**Momm, C.; Gebhart, M.; Abeck, S.:** A Model-Driven Approach for Monitoring Business Performance in Web Service Compositions. In: Proceedings of The Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW2009). Venezia, Italia, 24.-28.05.2009. S. 343-350

**Forschungsbereich**

**Institut für Telematik**

**Dezentrale Systeme  
und Netzdienste**

Leiter:	Prof. Dr. H. Hartenstein
Sekretariat:	A. Hoppich
Nachwuchsgruppenleiter/	
Akadem. Mitarbeiter:	Dr. J. Dinger, T. Hoellrigl (F), O. Jetter, K. Jünemann (ab 01.05.2009), S. Labitzke, F. Schell, F. Schmidt-Eisenlohr (F), T. Tielert (ab 01.02.2009)
Stipendiat:	M. Killat (F)

**Forschungsbereich**

**Verkehrstelematik**

Nachwuchsgruppenleiter:	Dr. J. Härrli (F)
Akadem. Mitarbeiter:	N. An (ab 12.01.2009), J. Mittag

**Dezentrale Systeme und Netzdienste (DSN)**

*(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 Sendern 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. autonome Kommunikationsinfrastrukturen). 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 hin-

weg 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.

## **Nachwuchsgruppe Verkehrstelematik**

*(J. Härrri)*

Im Rahmen der Verkehrstelematik sollen intelligente Verkehrssysteme durch die Nutzung von Kommunikationstechnologien ergänzt und verbessert werden. Anwendungen, die Informationen über Fahrzeuge und den Verkehrszustand verwenden, dienen beispielsweise zur Verkehrsregelung, zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Verkehrs, für das Flottenmanagement oder für Mautsysteme. Durch die Verwendung von drahtloser Kommunikationstechnologie auf Seiten der Verkehrs-Infrastruktur sowie in den Fahrzeugen sind die notwendigen Informationen schneller und präziser verfügbar. Existierende Systeme können hierdurch verbessert werden, es ist aber auch möglich, neuartige Systeme zu entwickeln, beispielsweise im Bereich der aktiven Verkehrssicherheit. Verkehrstelematik vereint somit Bestandteile aus den Forschungsbereichen Informatik, Telekommunikation und Verkehrswesen.

Im Rahmen der Nachwuchsgruppe Verkehrstelematik werden Forschungsarbeiten in den Bereichen Fahrzeugkommunikationen, öffentlicher Personennahverkehr, Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement durchgeführt. Hierzu wurden vier wesentliche Forschungsschwerpunkte identifiziert: I) Analyse der realen physikalischen Gegebenheiten und Besonderheiten bei der Fahrzeugkommunikationen, II) Analyse verschiedener Kommunikationstechnologien als Grundlage für ubiquitäre Verkehrstelematik-Anwendungen, III) Entwicklung einer realistischen und modularen Simulationsplattform zur Leistungsbewertung von Verkehrstelematik-Anwendungen und IV) Einbringen der gewonnenen Erkenntnisse in den Standardisierungsprozess im Bereich der Fahrzeugkommunikation. Zur Unterstützung des letztgenannten Ziels ist die Nachwuchsgruppe gemeinsam mit der Forschungsgruppe Dezentrale Systeme und Netzdienste dem Car-to-Car Communication Consortium (C2C-CC) als "Development Member" beigetreten.

Die Nachwuchsgruppe, vergleichbar mit einer Gruppe des Emmy-Noether Programms der Deutschen Forschungsgemeinschaft, wird durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK-BW), die Klaus Tschira Stiftung (KTS) sowie durch Zuwendungen der Firmen PTV AG und INIT GmbH getragen.

## **Modellierung des Kommunikationssystems: Anwendungsfälle bestimmen den Detaillierungsgrad**

*(H. Hartenstein, M. Killat)*

Seit Juli 2008 arbeitet die Forschungsgruppe DSN in dem EU-FP7-Projekt "PRE-DRIVE C2X", in dem Experimente zur Folgeabschätzung von Kommunikation zwischen Fahrzeugen und zwischen Fahrzeugen und Infrastrukturpunkten auf eine erhöhte Verkehrssicherheit und -effizienz vorbereitet werden sollen. Die DSN-Gruppe unterstützt das Projekt durch Simulationsstudien, um vorab Leistungsabschätzungen des angedachten Systems vornehmen zu können. Zu diesem Zweck werden zunächst geeignete Modellierungen des Kommunikationssystems untersucht, bewertet und ggf. entwickelt, um den unterschiedlichen Simulationsanforderungen gerecht zu werden.

Im Berichtsjahr 2009 konzentrierten sich die Arbeiten der Gruppe auf Modellierungsentscheidungen für die beiden Anwendungsfälle "Green Light Optimized Speed Advisory" und "Traffic Jam Ahead Warning". Erst genannter strebt durch die Kommunikation von Ampel-Schaltzeiten an sich nähernde Fahrzeuge ein verändertes Fahrerverhalten an, das einen reduzierten Kraftstoffverbrauch zur Folge hat. In Simulationsexperimenten konnten zwei Ergebnisse erzielt werden: (a) Kraftstoffeinsparungen im Bereich von 8% bis 10% scheinen im Bereich des Möglichen und (b) in Sensitivitätsstudien konnte gezeigt werden, dass das Bewertungskriterium "Kraftstoffverbrauch" sich weitestgehend invariant gegenüber Qualitätsschwankungen des Kommunikationssystems verhält. Ähnliche Erkenntnisse deuten sich für den zweit genannten Anwendungsfall an: Anforderungen, die nach einer zuverlässigen und rechtzeitigen Warnung vor einem sich nähernden Stauende verlangen, konnten in detaillierten Kommunikationsstudien bei weitem übertroffen werden. Den Ergebnissen zur Folge kann eine abstraktere Modellierung des Kommunikationssystems in gemeinsamen Simulationsstudien von Verkehr, Kommunikation und Anwendung zu Gunsten eines beschleunigten Simulationsprozesses verwendet werden.

## **Effiziente Kommunikation in zukünftigen ITS Systemen und Beiträge zum europäischen Standardisierungsprozess**

*(H. Hartenstein, J. Härrä, J. Mittag)*

Durch den Einsatz von Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation wird es in Zukunft möglich sein, die Sicherheit im Straßenverkehr aktiv zu erhöhen. Durch periodischen Austausch von Statusinformationen, z.B. der aktuellen Position, wird ein gegenseitiges Bewusstsein aufgebaut, welches genutzt werden kann, um nahende Gefahrensituationen frühzeitig zu erkennen. In Situationen mit einer großen Anzahl an Verkehrsteilnehmern kann es jedoch zu einer Überlast auf dem Übertragungskanal kommen. Daher ist es notwendig den periodischen Austausch so effizient wie möglich durchzuführen und gegebenenfalls die Kanalauslastung durch ein Reduzieren der Sendeleistung zu senken.

Bezüglich der Effizienz des periodischen Informationsaustausches haben wir einen Vergleich zwischen dem direkten Versenden der Nachrichten mit voller Sendeleistung und

dem Versenden über mehrere Kommunikationsabschnitte mit reduzierter Sendeleistung durchgeführt. In beiden Fällen werden die Informationen bis zu einer gewissen Entfernung vom Sender übertragen. In letzterem Fall wird jedoch prinzipiell die räumliche Wiederverwendung des Kanals durch die reduzierte Sendeleistung erhöht, wodurch die Kanalauslastung gesenkt werden sollte. Da nun aber jedes Fahrzeug periodisch Nachrichten aussendet und diese an alle Nachbarn in der Umgebung verteilt werden sollen, steigt die Zahl der zu übertragenden Pakete überproportional an und vernichtet den Vorteil einer erhöhten räumliche Wiederverwendung des Kanals. Lediglich in Ausnahmefällen ist eine Reduzierung der Netzlast zu erzielen.

Im Februar 2009 wurde von uns ein Kick-Off Meeting für die C2C-CC Task Force Trans mit Power Control organisiert, welche initiiert wurde, um Hersteller von Kommunikations-/Antennensystemen und Entwickler von Überlastkontrollalgorithmen zusammenzuführen. Die Ergebnisse wurden im November 2009 im Rahmen einer Podiumsdiskussion auf dem C2C Forum in Wolfsburg vorgestellt.

## **Integration von Physical Layer Emulation in die Simulation von drahtlosen Fahrzeugnetzen**

*(H. Hartenstein, J. Mittag)*

Für die Bewertung existierender und die Entwicklung neuer Kommunikationstechnologien und Netze stellen Simulatoren, welche vereinfacht reale Systeme nachbilden, ein effektives und kostengünstig einzusetzendes Werkzeug dar. Insbesondere im Bereich der Netzwerksimulation werden hierbei jedoch die Details der Kommunikationshardware abstrahiert indem zu übertragende Pakete als atomare Einheiten und nicht explizit als einzelne Bits betrachtet werden.

Abhängig von der verwendeten Übertragungsfrequenz und des untersuchten Szenarios lässt diese Abstraktion signifikante Effekte unberücksichtigt. Beispielsweise liegt bei drahtlosen Fahrzeugnetzen mit einer Übertragungsfrequenz von 5,9 GHz ein zeit- und frequenzselektiver Kanal vor, für dessen Abbildung eine detailliertere Modellierung notwendig wäre.

Deswegen hat die Forschungsgruppe DSN zusammen mit der Chalmers University Göteborg den IEEE 802.11p Standard akkurat in Software realisiert und in den Netzwerksimulator NS-3 integriert. Durch die Emulation der Signalverarbeitung eines echten Transceiver wird die Abstraktion des Pakets aufgebrochen und durch eine Sequenz von komplexen Zeitsignalen ersetzt. Dadurch ist es nun möglich, Kanaleffekte akkurat abzubilden und deren Einfluss auf die Netzwerkperformanz realistisch zu untersuchen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde unser Simulator anschließend gegen kommerzielle Hardware im Network Emulator Testbed der Carnegie Mellon University in Pittsburgh validiert, welches von Prof. Peter Steenkiste frei zu Verfügung gestellt wurde. Aufbauend auf dem Ergebnis der Zusammenarbeit können wir in Zukunft eine aussagekräftigere Leistungsbewertung von drahtlosen Fahrzeugnetzen durchführen als dies bisher möglich war. Zusätzlich ermöglicht der neue Simulator eine gemeinsame Optimierung der

Signalübertragungs- und der Netzwerkebene, welche ohne diese Vorarbeit nicht möglich wäre.

### **Kommunikationskapazität in Fahrzeugnetzwerken**

*(H. Hartenstein, F. Schmidt-Eisenlohr)*

In Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikationsnetzwerken stellt der regelmäßige, lokal beschränkte Austausch von Statusinformationen zwischen den Fahrzeugen eine Basisfunktionalität dar, die Verkehrssicherheitsanwendungen unbedingt notwendige Informationen über den aktuellen Verkehrszustand in der Umgebung zur Verfügung stellt. Die Kommunikation ist aufgrund des Broadcast-Charakters, notwendiger Aktualität der Informationen, stark schwankender Anzahl an Kommunikationsknoten sowie der äußeren Einflüsse erheblichen Störungen und Schwankungen ausgesetzt. Um als Basis für Verkehrssicherheitssysteme dienen zu können, ist eine Charakterisierung der zu erwartenden Kommunikationsqualität sowie eine Abschätzung der erzielbaren Menge an auszutauschender Information notwendig.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die speziellen Eigenschaften lokaler Broadcast-Kommunikation analytisch und durch Simulationen untersucht. Zur Bewertung wurde die im Rahmen der Arbeit entwickelte "lokale Broadcasts-Kapazität" verwendet. Aus den analytischen Untersuchungen lassen sich Beschränkungen abschätzen, die anhand detaillierter Simulationsstudien weiter eingegrenzt wurden. Im Rahmen der umfangreichen Analysen zeigte sich insbesondere, dass die zur Verfügung stehende Datenrate des drahtlosen Kommunikationssystems nur zu einem gewissen Grad ausgelastet werden darf, um die aktuellen Statusinformationen zuverlässig an die benachbarten Fahrzeuge verbreiten zu können. Zudem wurde ein grundlegender Zusammenhang zwischen der theoretisch maximalen und der tatsächlich erzielbaren Kapazität aufgezeigt. Dieser ist für ein breites Spektrum an Szenarien gültig, und somit für die Abschätzung der Leistung von zu realisierenden Systemen sowie für die weitere Entwicklung von Protokollmechanismen sehr nützlich. Die in diesem Projekt erzielten Resultate wurden im Berichtszeitraum in einer Dissertation niedergeschrieben.

### **Verteilung von Informationen in städtischen Fahrzeugnetzen**

*(H. Hartenstein, T. Tielert)*

Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs 1194 untersucht die Forschungsgruppe DSN seit 2006 die grundlegenden Kommunikationseigenschaften in großen und mobilen Broadcast-basierten drahtlosen Sensornetzen. Als Anwendungsdomäne solcher Netze wird die Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf Basis des WLAN Standards betrachtet.

Nach einer Begutachtung durch die DFG wurde 2009 die Weiterförderung des Graduiertenkollegs über die volle Antragszeit beschlossen. Dadurch konnte ein Generationenwechsel der geförderten Graduierten erfolgen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Vorjahre verschiebt sich der Fokus der Forschungsgruppe mit dem Generationenwechsel von Autobahnsszenarien auf die

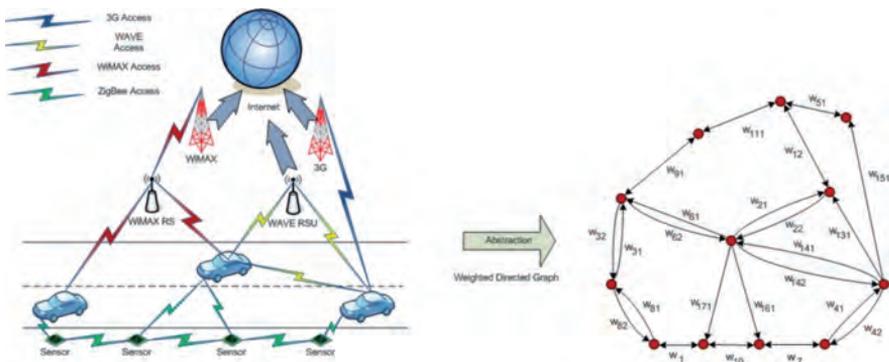
Kommunikation zwischen Fahrzeugen in innerstädtischen Umgebungen. Ziel ist es, Kommunikationsprotokolle zur Verteilung von Informationen unter den Fahrzeugen zu entwerfen, indem auf der einen Seite die kommunikationstechnischen Besonderheiten des drahtlosen Kanals in städtischen Umgebungen und auf der anderen Seite die Anforderungen der Anwendungen berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck erfolgte die Analyse typischer Kommunikationsszenarien mit einem strahlenoptischen Werkzeug. Außerdem wurde wie im Abschnitt PRE-DRIVE C2X beschrieben, die Kommunikation zwischen Ampel und Fahrzeug als mögliche Anwendung untersucht.

Um die Modellierung der Fahrzeugkommunikationssimulation weiter zu verfeinern, wurde außerdem die Auswirkung der erhöhten Paketgröße und Verarbeitungszeit pro Paket durch kryptographische Mechanismen auf ein beispielhaftes Kommunikationsprotokoll untersucht. Dabei wurde herausgefunden, dass auch mit dem Einsatz dedizierter Kryptographiehardware neben der Belastung des Funkmediums durch die größeren Pakete der zeitliche Verarbeitungsaufwand nicht zu vernachlässigen ist und in der Simulation berücksichtigt werden muss.

### Ubiquitäre Kommunikation in heterogenen Fahrzeugnetzen

(N. An, J. Härrri)

Derzeit ist vorgesehen, die drahtlose Ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen mittels WLAN, insbesondere auf Basis des IEEE-Standards 802.11p, zu realisieren. Vor dem Hintergrund häufig abreißender Kommunikationsverbindungen in solch dynamischen Netzen können aufkommende Breitbandanwendungen auch komplementäre drahtlose Kommunikationstechnologien (WiMAX, 3G, usw.) erfordern. Forschungsgegenstand ist hierbei die dynamische Auswahl der jeweils passenden Technologie zur Gewährleistung allgegenwärtiger Fahrzeugkommunikation im Hinblick auf Faktoren, wie bspw. Verbindungskosten, aktuelle Netzwerkauslastungen und Anforderungen der einzelnen Applikation.



Zur Untersuchung der Machbarkeit sowie zum Herausstellen der Vorteile einer solch heterogenen Kommunikationslösung wird folgender Ansatz verfolgt: Es wird ein heterogenes Fahrzeugnetzwerk als gewichteter und gerichteter Graph betrachtet, in dem jeder Kommunikationsteilnehmer, respektive jedes Fahrzeug und jeder Zugangspunkt, als Knoten und jede bestehende Verbindung zwischen den Teilnehmern als Kante repräsentiert wird. Die Festlegung der Kantengewichte basiert hierbei auf einer Gewichtungsfunktion, die aus der Analyse einer Menge von Metriken, wie bspw. Verbindungszeit, Verzögerung, Empfangsstärke und Kanalkapazität, resultiert und die Attraktivität unterschiedlicher Verbindungsmöglichkeiten repräsentiert. Die Identifikation und Festlegung der zugrunde liegenden, aussagekräftigen Metriken ist Teil der aktuellen Forschungsarbeit. Durch eine adäquate Gewichtung der Netzwerkverbindungen kann letztlich die Leistung eingeschätzt, die Entwicklung von effizienten Handover- und Routing-Protokollen unterstützt sowie eine Optimierung der Netze hinsichtlich Infrastrukturpunkten vorgenommen werden.

### **Virtual Testfield: Simulation-as-a-Service für Verkehrstelematikanwendungen**

*(H. Hartenstein, J. Härrä, M. Killat, J. Mittag, T. Tielert)*

Die Entwicklung neuer Verkehrstelematikanwendungen erfordert eine Untersuchung der Auswirkungen auf den Straßenverkehr. Aus Logistik-, Flexibilitäts- und Kostengründen nutzt man hierbei üblicherweise Simulatoren, die als Vorstufe zu Prototypen und Feldtests dienen. Durch die Simulationen kann sodann eine Auswahl der weiter zu untersuchenden Telematikanwendungen und Szenarien vorgenommen werden. In Anbetracht der Größe des geografischen Gebiets und der sehr hohen Anzahl an Fahrzeugen, die in solchen Untersuchungen typischerweise betrachtet werden, erfordern die Simulationen eine sehr hohe verfügbare Rechenkapazität.

Im Projekt "Virtuelles Testfeld", das in Kooperation mit der PTV AG durchgeführt wird, werden testfeldbezogene Auswertungen von Verkehrstelematikanwendungen durch Simulationen virtualisiert. Durch das zugrunde liegende Konzept des Projekts werden drei verschiedene Zielsetzungen verfolgt: I) Das virtuelle Testfeld bietet eine modulare und flexible Simulationsumgebung, mit Hilfe derer unterschiedliche Verkehrstelematikanwendungen sowie Kommunikationstechnologien untersucht werden können. II) Dem Benutzer soll die Konfiguration der Szenarien und der Simulation vollständig anhand einer Web-Applikation ermöglicht werden. III) Die Simulation der Szenarien soll durch die Anbindung von Hochleistungsrechnern und -clustern, wie zum Beispiel von Rechnern des Steinbuch Center for Computing (SCC), beschleunigt bzw. parallelisiert werden.

Unser „Simulation-as-a-Service“ Ansatz besteht dabei aus drei funktionalen Blöcken: einer Webapplikation für die Interaktion mit dem Nutzer; einem Backend, das die Schnittstelle zwischen Webapplikation und den Hochleistungsrechnern bildet; sowie einer generischen Schnittstelle, welche die Vernetzung verschiedener Anwendungs-, Netzwerk- und Verkehrssimulatoren ermöglicht. Unser erster Prototyp veranschaulicht dies beispielhaft anhand des Verkehrssimulators VanetMobiSim.

## **Informations- und Kommunikationsinfrastruktur für Elektromobilität**

*(J. Dinger, H. Hartenstein, K. Jünemann)*

Das Projekt MeRegioMobil stellt die Frage, wie Elektrofahrzeuge effizient und sinnvoll in das Energiesystem integriert werden können. Hierfür spielt insbesondere die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) eine wesentliche Rolle, da sowohl die Ladevorgänge als auch die Auslastung des Stromnetzes bei einer großen Anzahl von Fahrzeugen "intelligent" gesteuert werden müssen. Darüber hinaus ist es durch eine entsprechende IKT auch denkbar, Fahrzeugbatterien als mobile Stromspeicher zu nutzen, um überschüssigen Wind- oder Solarstrom aus dem Netz aufzunehmen und bei Bedarf wieder ins Netz zurückzuspeisen (engl. Vehicle-to-Grid). MeRegioMobil hat es sich als Ziel gesetzt, in Baden-Württemberg eine Infrastruktur für Elektrofahrzeuge zu entwickeln und aufzubauen sowie bis Ende 2011 in einem regionalen Feldtest zu erproben. Der Fokus der Forschungsgruppe DSN innerhalb des Projekts liegt auf der Konzeption und simulativen Bewertung der IKT-Infrastruktur sowie der Gestaltung eines Identitätsmanagements, das eine essentielle Basis der IKT bildet. Zudem wird die Anwendbarkeit von Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikationstechnologien evaluiert.

Im Berichtszeitraum wurden in Kooperation mit dem Zentrum für angewandte Rechtswissenschaften (ZAR) als Grundlage für die zu erstellende Identitätsmanagementarchitektur Rollen, Identitätsgeber sowie vom Gesetzgeber definierte Entitäten identifiziert und modelliert. So zeigte sich etwa, dass für die Rückspeisung von Strom auch der Fahrzeughalter (im Gegensatz zur Authentifikation des Fahrzeugnutzers beim normalen Ladevorgang) einbezogen werden muss, da die Rückspeisung die Lebensdauer der Fahrzeugbatterie beeinflusst. Weiterhin wurde damit begonnen, die IKT-Systeme bzw. Prozesse so zu gestalten, dass benutzerbezogene Daten wie Messdaten und Fahrprofile datenschutzkonform erhoben und verarbeitet werden können.

## **Konzeption, Bewertung und Simulation identitätsbezogener Dienste**

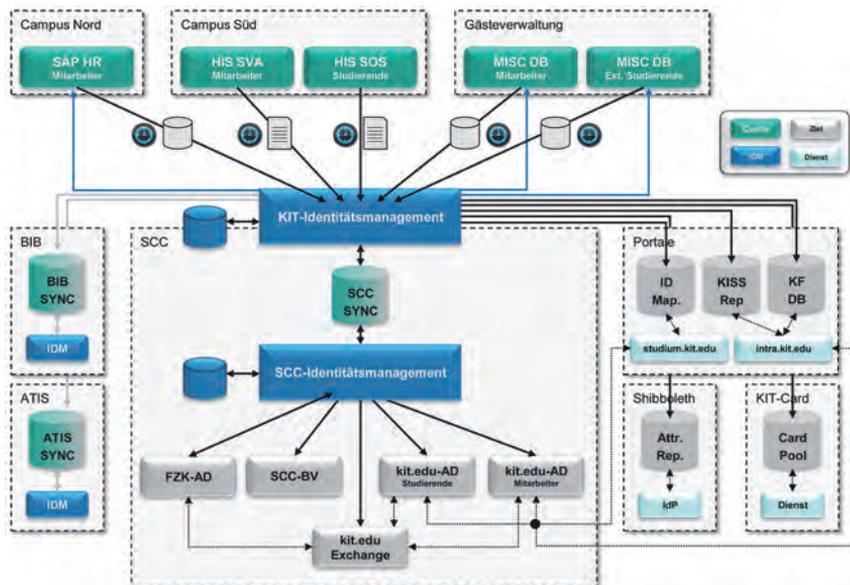
*(J. Dinger, H. Hartenstein, T. Höllrigl, S. Labitzke, F. Schell)*

Die Forschungsgruppe DSN beschäftigt sich mit der Konzeption, Entwicklung und Integration identitätsbezogener Dienste für verteilte Systeme in heterogenen IT-Landschaften. Shibboleth, als eine im universitären Kontext weit verbreitete, organisationsübergreifende Single Sign-On-Lösung, wurde im laufenden Berichtsjahr dahingehend erweitert, dass auch verteilt vorliegende Identitätsdaten zum Austausch mit Föderationsmitgliedern genutzt werden können. Mit dem erzielten Beitrag können vor dem Hintergrund des föderativen Paradigmas, das konzeptionell größere Organisationen wie das KIT als Föderation ihrer Einrichtungen betrachtet, zukünftig nutzerfreundlich unter anderem deutschlandweit Dienste im Rahmen der DFN-AAI mittels einmaliger Authentifikation genutzt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt lag in der quantitativen Bewertung identitätsbezogener Dienste mit der Entwicklung passender Strategien für Lasttests und Fehleranalysen. Hierauf

aufbauend wurden Ansätze zur Leistungsbewertung von Identitäts- und Zugriffsmanagement (IAM)-Systemen erarbeitet sowie Simulationen zu deren Vergleich durchgeführt. Diese Untersuchungen dienen als Grundlage für Entwurfsentscheidungen während der infrastrukturellen Planung und Dimensionierung von IAM-Systemen und dem Design identitätsbezogener Dienste. Darüber hinaus wurde eine der wesentlichen Herausforderungen des IAM mit der Wahrung der Konsistenz verteilter personenbezogener Daten adressiert. Fundamentale Beiträge hierfür wurden durch die Schärfung des Konsistenzbegriffs und die Konzeption geeigneter Mechanismen hinsichtlich föderativer Umgebungen geliefert.

Im Gegensatz zur kontrollierten Verteilung personenbezogener Daten durch IAM-Systeme wird die unkontrollierte Ausbreitung solcher Daten durch das Internet und insbesondere soziale Netze gefördert. Im Fokus unserer Arbeit stand in diesem Kontext die Modellierung und Simulation von Nutzer- und Systemverhalten, um Auswirkungen der Datenproliferation und den Wirkungsgrad von Gegenmaßnahmen zu quantifizieren.



## Management im Cloud Computing

(J. Dinger, H. Hartenstein, O. Jetter)

In Rahmen des Graduiertenkollegs "Information Management and Market Engineering" untersucht die Forschungsgruppe DSN seit 2005 gemeinsame Fragestellungen aus den Bereichen Kommunikationssysteme und Operations Research. Der Fokus innerhalb der Forschungsgruppe liegt aktuell auf einem möglichst autonomen Netzwerk- und Service-

Management. Hierbei wird an Lösungsstrategien hinsichtlich der Frage gearbeitet, inwiefern und auf welche Art und Weise mittels Autonomie die steigende Komplexität zukünftiger verteilter Systeme in den Griff bekommen werden kann. 2009 wurde im Bereich des Service-Management zunächst ein Konzept für ein automatisiertes verteiltes Simulationsmanagement unter Verwendung der im Bereich Cloud Computing äußerst populären Plattform Apache Hadoop entwickelt und das ausgearbeitete Konzept anschließend umgesetzt. Mittels der Implementierung ist es möglich, mit geringem Aufwand tausende von unabhängigen Simulationsläufen automatisiert auf einem Rechencluster zu verteilen, um diese dann parallel auszuführen. Ausgehend von dem Beispiel verteilter Simulationen konnte schlussendlich eine Leistungsbewertung der verwendeten Plattform Apache Hadoop durchgeführt werden. Im Bereich des Netzwerk-Management werden aktuell Forschungsfragen bezüglich der Netzwerk-Heterogenität verteilter Systeme untersucht und man geht der Frage nach, inwiefern diese Heterogenität durch Adaptieren der Systemstrukturen effizient genutzt werden kann. Ziel ist es, zukünftigen Anwendungen mittels einer von dem physischen Netzwerk abstrahierenden logischen Schicht einen effizienten und performanten Kommunikationsdienst bereit zu stellen. In diesem Kontext spielt die Adaption hinsichtlich verschiedener Kommunikationsmuster eine entscheidende Rolle. Das Szenario der verteilten Simulationen dient hierbei erneut als ein Beispiel für ein mögliches Kommunikationsmuster verteilter Systeme.

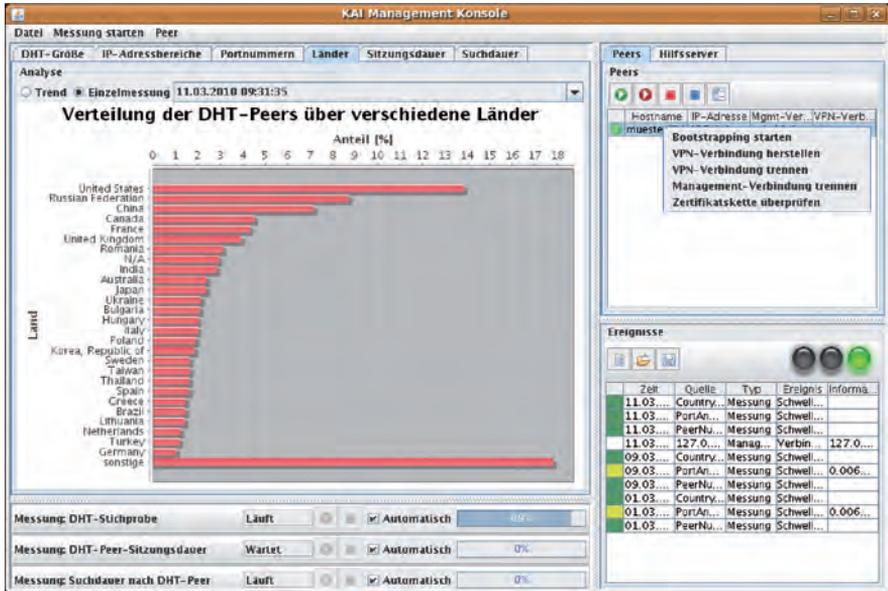
### **Autonome Kommunikationsinfrastruktur**

*(J. Dinger, H. Hartenstein, K. Jünemann)*

Ziel des Projekts KAI ist es, eine Kommunikationslösung für Gruppen zu entwickeln, die ohne zentralisierte Infrastrukturelemente, wie Verzeichnisdienste, auskommt und den Teilnehmern dennoch erlaubt, von beliebigen "Internet-Anschlüssen" zuverlässig und sicher miteinander zu kommunizieren. Nachdem man in der ersten, bis Oktober 2008 dauernden Phase des Projekts die textbasierte Kommunikation per E-Mail und Instant-Messenger ermöglichte, wurde in der zweiten Phase Sprachkommunikation integriert sowie eine Management-Plattform zur Wartung des Systems erstellt. Auftraggeber des Projekts ist das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Die Arbeiten wurden in Kooperation mit der Forschungsgruppe von Prof. Zitterbart durchgeführt.

Um eine langfristige Einsatzfähigkeit sicherzustellen, wurde das KAI-System um eine Management-Konsole ergänzt. Diese ermöglicht zum einen die Überprüfung von Kernfunktionen der einzelnen KAI-Knoten, so dass Probleme wie etwa abgelaufene Zertifikate frühzeitig festgestellt werden können. Zum anderen überwacht die Management-Konsole den Zustand des Peer-to-Peer-Netzes BitTorrent, das dem KAI-System zu Grunde liegt. BitTorrent ermöglicht unter anderem die verteilte Ablage von Schlüssel-Wert-Paaren. Das hierfür notwendige BitTorrent-Netz umfasst zurzeit weltweit etwa 7 Millionen Peers, mit steigender Tendenz. Die Management-Konsole führt Messungen durch, analysiert die ermittelten Daten anhand bestimmter Metriken und generiert Warnungen bei Überschreitung vordefinierter Schwellwerte. Der Nutzer kann sich die

analysierten Messergebnisse auch graphisch darstellen lassen, wobei auch langfristige Trends aufgezeigt werden. Insgesamt werden 12 verschiedene Analysen durchgeführt und dargestellt. Die Grundlage für einen großen Teil dieser Analysen bietet eine etwa halbstündlich erstellte, repräsentativ erhobene Stichprobe des BitTorrent-Netzes, die dann z.B. auf die Verteilung der Herkunftsländer der gefundenen Peers untersucht wird.



**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Bücher und Beiträge:**

**Jetter, O.; Killat, M.; Mittag, J., Schmidt-Eisenlohr, F.; Dinger J., Hartenstein, H.:** Simulative Analysis of Vehicle-to-X Communication considering Traffic Safety and Efficiency. In: High Performance Computing in Science and Engineering '09. Hrsg.: Nagel, W.; Kröner, D.; Resch, M.; Berlin: Springer, 2009, S. 523-538

**Härri J., Bonnet, C.:** Security in Mobile Telecommunication Networks. In: Wireless and Mobile Networks Security. Hrsg.: H. Chaouchi, M. Maknavicius, 2009, S. 411-434

**Härri J., Bonnet, C.:** Security in Next Generation Mobile Networks. In: Wireless and Mobile Network Security. Hrsg.: Chaouchi, H., Maknavicius, M., 2009, S. 315-361

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Dinger, J.; Waldhorst, O.:** Decentralized Bootstrapping of P2P Systems: A Practical View. In: Proceedings of the 8th International IFIP-TC 6 Networking Conference. Hrsg.: Fratta, L.; Schulzrinne, H.; Takahashi, Y.; Spaniol O.; The 8th IFIP TC6 International Conference on Networking, Aachen, Germany, 11.-15.05.2009. Berlin/Heidelberg: Springer, 2009, S. 703-715, (Lecture Notes in Computer Science; 5550/2009)

**Schell, F.; Dinger, J.; Hartenstein, H.:** Performance Evaluation of Identity and Access Management Systems in Federated Environments. In: Proceedings of the 4th International ICST Conference on Scalable Information

Systems (INFOSCALE 2009). Hong Kong, China, 10.06.2009. S. 90-107

**Furthmüller, J.; Pink, M.; Hartenstein, H.; Waldhorst, O.:** Overcoming a Communication Barrier on the Way Towards a Global Sensor Network. In: Proceedings of the 1st Workshop on Global Sensor Networks (GSN 2009). 1st Workshop on Global Sensor Networks (GSN 2009), Kassel, Germany, 02.03.2009

**Mittag, J.; Thomas, F.; Härri, J.; Hartenstein, H.:** A Comparison of Single- and Multi-hop Beaconing in VANETs. In: Proceedings of the 6th ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networking (VANET). Hrsg.: ACM. The Sixth ACM International Workshop on Vehicular Inter-NETworking (VANET 2009), Peking, China, 25.09.2009. New York, NY, USA: ACM, 2009, S. 69-78

**An, N.; Riihijärvi, J.; Mähönen, P.:** Studying the Delay Performance of Opportunistic Communication in VANETs with Realistic Mobility Models. In: Proc. of the 69th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC'09-Spring). 69th IEEE Vehicular Technology Conference, Barcelona, Spain, 26.04.2009

**Schell, F.; Dinger, J.; Hartenstein, H.:** Performance Evaluation of Identity and Access Management Systems in Federated Environments. In: Scalable Information Systems: 4th International ICST Conference, INFOSCALE 2009. Hrsg.: Müller, P; Cao, J.-N.; Wang, C.; The 4th International ICST Conference on Scalable Information Systems, Hong-Kong, China, 10.-11.06.2009. Berlin: Springer, 2009, S. 90-107

**Beiträge in Zeitschriften:**

58, Heft 7, 2009, S. 3684-3707

**Härri, J.; Filali, F.; Bonnet, C.:** Mobility Models for Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey and Taxonomy. In: IEEE Communications Surveys & Tutorials, Band 11, Heft 4, 2009, S. 19-41

**Lee, K. C.; Le, M.; Härri, J.; Gerla, M.:** Taking the LOUVRE Approach. In: IEEE Vehicular Technology Magazine, Band 4, Heft 1, 2009, S. 86-92

**Torrent-Moreno, M.; Mittag, J.; Santi, P.; Hartenstein, H.:** Vehicle-to-Vehicle Communication: Fair Transmit Power Control for Safety-Critical Information. In: IEEE Transactions on Vehicular Technology, Band

**Cheng, P.; Lee, K. C.; Gerla, M.; Härri, J.:** GeoDTN+Nav: Geographic DTN Routing with Navigator Prediction for Urban Vehicular Environments. In: Springer Journal on Mobile Network and Application (MONET), Band 10.1007, Heft , 2009

**Schell, F.; Höllrigl, T.; Hartenstein, H.:** Federated Identity Management as a Basis for Integrated Information Management. In: it - Information Technology, Band 51, Heft 1, 2009, S. 14-23

**Institut für Telematik**

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Wiss. Assistent:	Dr. M. Nußbaumer
Akadem. Mitarbeiter:	J. Buck, Dr. P. Freudenstein (F), M. Keller (F, ab 15.08.2009). F. Majer

**Forschungsbereich****IT-Management und  
Web Engineering****Web Engineering**

*(J. Buck, P. Freudenstein, W. Juling, M. Keller, F. Majer, M. Nußbaumer)*

Im interdisziplinären Forschungsgebiet Web Engineering werden Methoden und Modelle für die systematische Konstruktion Web-basierter Anwendungen und verteilter Systeme erarbeitet. Dabei kommt insbesondere der kontinuierlichen Weiterentwicklung (Evolution) von Web-Anwendungen eine besondere Rolle zu. Im Berichtszeitraum wurden hierfür die Schwerpunkte der Forschungsgruppe auf Modelle und Methoden zur workflowbasierten Anwendungskonstruktion sowie der Erforschung dienstorientierter Infrastrukturen gelegt. Zahlreiche Ergebnisse konnten bereits national und international veröffentlicht und in Projekten praxisnah eingesetzt und evaluiert werden. Darüber hinaus wurde in diesem Jahr an zahlreichen wissenschaftlichen Veranstaltungen mitgewirkt, unter anderem der 31. International Conference on Software Engineering (ICSE 2009) und der 18. World Wide Web Conference 2009 (WWW2009).

Weitere Informationen im Web: <http://res.tm.uka.de>

**Application Assembly Systems**

*(P. Freudenstein, M. Keller, M. Nußbaumer)*

"Konfigurieren statt Programmieren" - die Entwicklung komplexer Web-basierter Systeme durch systematische Komposition und Konfiguration wiederverwendbarer Komponenten steht im Zentrum dieses Forschungsbereichs. Die Konfiguration von Komponenten wird dabei durch dedizierte Modelle 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, die auf bestimmte Stakeholder-Gruppen zugeschnittene Abstraktionen und Notationen bieten.

Im Berichtsjahr lag der Schwerpunkt auf der Konzeption und Umsetzung von Modellen, Methodiken und Werkzeugen zur evolutionären Entwicklung komplexer Web-basierter Dialoge, die beispielsweise in workflowbasierten Web-Anwendungen eine zentrale Rolle spielen. Dabei werden Effektivitäts- und Nutzerfreundlichkeits-Aspekte, wie die Vermeidung einer kognitiven Überlastung der Anwender mit einbezogen. Darüber hinaus ermöglicht die Konzeption als DSL eine intensive Einbindung von Domänenexperten ohne

Softwareentwicklungs-Kenntnisse.

Mit empirischen Experimenten konnte nachgewiesen werden, dass sich durch den Dialog-DSL-Ansatz deutliche Effizienz- und Effektivitätssteigerungen gegenüber existierenden Modellen realisieren lassen.

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 innerhalb der genannten Forschungsaktivitäten weiter ausgebaut.

### **Service Lifecycle Engineering**

*(J. Buck, F. Majer, M. Nußbaumer)*

Ein Trend, der sich bei den heutigen IT-Systemen abzeichnet, ist die Entwicklung weg von fest verdrahteten, monolithischen Anwendungen hin zur Erbringung von nutzerspezifischen, qualitativ hochwertigen Diensten. Diese Dienste zeichnen sich durch die lose Kopplung heterogener, dienstbringender Bestandteile aus, wodurch ein komplexes Beziehungsgeflecht zwischen den Systembestandteilen entsteht. Ziel des Forschungsbereiches Service Lifecycle Engineering ist die ganzheitliche Betrachtung von Entwicklung, Evolution und Betrieb von Diensten sowie der resultierenden dienstorientierten Systeme.

Um die technische und strategische Weiterentwicklung sowie den Betrieb dienstorientierter Systeme zu unterstützen, wurde das Konzept der "integrated information map" (i2map) weiterentwickelt. 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 Berichtsjahr konzentrierten sich die Arbeiten auf die Weiterentwicklung des semantischen Informationsmodells i2mapCore, welches in dem von Verteilung und Heterogenität geprägten Umfeld die Etablierung einer integrierten und homogenisierten Informationsbasis in Bezug auf die fokussierten Systeme ermöglicht. Auf der Basis des Informationsmodells, welches explizit das inhärente Beziehungs- und Abhängigkeitsgeflecht sowie die Heterogenität der verschiedenen Systembausteine berücksichtigt, wurden darüber hinaus verschiedene Konzepte, Modelle und Systeme zur Bereitstellung bedarfsträgerorientierter Dienstsichten sowie zur Definition und Durchsetzung konsistenter Dienstgütevereinbarungen entwickelt.

Bereits existierende Konzepte konnten durch die Beteiligung am Projekt zur Einführung eines IT-Service-Managements am Steinbuch Centre for Computing (SCC) erfolgreich eingebracht werden. Ziel ist es, die Dienstbringung am SCC zu optimieren.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Keller, M.; Nussbaumer, M.:** Cascading Style Sheets: A Novel Approach Towards Productive Styling with Today's Standards. In: Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web. WWW 2009, Madrid, Spain, 20.-24.04.2009. S. 1161-1162

**Majer, F.; Nussbaumer, M.; Freudenstein, P.:** Operational Challenges and Solutions for Mashups - An Experience Report. In: Proceedings of 2nd Workshop on Mashups, Enterprise Mashups and Lightweight Composition on the Web (MEM 2009), held in conjunction with 18th International World Wide Web Conference (WWW 2009). Mashups, Enterprise Mashups and Lightweight Composition on the Web (MEM 2009), Madrid, Spain, 20.04.2009

**Majer, F.; Nussbaumer, M.; Riexinger, D.; Simon, V.:** Service-oriented Event Assessment ; Closing the Gap of Compliance Management. In: Informatik 2009: Im Focus das Leben, Beiträge der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V.; Hrsg.: GI. Informatik 2009, Lübeck, 28.9.-02.10.2009. S. 3690-3700, (LNI; 154)

**Wenzel, F.; Freudenstein, P.; Nussbaumer, M.:** Strengths and Weaknesses of WS-BusinessActivity for Cross-Organizational SOA Applications. In: noch nicht bekannt. Hrsg.: IEEE. Workshop on Principles of Engineering Service-oriented Systems (PESOS 2009), held in conjunction with 31st International Conference on Software Engineering, Vancouver, Canada, 24.05.2009. S. 42-49

## Forschungsbereich

## Institut für Telematik

**Telecooperation Office  
(TecO)**

Leiter:	Prof. Dr. W. Juling
Akadem. Mitarbeiter:	M. Berchtold (F, bis 31.03.2009), C. Decker (F), T. A. Riedel (F), M. Scholz (ab 15.04.2009), L. Wan (F, bis 31.01.2009)

Das TecO wurde 1993 an der Universität Karlsruhe (jetzt KIT) gegründet, um verstärkt Forschung in der angewandten Telematik in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern zu ermöglichen. Seit Ende der 90er Jahre hat sich "Ubiquitous Computing" zu Kernkompetenz und Arbeitsschwerpunkt des TecO entwickelt. Vernetzte eingebettete Rechnersysteme, RFID und Kontextererkennung mittels drahtloser Sensorknoten sind aktuelle Forschungsfoki.

Das TecO ist eine Forschungsgruppe des Instituts für Telematik, zeichnet sich aber durch seine Nähe zur Industrie aus, sowohl durch Finanzierungsstruktur als auch durch die Teilnahme an "real world"-Projekten mit einer Reihe von Partnern aus der Hard- und Softwareindustrie.

**landmarke**

*(M. Berchtold, M. Scholz)*

Feuerwehrlaute müssen in kurzer Zeit eine verlässliche Abschätzung der Einsatzlage abgeben können, um unter schlechten Sichtbedingungen in unsicheren Umgebungen zuverlässig den Einsatzort zu erkunden.

Interaktive Landmarken sind kleine, verteilbare Einheiten, die von den Einsatzkräften mitgeführt und ausgebracht werden. Sie übertragen lokal gespeicherte Informationen und Sensordaten über das Einsatzfeld an Einsatzteams. Im Notfall kann der Feuerwehrmann mit Hilfe der Landmarken lokalisiert werden.

Aufgabe des TecOs ist die Entwicklung der Landmarken, welche durch miniaturisierte und funktionsgerecht verpackte Sen-

*Brandcontainertests der  
Landmarken mit der  
Feuerwehr Köln  
(Juni 2009)*



sorknoten realisiert wurden. Um Einsatzkräfte bei der Navigation und Kommunikation in unbekanntem, gefährlichen Umgebungen zu unterstützen, erforscht das TecO, in welchem Rahmen und in welcher Modalität Daten von den ad hoc verteilten Landmarken bereitgestellt werden können.

TecO kooperiert dazu mit industriellen und akademischen Partnern aus den Bereichen Wearable Computing, RFID und Sicherheitstechnik, sowie der Feuerwehr Köln und dem Institut der Feuerwehr NRW. Das Projekt "landmarke" wird innerhalb des Programms "Forschung für die zivile Sicherheit" vom BMBF im Rahmen der Hightech-Strategie gefördert.

## Aletheia

(T. A. Riedel)

Aletheia ist eine vom BMBF geförderte Leitinnovation mit dem Ziel, durch den Einsatz semantischer Technologien umfassenden Zugang zu Produktinformationen aus neuartigen Informationsquellen zu ermöglichen. Hierzu sollen unter anderem Informationen und Dienste aus dem so genannten Internet der Dinge genutzt werden.

TecO entwickelte hierzu eine generische Architektur für Sensornetzwerke, die den Einsatz der Sensornetztechnologie in unterschiedlichen Szenarien für die automatische Erfassung von produkt- bzw. prozessbezogenen Informationen ermöglicht. Dazu zählt die nahtlose Fortsetzung von SOA-Konzepten für eingebettete, ubiquitäre Technologien. Modellgetriebene Verfahren (MDS) unterstützen schnelle Entwicklungen von Integrationslösungen mit hohem Diversifikationsgrad an Sensornetzwerkplattformen und RFID Lösungen.

Zusammen mit dem Projektpartner ABB wurde schwerpunktmäßig der Einsatz von drahtlosen Sensor- und Identifikationssystemen im industriellen Field Service erforscht. Neben einer generischen Middleware, mit welcher der Servicetechniker mobil auf hybride Informationsquellen aus dem Internet der Dinge zugreifen kann, wurden auch spezielle Sensorknoten zur Maschinendiagnose entwickelt.



Sensorknotendemonstrator im ABB  
Forschungszentrum Ladenburg

## **Polytos**

*(C. Decker)*

Im Industrieprojekt Polytos, welches im Rahmen des Spitzenclusters "Forum Organic Electronics" durchgeführt wird, werden hochskalierende Kommunikationsmechanismen für die Übermittlung von Sensordaten zukünftiger polymerbasierter RFID-Sensor-Labels erforscht. Es wird erwartet, dass diese Sensor-Labels in der Qualitätssicherung von Waren entlang von Lieferketten zum Einsatz kommen.

Zu den Aufgaben von TecO gehört die Weiterentwicklung von RFID ähnlichen Sensoren, sogenannte Transducer, die zum Beispiel die Transportbedingungen temperaturgeführter Waren erfassen und sie einer verteilten Signalüberlagerung aufprägen. Sensorinformationen werden nicht mehr einzeln, sondern als Signatur der Überlagerung von Signalen sehr vieler Transducer übertragen. Somit können mehrere hundert bis tausend Artikel ganzer Warenpaletten extrem schnell registriert und ausgewertet werden. Der Forschungsfokus liegt auf maschinellen Klassifikationsverfahren zur Gewinnung von Sensordaten aus dem überlagerten Signal. Ziel ist es, Sensordaten räumlich wie auch zeitlich interpretieren zu können, um die Transportbedingungen ganzer Warenpaletten entlang der Lieferkette detailliert aufzuzeigen. Das TecO arbeitet hierzu eng mit dem SAP CEC Karlsruhe zusammen.

## **P2P4Ubicomp**

*(C. Decker, T. A. Riedel)*

Das Projekt P2P4Ubicomp beschäftigte 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 wurden lose gekoppelte Dienste der Ubicomp-Netzwerke in Weitverkehrsnetzen angeboten und zu neuen Diensten kombiniert. Untersuchte Anwendungsbereiche sind Home-Networks und mobile sowie verteilte Health-Care-Applikationen. P2P4Ubicomp ist eine Industriekooperation mit dem japanischen Telekommunikationsanbieter KDDI. Das Projekt wurde im März 2009 erfolgreich abgeschlossen.

## **RuMBA**

*(L. Wan)*

In diesem Projekt wurden Modellierungstechniken zur gestuften Entwicklung flexibler Plattformerweiterungen untersucht, bewertet und durch prototypische Werkzeuge unterstützt. Außerdem wurden gezielt Ansätze zur Verarbeitung von Plattformkonfigurationsmodellen mittels MDSD zur Laufzeit untersucht und bewertet. Damit soll eine konkrete Wirkung auf SAP Produktgruppen und nachhaltiger Transfer von Forschungsergebnissen für Repositorykonzepte von Netweaver (Composition Tools / MOIN, coreMONET) erzielt werden. Das Projekt wurde im Januar 2009 in Zusammenarbeit mit SAP Research erfolgreich abgeschlossen.

## **RENDITION**

*(S. Röcker)*

Die gemeinschaftlichen akademischen und industriellen Forschungen im Bereich des Internets der Dinge lassen angereichertes und entscheidungsrelevantes Wissens zur flexiblen Komposition und Steuerung von Geschäftsprozessen entstehen. Letztlich ist für die Verwertung und Akzeptanz sicherzustellen, dass diese adäquat und entsprechend der Erwartungen potentieller Interessenten kommuniziert werden. Über die Darstellung hinaus sollen potentielle Kunden an diese neue Ansätze und Technologien herangeführt werden. Im Projekt RENDITION hilft TecO neue Netzwerke zwischen Innovatoren und möglichen Kunden zu knüpfen, um gezielt die Außenwirkung aktueller Forschungsvorhaben zu potenzieren und Projektergebnisse zu transferieren.

## **Prozessorganisation in eingebetteten ubiquitären Rechnersystemen**

*(C. Decker)*

Die Abbildung von Prozessen auf Sensorknoten ist der entscheidene Schritt für die Integration in große heterogene Systeme. Prozesse werden in Dienste zerlegt und in ein spezielles Laufzeitsystem auf die Sensorknoten geladen. Das spezifische Verhalten der Knoten, z.B. Energiesparmechanismen und verteilte Kooperationsmechanismen, wird online durch einen Regelkreis realisiert. Der Ansatz wurde in einem neuen Betriebssystem für Sensorknoten implementiert. Die abschließende Arbeit von Herrn Decker wurde mit dem Preis des Fördervereins des "Forschungszentrum Informatik" als beste Dissertation des Jahres 2009 ausgezeichnet.

## **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.

Forschungsbereich

**Hochleistungs-  
kommunikation und  
Multimediale  
Anwendungen**

**Institut für Telematik**

Leiterin:	Prof. Dr. M. Zitterbart
Sekretariat:	A. Natzberg, D. Wagner
Akadem. Mitarbeiter:	H. Backhaus, Dr. I. Baumgart (F), Dr. P. Baumung (F), Dr. R. Bless, D. Dudek (F), S. Finster, J. Furthmüller, Dr. T. Gamer (F), C. Haas (F), B. Heep (F), A. Hergenröder (ab 15.01.2009), J. Horneber (ab 09.02.2009), C. Hübsch (F), S. Krause (F), A. Kuntz (F), D. Martin, C. Mayer (F), S. Mies (F), M. Röhricht (F), Dr. L. Völker, Dr. O. Waldhorst (F), C. Werle (F), J. Wilke (F), H. Wippel (ab 01.02.2009)
Verwaltungsangestellte:	D. Weber
Programmierer:	G. Mussgnug
Techn. Mitarbeiter:	D. Meier, F. Winter

**4WARD**

*(R. Bless, D. Martin, L. Völker, C. Werle, M. Zitterbart)*

Seit Januar 2008 befasst sich das EU-Projekt 4WARD des 7. EU-Rahmenprogramms (FP7) mit Clean-Slate-Ansätzen für das Internet der Zukunft. Das mit 37 beteiligten Institutionen große Projekt teilt sich in sechs Arbeitspakete auf, wobei das Institut für Telematik direkt am Entwurf von neuen Architekturen und von Netzvirtualisierungstechniken beteiligt ist, sowie auch bei den Themen Dienstgüte und Sicherheit. Zusätzlich übernimmt Prof. Dr. Zitterbart Aufgaben in der Koordination eines Arbeitspaketes und im projektweiten Management. Neben einigen Veröffentlichungen sind im zweiten Projektjahr auch erste Erfolge bei der Entwicklung von Prototypen zu verzeichnen, die Teilaspekte der vorgeschlagenen Konzepte implementieren. Darunter zählt ein Framework für die parallele Nutzung von unterschiedlichen Protokollstapeln und ein erstes Werkzeug, das den Entwurf solcher Protokollstapel vereinfachen soll.

URL: <http://www.4ward-project.eu/>

**Anomalie-basierte Erkennung verteilter Angriffe**

*(T. Gamer)*

Angriffe im Internet, beispielsweise durch Distributed Denial of Service-Angriffe (DDoS) oder Internetwürmer, gehören für die meisten Internetnutzer mittlerweile zum Alltag. Während Bedrohungen wie DDoS-Angriffe früher gewöhnlich noch persönlich motiviert waren, stehen heute immer häufiger finanzielle Interessen im Vordergrund, beispielsweise durch Erpressungen oder Angriffe auf Webseiten von Konkurrenten, denen durch die

Nicht-Erreichbarkeit hohe Einnahmeverluste entstehen können.

Am Institut für Telematik wurde im Laufe der letzten Jahre ein Anomalie-basiertes Erkennungssystem entwickelt und umgesetzt, welches neben der lokalen Erkennung von Anomalien mit Hilfe einer schrittweisen Verfeinerung der Erkennungsgranularität auch eine Kooperation von im Netz verteilten Erkennungssystemen ermöglicht. Die Kooperation findet dabei dezentral und über Domänengrenzen hinweg statt, d.h. alle Erkennungssysteme arbeiten unabhängig voneinander und vertrauen sich nicht notwendigerweise gegenseitig. Um eine solche Kooperation auch unter Berücksichtigung von heterogenen Erkennungssystemen zu ermöglichen, wurde ein Verfahren zur autonomen und adaptiven Identifikation von Angriffen entwickelt [Game09]. Dieses schließt aus der Menge lokal erkannter Anomalien auf den gerade stattfindenden Angriff, welcher diese Anomalien ausgelöst hat und schafft dadurch eine Basis für das semantische Verständnis heterogener Erkennungssysteme. Als Grundlage der Identifikation wurde ein verallgemeinertes Modell der an der Erkennung beteiligten Entitäten entworfen. Die Nutzung dieses Modells erlaubt eine einfache Erweiterbarkeit der Identifikation und somit die unkomplizierte Anpassung an zukünftige Entwicklungen und Anforderungen.

Die Evaluierung von Mechanismen zur Erkennung und Identifikation verteilter, großflächiger Angriffe wird zudem durch verschiedene, auf den diskreten Ereignissimulator OMNeT++ aufbauende Werkzeuge [GaMa09], welche im Laufe der letzten Jahre entwickelt und als Open Source-Software publiziert wurden, ermöglicht. Während ReaSE eine Sammlung von Werkzeugen zur Erstellung realitätsnaher Simulationsumgebungen für OMNeT++ darstellt, ermöglicht das Rahmenwerk Distack die Umsetzung eigener Mechanismen zur Anomalie- bzw. Angriffserkennung. Einmal implementierte Mechanismen können anschließend transparent im Simulator sowie in echten Systemen ausgeführt und evaluiert werden.

## **Auto-Configuration for Communication Security**

*(L. Völker)*

Das heutige Internet bietet Nutzern verschiedene Sicherheitsverfahren und -protokolle, um Kommunikation zu schützen. Untersuchungen zeigen jedoch, dass Nutzer die an sich einsetzbaren Sicherheitsprotokolle oft nur unter großem Konfigurationsaufwand einsetzen können. Dies führt dazu, dass Nutzer ihre Kommunikation oft nicht entsprechend schützen. Das Projekt "Auto-Configuration for Communication Security" (ACCS) hat das Ziel, Nutzern den korrekten Einsatz von Sicherheitsverfahren und -protokollen zu erleichtern, um auch unbedarfte Nutzer von aktuellen und zukünftigen Sicherheitslösungen profitieren zu lassen.

Hierfür setzt ACCS auf die automatische Wahl des bestgeeigneten Sicherheitsprotokolls. In Hinblick auf die aktuellen Sicherheitsprobleme im weitverbreiteten Sicherheitsprotokoll TLS/SSL, wird der Vorteil einer automatischen Wahl von Sicherheitsprotokollen sehr deutlich: Wird eine Schwäche in einem Sicherheitsprotokoll bekannt, kann dessen Sicherheit durch ein einfaches Anpassen der Richtlinien schwächer bewertet werden und ACCS wählt

dann automatisch ein anderes verfügbares Sicherheitsprotokoll.

Der Ansatz von ACCS umfasst die Bewertung geeigneter Lösungen und die Wahl der besten Alternative. Hierfür betrachtet ACCS auch die Nebeneffekte von Sicherheit, wie verminderte Dienstgüte und erhöhten Energiebedarf und bezieht diese in die Entscheidung mit ein. ACCS konnte in 2009 erfolgreich als Demonstrator auf einer renommierten Konferenz vorgeführt werden [VWNB09].

### **DFG-Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke"**

*(J. Horneber, A. Kuntz)*

Das DFG-Graduiertenkolleg 1194 widmet sich der Grundlagenforschung bezüglich der Aspekte Kommunikation, Hardware und Informationsverarbeitung in selbstorganisierenden Sensor-Aktor-Netzwerken. Anlässlich des ersten Generationswechsels wurden bis Mitte 2009 die 11 Teilprojekte neu organisiert und die zugehörigen Stellen an neue Graduierte vergeben. Im Mai 2009 fand eine Begehung durch eine DFG-Gutachterkommission statt, um über die Weiterförderung des Graduiertenkollegs über die erste Förderphase hinaus zu entscheiden. Der positive Beschluss zur Weiterförderung in einer zweiten Förderphase erfolgte später im November. Ende November erhielt das Graduiertenkolleg 1194 erneuten Besuch von einer finnischen Partner-Graduiertenschule. Im Rahmen eines Seminars wurden dabei gegenseitig Forschungsarbeiten vorgestellt.

Das Teilprojekt K3 am Institut für Telematik hat die Zielsetzung flexible Protokolle und Methoden zu entwickeln, um individuelle Dienstanforderungen hinsichtlich Energieeffizienz, Genauigkeit, Robustheit und Sicherheit zu erfüllen. Somit soll unter zur Hilfenahme von Management- und Monitoringwerkzeugen sowie Untersuchungen und Energiemessungen an realer Sensorhardware eine Basis für die Anpassbarkeit an verschiedenste Anwendungsszenarien geschaffen werden.

Zu diesem Zweck wurde 2009 in gemeinsamer Kooperation mit dem Teilprojekt 1 des Projekts "Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten ubiquitären Systemen" (ZeuS) an einem Testbett mit integrierter Messung des verteilten Energieverbrauches eines Sensor-Aktor-Netzwerkes entwickelt. Mit ersten erfolgreichen Beobachtungen des Energieverbrauches und einer funktionsfähigen Live-Messung konnte das Testbett bereits im Rahmen von [HeHW09] und [HHMA+09] vorgestellt werden.

### **Feasibility Study for Young Scientists: ESID - Energie-effiziente Sensornetze für das Internet der Dinge**

*(D. Dudek, C. Haas, A. Kuntz)*

Die durch die Exzellenzinitiative geförderte Feasibility Study of Young Scientists beschäftigt sich mit der Entwicklung energie-effizienter Sensornetze für das Internet der Dinge. Mit Hilfe der auf ein Jahr ausgelegten Finanzierung wurde ein in einer Diplomarbeit entwickeltes Konzept weiter verfolgt und fortentwickelt. Durch Reduktion des Nachrichtenaufkommens konnte der Energieverbrauch für das Management von Sensornetzen unter bestimmten Umständen deutlich gesenkt werden. Dieses Einsparpotential wurde analytisch untersucht

und durch Messungen bestätigt. Die Resultate dieser Arbeit wurden als Poster auf der internationalen Konferenz SenSys 2009 in Berkeley vorgestellt und erfolgreich zur Veröffentlichung auf der internationalen Konferenz WONS 2010 eingereicht.

### **FleGSens – Sichere und flexible Grenz- und Liegenschaftsüberwachung durch drahtlose Sensornetze**

*(D. Dudek, C. Haas, A. Kuntz)*

Das vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik geförderte Projekt FleGSens wurde im Berichtszeitraum erfolgreich abgeschlossen. Ziel des Projekts war die Untersuchung der Einsatzfähigkeit von drahtlosen Sensornetzen zur Überwachung von Liegenschaften oder Grenzen. Der Forschungsschwerpunkt des Instituts für Telematik lag auf Protokollen der Anwendungsschicht zum sicheren Erkennen und Melden von Grenzverletzungen.

Dabei mussten nicht nur Ort, Zeit und Richtung eines Grenzübertretts an eine Basisstation gemeldet werden, das System hatte auch unter Einfluss verschiedener Störungen robust zu funktionieren. Zu solchen Störungen zählen beispielsweise sporadisch auftretende Fehlauflösungen der Sensorik, Knotenausfälle, aber auch durch Angreifer mutwillig herbeigeführtes Fehlverhalten eines Anteils der Sensorknoten. So standen von Beginn an Aspekte der Informationssicherheit, insbesondere der Authentizität der übertragenen Informationen im Vordergrund des Systementwurfs.

Die entwickelten Protokolle zur Grenzüberwachung wurden im Berichtszeitraum in einem Demonstrator, bestehend aus über 150 Sensorknoten, integriert und unter Realbedingungen getestet. Relevante Veröffentlichungen im Rahmen von FleGSens seien mit [DHKZ+09] und [RKPF+09] genannt. Das Projekt FleGSens wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Telematik an der Universität zu Lübeck (Prof. Fischer) und der coalesenses GmbH durchgeführt.



### **G-Lab**

*(I. Baumgart, R. Bless, T. Gamer, M. Röhrlich, H. Wippel)*

Die Verfügbarkeit des Internets ist heute sowohl in privaten als auch in geschäftlichen Bereichen kaum noch wegzudenken. Neue Anwendungen und Netzzugangstechnologien stellen dabei stetig neue Anforderungen an die Internet-Architektur. Diese auf Prinzipien

und Mechanismen aus den siebziger und achtziger Jahren basierende Architektur wurde jedoch ursprünglich nicht für die heutigen Anforderungen konzipiert, so dass eine Art "Flickenteppich" mit immer mehr Erweiterungen, Zusätzen und Notlösungen entstand. Aus diesem Grund beschäftigt sich das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt G-Lab mit dem Entwurf neuer Architekturen und aufeinander abgestimmter Konzepte für das zukünftige Internet. Dabei sollen derartige Architekturen und Konzepte im Rahmen des Projekts G-Lab nicht nur theoretisch untersucht, sondern mit Hilfe einer deutschlandweiten Experimentalplattform auch praktisch umgesetzt werden.

Das Institut für Telematik ist in mehrere Arbeitsschwerpunkte des Projekts involviert, welches in Zusammenarbeit mit fünf weiteren universitären Partnern durchgeführt wird. Ziel eines Arbeitsschwerpunktes ist die Unterstützung einer Vielzahl von Netzen und Protokollen, die jeweils auf die speziellen Anforderungen einer Anwendung hin optimiert sind. Hierzu wurden einerseits Untersuchungen zur Komposition von komplexen Protokollen aus einfachen, wiederverwendbaren Bausteinen durchgeführt. Andererseits wurde eine am Institut für Telematik entwickelte Architektur hinsichtlich der Integration solcher komponierter Protokolle weiterentwickelt. In dieser Architektur formulieren Anwendungen ihre Anforderungen an die Kommunikation. Die Architektur wählt dann automatisch anhand dieser Anforderungen und der Netzeigenschaften geeignete Protokolle aus. Aufgrund der Dynamik realer Netze können sich allerdings die Netzeigenschaften ändern. Daher werden derzeit Mechanismen zur Netzüberwachung und Anpassung von Protokoll-Parametern zur Laufzeit untersucht, die diese Veränderung ausgleichen und somit die Erfüllung der Anwendungsanforderungen ermöglichen.

Innerhalb eines weiteren Arbeitsschwerpunktes ist vorgesehen, mehrere virtuelle Netze parallel auf der vorhandenen Netz-Infrastruktur zu betreiben, worüber die neu erstellten Protokolle schließlich unabhängig voneinander getestet werden können. Zum Erstellen und Verwalten solcher virtueller Netze werden robuste und effiziente Signalisierungsprotokolle ebenso benötigt wie Dienstgüte-Garantien für virtuelle Links. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden am Institut Konzepte entwickelt, mittels derer die bestehenden Signalisierungsprotokolle des "Next Steps in Signaling" (NSIS) Rahmenwerks der IETF um die nötigen Eigenschaften erweitert werden. Ferner wurde die bestehende Implementierung des NSIS-Rahmenwerks des Instituts um die zur Dienstgüte-Garantie erforderliche Funktionalität zur Reservierung vorhandener Ressourcen ergänzt.

### **Graduiertenkolleg IME**

*(H. Backhaus)*

Im Rahmen des interdisziplinären Graduiertenkollegs IME (Information Management & Market Engineering) werden elektronische Märkte unter rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten betrachtet. In Zusammenarbeit mit den Projekten 4Ward und G-Lab wurde ein Prototyp für eine Next Generation Internet Architektur entwickelt, um verschiedene Aspekte und Anforderungen an zukünftige Netze demonstrieren zu können. Unter anderem eine anwendungsspezifische, für den Nutzer jedoch transparente Kommunikations-

protokollwahl.

Im Folgenden soll insbesondere die Schnittstelle zwischen Anwendungen und der Netzwerkarchitektur betrachtet werden. Anhand von Nutzervorgaben und Anwendungsanforderungen an ein Netzwerk, sowie technischen Begrenzungen aufgrund der Art unterschiedlicher Netzzugänge, sollen dem Nutzer verschiedene Dienstgüte- Eigenschaften zugesichert werden. Untersucht wird nicht nur, welche Eigenschaften technisch realisierbar sind. Zusätzlich wird auch betrachtet, inwiefern Nutzer und Internet Service Provider zugesicherte Dienstgüte-Eigenschaften und deren Einhaltung auch rechtlich durchsetzen können.

### **KAI – Kommunikation über autonome Infrastrukturen**

*(M. Conrad, J. Dinger, S. Finster, K. Jünemann, O. Waldhorst)*

Das Projekt "Kommunikation über autonome Infrastrukturen" beschäftigt sich, in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), mit Kommunikation während eines Ausfalls zentraler Infrastruktur. Im Besonderen soll es einem Teilnehmer eines KAI-Systems ermöglicht werden, auf herkömmliche Art und Weise zu kommunizieren, ohne dass hierfür Leistungen eines zentralen Servers nötig wären.

Der im Berichtsjahr fertiggestellte Prototyp ermöglicht einem Benutzer, der über einen herkömmlichen DSL-Anschluss verfügt, das sichere und zuverlässige Kommunizieren mit anderen KAI-Teilnehmern über E-Mail, Instant Messaging und auch Voice-over-IP. Hierbei werden etwaige Beschränkungen des DSL-Anschlusses wie NAT oder Firewalls berücksichtigt und nach Möglichkeit umgangen. Durch den Einsatz von Standardsoftware (kmail, kopete) ist das System ohne Unterschied zu einer herkömmlichen Installation benutzbar und ermöglicht damit auch Laien die Kommunikation im Ernstfall. Abschließend wurde der fertiggestellte Prototyp, in Zusammenarbeit mit dem BSI, ausführlich getestet.

### **MeRegioMobil**

*(P. Baumung)*

Im Rahmen der vom BMWi geförderten E-Energy Leuchtturmprojekte befasst sich das in Ergänzung zu MeRegio geförderte Projekt MeRrgioMobil mit der Integration schon bald verfügbarer Elektrofahrzeuge in das Stromnetz von morgen. Innerhalb des Projekts behandelt das aus verschiedenen Industriepartnern (darunter IBM, Bosch, Daimler, Opel, EnBW) und mehreren KIT-Instituten bestehende Konsortium Thematiken, welche von der Hardware-seitigen Anbindung von Elektrofahrzeugen an das heimische Stromnetz, über Algorithmen zum dezentralen Last- und Lade-Management, bis hin zu (datenschutz-)rechtlichen Aspekten reichen.

Innerhalb des noch jungen Projekts befasst sich das Institut für Telematik mit unterschiedlichen Gesichtspunkten, wie beispielsweise der Untersuchung verschiedener Angriffsmöglichkeiten auf die zur Integration der Fahrzeuge erforderliche Kommunikation zwischen den verschiedenen Parteien. Inbegriffen sind dabei nicht nur Abrechnungsprozesse sondern auch Lokations-abhängige Datenerfassungs- und Steuerungsprozesse. Letztere sollen beispielsweise einem Energieerzeuger die Möglichkeit geben, einen steuernden Einfluss

auf das Rückspeise- und Ladeverhalten von Fahrzeugen zu nehmen, um Lastspitzen im Stromnetz zu glätten bzw. überschüssig produzierte Energie speichern zu können. Da sich eine derartige Datenerfassung mit steigender Verbreitung von Elektrofahrzeugen als zunehmend komplex erweist, sollen hierfür unter Berücksichtigung der Fahrzeugmobilität spezielle Kommunikationsstrukturen konzipiert und simulativ evaluiert werden.

### **MeRegio – Aufbruch zu Minimum-Emission-Regions**

*(P. Baumung, S. Finster)*

Mit dem Projekt MeRegio soll Energie intelligent genutzt, die Energie-Effizienz gesteigert und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß gesenkt werden. Diese Ziele sollen durch Vernetzung und Kommunikation zwischen dezentralen und zentralen Energieerzeugungsanlagen realisiert werden. Durch den, im MeRegio-Szenario entstehenden, permanenten Datenaustausch zwischen allen beteiligten Parteien soll gewährleistet werden, dass Strom immer nach Bedarf produziert, eingespeist und genutzt wird.

MeRegio wird im Rahmen der e-Energy Initiative des BMWi gefördert und läuft in Kooperation mit mehreren KIT-Instituten sowie Partnern aus der Industrie.

Im Projekt MeRegio beschäftigt sich das Institut für Telematik nicht nur mit Fragen der Kommunikation, sondern auch Fragen zum Datenschutz und zur Rechtssicherheit wurden in der Anfangsphase des Projekts in Kooperation mit dem Institut für Informationsrecht behandelt. Im Rahmen dieser Kooperation wurden Eingaben zu anstehenden Entscheidungen der Bundesnetzagentur getätigt.

Forschungsschwerpunkt ist jedoch die Kommunikation, die im von MeRegio gezeichneten Szenario bundesweit sehr große Ausmaße annimmt. Um diesen Datenverkehr zu bewältigen, werden neben zentraler Datenverarbeitung auch dezentrale Systeme betrachtet. Hierbei wurden hierarchisch organisierte Peer-to-Peer Netze untersucht und an die Anforderungen angepasste Adressierungsschemata konzipiert. Zum Testen der entworfenen Konzepte wurde der am Institut entwickelte Simulator Oversim auf Eignung und etwaigen Erweiterungsbedarf hin untersucht.

### **MoSe – Modellierung drahtloser Sensornetze**

*(D. Dudek, C. Haas, A. Hergenröder)*

Drahtlose Sensornetze sind meist an einen bestimmten Anwendungszweck gebunden. Damit unterscheiden sie sich in einem wesentlichen Punkt von herkömmlichen, klassischen Netzen. Hinzu kommen Einschränkungen bezüglich Rechen- und Speicherleistung sowie der Energieversorgung. Die genannten Eigenschaften führen dazu, dass der Prozess der Absicherung eines mit Hilfe von drahtlosen Sensornetzen realisierten Systems sich stark von der Absicherung klassischer Systeme unterscheidet.

Das Projekt MoSe, das vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik gefördert wird, befasst sich mit Vorgehensweisen, die eine systematische Absicherung von drahtlosen Sensornetzen ermöglichen. So werden im Rahmen des Projekts nicht nur sicherheitsrelevante Merkmale der Anwendung und des technischen Systems erfasst, sondern ebenfalls

Möglichkeiten zur genauen Modellierung von Angreifern sowie Empfehlungen zur Durchführung einer umfassenden Risikoanalyse gegeben.

Das Ziel des Projekts MoSe ist ein Katalog von Handlungs- und Einsatzempfehlungen für Anwender im Bezug auf sichere Protokolle und Sicherheitsmechanismen. Hierzu wurden in einem ersten Schritt bereits Familien sicherer Protokolle identifiziert und im Hinblick auf ihre Leistungen, Einschränkungen und Voraussetzungen analysiert. Das Projekt MoSe wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund der Technischen Universität Braunschweig (Prof. Beigl) durchgeführt.

### **ScaleNet**

*(I. Baumgart, B. Heep, S. Krause)*

Das BMBF-geförderte Forschungsprojekt "ScaleNet" wurde dieses Jahr erfolgreich abgeschlossen. Anlässlich dieses Projekts wurden im Institut Overlaytechnologien zur schnellen und kostengünstigen Einführung neuer Dienste entwickelt.

Im Rahmen des Projekts wurde auch das Overlaysimulationsrahmenwerk OverSim[BaHK09] konzipiert. Eine neue, funktionell erweiterte Version des Simulators wurde erstellt und auf [www.oversim.org](http://www.oversim.org) veröffentlicht. OverSim wird international in vielen Forschungseinrichtungen zur Erforschung von Overlay- und P2P-Netzen eingesetzt. Es wurde auf der KIVS'09 mit dem KUVS-Software-Preis ausgezeichnet.

### **Sicherheit in eingebetteten IP-basierten Systemen**

*(R. Bless, C. Haas, C. Werle)*

Das Projekt SEIS (Sicherheit in eingebetteten IP-basierten Systemen) hat zum Ziel, Grundlagen für die sichere Einführung des Internet Protokolls (IP) für die Kommunikation von Steuergeräten in Fahrzeugen zu erarbeiten. Die Motivation, IP in diesem Szenario einzusetzen, ist die historisch gewachsene Elektronikarchitektur von Fahrzeugen. So enthalten moderne Kraftfahrzeuge der Oberklasse oft bis zu 70 Steuergeräte, die über heterogene Bussysteme verbunden sind. IP kann hier eingesetzt werden, um eine homogene und kosteneffiziente Architektur zu entwerfen. Voraussetzung dafür ist allerdings eine gründliche Untersuchung der aus einer Einführung von IP resultierenden Auswirkungen auf die Sicherheit der Fahrgäste und des Fahrzeugs selbst. An dem über eine Laufzeit von drei Jahren ausgelegten Projekt sind neben dem Institut für Telematik unter Leitung von Prof. Dr. Martina Zitterbart 18 weitere Partner aus Industrie und Forschung beteiligt. Das Institut für Telematik bearbeitet im Rahmen von SEIS insbesondere die Themengebiete Sicherheit von IP und Dienstgüteeaspekte in diesem Kontext.

### **Spontane Virtuelle Netze (SpoVNet)**

*(R. Bless, B. Heep, C. Hübsch, S. Krause, C. Mayer, S. Mies, O. Waldhorst)*

Das Projekt Spontane Virtuelle Netze (SpoVNet) beschäftigt sich mit der spontanen Bereitstellung Anwendungs- und Netzorientierter Dienste in heterogenen Kommunikationssystemen. Ein Fokus des Projekts ist es, eine Middleware für Anwendungen bereitzustellen,

welche einen nahtlosen Übergang von heutigen zu zukünftigen Netzen ermöglicht. Das Institut für Telematik beschäftigt sich im Rahmen dieses Projekts, an dem insgesamt 4 Universitäten beteiligt sind, sowohl mit der Overlay-basierten Gruppenkommunikation als auch mit der Abstraktion von heutigen Netzen, welche Heterogenität, Mobilität und Multihoming vor Anwendungen und Diensten versteckt. Im zurückliegenden Jahr wurden in beiden Gebieten Fortschritte erzielt. So wurde die Abstraktionsschicht, welche im letzten Jahr spezifiziert wurde, als Open-Source Projekt implementiert (<http://ariba-underlay.org>) und zusammen mit dem entwickelten Multicast-Dienst MCPO auf der SIGCOMM 2009 durch einen Demonstrator präsentiert. Die Resonanz der Besucher war sehr positiv und konnte insoweit überzeugen, als dass die Demo in der Gesamtwertung den zweiten Platz belegte und mit einem Honourable Mention ausgezeichnet wurde [HMMB+09]. Schließlich wurde das Projekt mit einer letzten Beiratsbegehung am 20. November abgeschlossen. Den dort anwesenden Gutachtern wurde in einem Gesamt- sowie in vielen Einzeldemonstrationen erfolgreich gezeigt, wie das Zusammenspiel der SpoVNet-Komponenten funktioniert und welche Forschungsergebnisse in den jeweiligen Teilprojekten erzielt werden konnten. Das SpoVNet Projekt wird von der Landesstiftung Baden-Württemberg im Rahmen des BW-FIT Förderprogrammes finanziert. Mit dem Ende der ersten Förderperiode von SpoVNet startet das Folgeprojekt SpoVNet 2.0 Anfang 2010.

### **Young Investigator Group CoMoGriP - Beherrschbarkeit von Heterogenität und Dynamik in mobilen Grid- und Peer-to-Peer-Systemen**

*(J. Furthmüller, O. Waldhorst)*

Die durch die Exzellenzinitiative geförderte Young Investigator Group untersucht die "Beherrschbarkeit von Heterogenität und Dynamik in mobilen Grids durch Peer-to-Peer-Technologie". 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.

Neben der Beteiligung an den Insitutsprojekten SpoVNet, KAI, MEREGIO wurde im Rahmen des CoMoGriP-Projekts die Entwicklung einer prototypischen Grid-Applikation und einer Energiemanagementkomponente für mobile Geräte weiter vorangetrieben. Mit Hilfe dieser Energiemanagementkomponente soll eine Auswahl von Dienstgebern nach Energiegesichtspunkten möglich werden. Dies dient der Durchsetzung von Nutzungsstrategien und damit einer längeren Gerätelauzeit und wachsender Akzeptanz durch Nutzer. Die prototypische Grid-Applikation sowie die Managementkomponente wurden als Demonstrator auf der Fachtagung KiVS 2009 (Kommunikation in verteilten Systemen) und der internationalen Konferenz MobiSys 2009 dem Fachpublikum präsentiert. Ferner wurde ein modellbasierter Energieverbrauchsschätzer für ein mobiles Gerät entwickelt.

## **Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten, ubiquitären Systemen (ZeuS)**

*(A. Hergenröder, A. Kuntz, J. Wilke)*

Der Forschungsverbund ZeuS (<http://www.zeus-bw-fit.de/>) stellt aktuelle Forschungsfragen zur zuverlässigen Informationsbereitstellung in drahtlosen Sensornetzen in den Mittelpunkt. Seit Juli 2006 wird, finanziert durch die Förderinitiative BW-FIT der Landesstiftung Baden-Württemberg, an insgesamt sechs Lehrstühlen gearbeitet. Fünf davon befinden sich in Karlsruhe. Obwohl die Herausforderungen im Bereich der Sensornetze vielfältig sind, ist der mögliche Lösungsraum stark durch hard- und softwaretechnische Einschränkungen begrenzt. Die hierzu entwickelten Ansätze müssen aus verschiedenen Blickwinkeln untersucht werden. ZeuS ist daher gezielt als interdisziplinäres Projekt konzipiert, was sich in der Wahl der Lehrstühle widerspiegelt.

Am Lehrstuhl von Frau Prof. Zitterbart werden ZeuS Protokolle für sicheren, robusten Datentransport entwickelt und verbessert. Dabei werden insbesondere Zusammenhänge zwischen Energieverbrauch und den verschiedensten Anforderungen an die Qualität untersucht, da Energie die wichtigste Ressource in solchen Netzen ist. Mögliche Qualitätsmerkmale sind Authentizität, Genauigkeit oder Latenz der bereitgestellten Daten. Die dazu entworfenen Protokolle und Konzepte werden simulativ und unter realen Bedingungen auf ihre Einsatzmöglichkeiten untersucht, sowie ihre Realisierbarkeit in Demonstratoren geprüft [WBFZ09,WZBF09]. Für realitätsnahe Tests wird mit SANDbed am Institut für Telematik ein Testbett entwickelt, welches flexibel und zuverlässig genug ist, um solche Untersuchungen zu ermöglichen [HeHW09, HHMA+09].

## **eCar@HOME**

*(P. Baumung)*

Im Kontext der bevorstehenden Digitalisierung des Strommarktes spielen neben der besseren Integration dezentraler Stromerzeuger auch künftig aufkommende Elektrofahrzeuge sowie deren verfügbaren Akkumulator-Kapazitäten eine herausragende Rolle. Dabei sollen letztere nicht nur aufgrund ihrer Rückspeisefähigkeit zur Glättung von Lastspitzen beitragen, sondern auch durch eine dynamische und kurzfristige Koordination der Ladeprozesse eine bestmögliche Verwertung erzeugter Energie bieten.

Als Vorstudie zu MeRegioMobil befasste sich das in Kooperation mit anderen KIT-Instituten bearbeitete Projekt eCar@HOME mit der Vorbereitung und dem Aufbau eines Labors zur Integration eines Elektrofahrzeugs in einen modernen Haushalt. Von Seiten des Instituts für Telematik wurde die Software-technische Anbindung eines Wechselrichters realisiert, welcher die Kopplung des Elektrofahrzeugs mit dem heimischen Stromnetz bewerkstelligt. Auf Basis einfacher Web-Services wurde somit ermöglicht, die Auflade- und Rückspeiseprozesse des Fahrzeugs flexibel zu steuern und durch Auslesen aktueller Daten zu kontrollieren.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Bless, R.; Röhricht, M.:** QoS Support for Mobile Users using NSIS. In: Proceedings of 8th International IFIP-TC 6 Networking Conference. Hrsg.: International Federation for Information Processing. Berlin: Springer, 2009, S. 169-181, (Lecture Notes in Computer Science; Volume 5550/2009)

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Hergenöder, A.; Horneber, J.; Wilke, J.:** SANDBed: A WSAAN Testbed for Network Management and Energy Monitoring. In: 8. GI/ITG KuVS Fachgespräch "Drahtlose Sensornetze". Hamburg, 13.08.2009. S. 71-73 [HeHW09]

**Hergenöder, A.; Horneber, J.; Meier, D.; Armbruster, P.; Zitterbart, M.:** Distributed Energy Measurements in Wireless Sensor Networks. In: SenSys 2009. Berkeley, USA, 4.-06.11.2009. CDROM [HHMA+09]

**Hübsch, C.; Mayer, C.; Mies, S.; Bless, R.; Waldhorst, O.; Zitterbart, M.:** Reconnecting the Internet with ariba: Self-Organizing Provisioning of End-to-End Connectivity in Heterogeneous Networks. In: ACM SIGCOMM 2009. Barcelona, Spain, 17.-23.08.2009. S.131-132 [HMMB+09]

**Werle, C.; Bless, R.:** Control Plane Issues in the 4WARD Network Virtualization Architecture. In: Proceedings of the GI/ITG KiVS Workshop on Overlay and Network

Virtualization. Hrsg.: ECEASST. Kassel, 2.-06.03.2009 (Vol. 17)

**Dudek, D.; Haas, C.; Kuntz, A.; Zitterbart, M.; Krüger, D.; Rothenpieler, P.; Pfisterer, D.; Fischer, S.:** A Wireless Sensor Network For Border Surveillance. In: Proceedings of the 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems. Berkeley, CA, USA, 06.11.2009. S. 304-305 [DHKZ+09]

**Schaffrath, G.; Werle, C.; Papadimitriou, P.; Feldmann, A.; Bless, R.; Greenhalgh, A.; Kind, M.; Maennel, O.; Mathy, L.:** Network Virtualization Architecture: Proposal and Initial Prototype. In: Proceedings of the 1st ACM/SIGCOMM workshop on virtualized infrastructure systems and architectures. Barcelona, Spain, 17.-21.08.2009. S. 63-72

**Wilke, J.; Zitterbart, M.; Benenson, Z.; Freiling, F.C.:** Authentic Query Dissemination and Data Aggregation in Wireless Sensor Networks. In: International Conference on Networked Sensing Systems 2009. Pittsburgh, USA, 17.06.2009. S. 241 [WZBF09]

**Völker, L.; Werle, C.; Noe, M.; Behringer, B.:** Auto-Configuration for Communication Security. In: Kommunikation in Verteilten Systemen 2009. KiVS 2009, Kassel, 2.-06.03.2009. CDROM [VWNB09]

**Völker, L.; Martin, D.; El Khayat, I.; Werle, C.; Zitterbart, M.:** Selecting Concurrent Network Architectures at Runtime. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Communications. ICC'09, Dresden, 14.-18.06.2009. CDROM

**Völker, L.; Martin, D.; El Khayat, I.; Werle, C.; Zitterbart, M.:** A Node Architecture for 1000 Future Networks. In: ICC International Workshop on the Network of the Future 2009. Dresden, 18.06.2009. CDROM

**Rothenpieler, P.; Krüger, D.; Pfisterer, D.; Fischer, S.; Dudek, D.; Haas, C.; Kuntz, A.; Zitterbart, M.:** FleGSens - secure area monitoring using wireless sensor networks. In: Proceedings of the 4th Safety and Security Systems in Europe. Potsdam, 05.06.2009. S. CDROM [RKPF+09]

**Bless, R.; Werle, C.; Haas, C.; Krauß, C.:** Security Challenges for Integration of IP into Cars. In: KIT Workshop "Fahrzeugkommunikation". Karlsruhe, 11.11.2009

**Bless, R.; Werle, C.:** Network Virtualization from a Signaling Perspective. In: ICC International Workshop on the Network of the Future 2009. Dresden, 18.06.2009. CDROM

**Bless, R.; Röhricht, M.:** Secure Signaling in Next Generation Networks with NSIS. In: IEEE International Conference on Communications. ICC'09, Dresden, Germany, 14.-18.06.2009

**Krause, S.:** Coping with Hotspots: AOI Adaption Strategies for P2P Networked Virtual Environments. In: International Conference on Ultra Modern Telecommunications. ICUM-T'09, St. Petersburg, Russia, 18.-20.10.2009. S. CDROM

**Gamer, T.; Mayer, C.P.:** Large-scale Evaluation of Distributed Attack Detection. In: Proceedings of 2nd International Workshop on OMNeT++ (Hosted by SIMUTools). Rome, Italy, 06.05.2009 [GaMa09]

**Gamer, T.:** Anomaly-based Identification of Large-Scale Attacks. In: Proceedings of IEEE Global Communications Conference. Hrsg.: IEEE. Globecom, Honolulu, HI, USA, 30.11.-04.12.2009 [Game09]

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Baumgart, I.; Heep, I.; Krause, S.:** OverSim: Ein skalierbares und flexibles Overlay-Framework für Simulation und reale Anwendungen. In: PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Band Volume 32, Heft Issue 3, 2009, S. 179-182 [BaHK09]

**Wilke, J.; Blaß, E.-O.; Freiling, F.; Zitterbart, M.:** A Framework for Probabilistic, Authentic Aggregation in Wireless Sensor Networks. In: Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK), Band Vol. 32, Heft 2, 2009, S. 116-126 [WBFZ09]



#### 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". 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 im Rahmen des EU-Projekts DIANA. 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". Die bearbeiteten Forschungsthemen umfassen theoretische wie praktische Fragestellungen aus verschiedenen Gebieten. Dazu gehören Algorithmenbibliotheken für grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen, Optimierungsprobleme im Verkehrsbereich sowie Netzwerkanalyse und -visualisierung. Das Institut ist am DFG-Graduiertenkolleg 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" sowie federführend an den DFG-Schwerpunktprogrammen 1126 "Algorithmik großer und komplexer Netzwerke" und 1307 "Algorithm Engineering" beteiligt. Darüber hinaus werden Forschungsarbeiten im Rahmen weiterer DFG-Projekte und der EU-Projekte DELIS, CREEN und ARRIVAL durchgeführt. Es bestehen enge Kooperationen mit der Industrie, unter anderem mit PTV, Mediamobile, SAP, Ortec, Google, Robert Bosch GmbH und CAS Software AG. Weiterer Schwerpunkt des Instituts sind Forschungsarbeiten zur Mensch-Maschine-Interaktion. Hierbei werden u. a. Methoden zur Erkennung, Übersetzung und Generierung spontan gesprochener Sprache untersucht sowie 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 seit 2008 an Quaero beteiligt, einem französischen Forschungs- und Entwicklungsprogramm mit deutscher Beteiligung, das die Entwicklung von Werkzeugen zur Indexierung und Verwaltung digitaler multimedialer und multilingualer Inhalte in den Mittelpunkt stellt.

#### Kontakt

Prof. Dr. B. Beckert  
Tel. 608-44025  
beckert@kit.edu

Prof. Dr. P. Sanders  
Tel. 608-47580  
sanders@kit.edu

Prof. Dr. P. H. Schmitt  
Tel. 608-44000  
peter.schmitt@kit.edu

Prof. Dr. D. Wagner  
Tel. 608-47330  
dorothea.wagner@kit.edu

Dr. Carsten Sinz  
Tel. 608-44212  
carsten.sinz@kit.edu

Forschungsbereich

**Institut für Theoretische Informatik**

**Anwendungsorientierte  
Formale Verifikation**

Leiter: Prof. Dr. B. Beckert  
Akadem. Mitarbeiter: D. Bruns (ab 01.08.2009)

**KeY - Integrierter deduktiver Softwareentwurf**

*(B. Beckert, D. Bruns, V. Klebanov)*

Mit dem KeY-Projekt verfolgen wir langfristig das Ziel, formale Methoden der Softwareentwicklung aus der universitären Forschung in die betriebliche Anwendung zu transferieren. Das im Rahmen des Projekts entwickelte KeY-System ist darauf ausgerichtet, Entwurf, Implementierung, formale Spezifikation und formale Verifikation objekt-orientierter Software möglichst nahtlos miteinander zu vereinen. Im Zentrum des Systems steht ein neuartiger Theorembeweiser für dynamische Logik erster Ordnung für Java mit einer anwendungsfreundlichen Oberfläche.

Eine wichtige Fragestellung, die zur Zeit untersucht wird, ist die Erweiterung des KeY-Ansatzes zur Behandlung nebenläufiger Programme. Ein weiteres aktuelles Thema ist die Integration von Verifikation und Tests, insbesondere die Generierung von Testfällen mit Hilfe des KeY-Systems.

Das Projekt begann im November 1998 an der Universität Karlsruhe. Inzwischen ist es ein gemeinsames Projekt des KIT und der Chalmers University of Technology in Göteborg. Veröffentlichungen und weitere Informationen: [www.key-project.org](http://www.key-project.org)

3



Das KeY-System unterstützt die formale Spezifikation und Verifikation von Java-Programmen

## **COST Action IC0701: Formal Verification of Object-Oriented Software**

(B. Beckert, T. Bormer, V. Klebanov)

Mit dem COST-Programm bietet die European Science Foundation (ESF) einen Rahmen, um die europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und technischen Forschung zu fördern. Nationale Forschungsprojekte werden in konzertierten Aktionen gebündelt, wodurch europaweit vorhandenes Wissen, technische Ausstattung und finanzielle Ressourcen effektiv genutzt und dauerhafte Netzwerke geschaffen werden.

Das Ziel der COST-Aktion IC0701 ist es, europäische Forschung auf dem Gebiet der Verifikation objekt-orientierter Programme zu koordinieren. Dafür bietet COST eine Reihe von Instrumenten, wie etwa regelmäßige Treffen und Workshops sowie Fortbildungsmaßnahmen für junge Wissenschaftler.

Veröffentlichungen und weitere Informationen: [www.cost-ic0701.org](http://www.cost-ic0701.org)

## **VerisoftXT - Beweisen als Ingenieurwissenschaft**

(B. Beckert, T. Bormer)

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt VerisoftXT wird die korrekte Funktionalität von Systemen, wie sie beispielsweise im Automobilbau und Bereich der Sicherheitstechnik verwandt werden, formal-mathematisch überprüft.

In unserem Forschungsbereich untersuchen wir schwerpunktmäßig die Spezifikation und Verifikation eines Microkernels mit Partitionierungsschicht, der in der Avionik industriell Einsatz findet.

Dabei verwenden wir das Verifikationstool VCC von Microsoft Research, um funktionale Eigenschaften des von der Firma SYSGO AG entwickelten Kernels PikeOS auf Implementierungsebene zu beweisen. Veröffentlichungen und weitere Informationen: [www.verisoftXT.de](http://www.verisoftXT.de)

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

#### **Beiträge in Tagungsbänden**

**Baumann, C.; Beckert, B.; Blasum, H.; Bormer, T.:** Better Avionics Software Reliability by Code Verification. In: Proceedings embedded world Conference. Nürnberg, 03.-05.03.2009.

**Baumann, C.; Beckert, B.; Blasum, H.; Bormer, T.:** Formal Verification of a Microkernel Used in Dependable Software Systems. In: Proceedings, 28th

International Conference on Computer Safety, Reliability and Security. Hamburg, 15.-18.09.2009. S. 187-200, (LNCS; 5775)

**Beckert, B.; Wagner, M.:** Probabilistic Models for the Verification of Human-Computer Interaction. In: KI 2009: Advances in Artificial Intelligence, 32nd Annual German Conference on AI. Paderborn, 15.-18.09.2010. S. 687-694, (LNCS; 5803)

Forschungsbereich

**Algorithmentheorie/  
Algorithm Engineering**

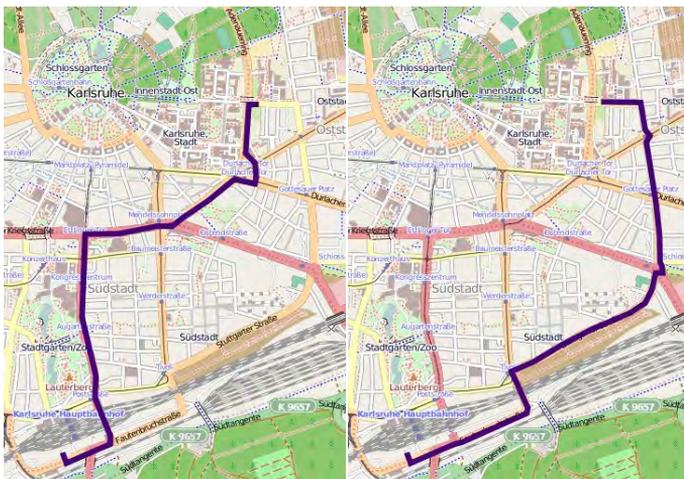
**Institut für Theoretische Informatik**

Leiter:	Prof. Dr. P. Sanders
Sekretärin:	A. Blancani
Akadem. Mitarbeiter:	V. Batz, R. Geisberger, M. Kobitzsch (ab 01.11.2009), Dr. T. Käuffl, D. Luxen, V. Osipov (F), D. Schieferdecker, J. Singler, J. Speck (ab 01.08.2009), F. Transier (F, bis 28.02.2009), Privatdozent Dr. R. van Stee
Systemtechniker:	N. Berger

**Routenplanung in sehr großen Straßennetzen**

(V. Batz, R. Geisberger, M. Kobitzsch, D. Luxen, P. Sanders)

Wir arbeiten an Algorithmen zur Routenplanung in sehr großen Straßennetzen. Im Berichtszeitraum konnten wir einen neuen Algorithmus zur Routenplanung mit zeitabhängigen Kantengewichten entwickeln: Time-Dependent Contraction Hierarchies (TCH). Die Schwerpunkte der Entwicklung lagen auf einer effizienten Berechnung der TCH, da deren Komplexität durch die Zeitabhängigkeit eine neue Dimension erhielt. Eine weitere Schwierigkeit war eine Rückwärtssuche vom Zielpunkt, ohne den Ankunftszeitpunkt dort zu kennen. TCH ist damit der weltweit führende, hierarchische Algorithmus. 2009 begann auch unsere Teilnahme an dem Projekt MeRegioMobil (eine Mitarbeiterstelle).



Die schnellste Route ist zeitabhängig, sie könnte um 3 Uhr nachts durch die Innenstadt (links), um 8 Uhr morgens aber über einen Umweg (rechts) führen. Karte (c) OpenStreetMap und Mitwirkende, Lizenz CC-BY-SA (www.creativecommons.org).

Unsere Aufgabe dort ist die Berechnung energieeffizienter Routen, insbesondere für Elektrofahrzeuge. Vorangegangen waren erste Arbeiten zum Potential energieeffizienter Routenplanung. Weitere sich in Bearbeitung befindende Themen sind: flexible Routen (z.B. ein benutzerdefinierter Kompromiss zwischen schneller und günstiger Route), Alternativrouten (fast optimale Routen), Verkehrssimulation und -vorhersage (benötigt verteilte Algorithmen) und Routing in Fahrplannetzen (Bus und Bahn).

Veröffentlichungen und weitere Informationen: <http://algo2.iti.kit.edu/routeplanning.php>

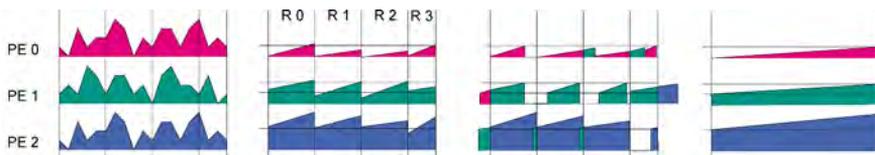
## Parallele Algorithmen

(V. Osipov, P. Sanders, J. Singler, J. Speck)

Die im Vorjahr entwickelten parallelisierten Algorithmenbibliotheken wurden 2009 erfolgreich in verschiedenen algorithmischen Anwendungen eingesetzt. So konnten wir zeigen, dass sich ein bestimmter Algorithmus zur Berechnung minimaler Spannbäume sehr einfach durch den Einsatz unserer Multi-Core Standard Template Library parallelisieren lässt und dank dieser Beschleunigung alle anderen Verfahren schlägt. Die parallelen Verfahren zur algorithmischen Geometrie wurden in Kooperation mit INRIA Sophia Antipolis fortentwickelt und werden dank einer Lizenzvereinbarung mit GeometryFactory bald in einer kommerziellen Bibliothek zur Verfügung stehen.

Neue Sortieralgorithmen für sehr große Datenmengen auf Cluster-Rechnern bildeten einen Schwerpunkt. Die Implementierung eines Algorithmus, wieder unter Zuhilfenahme der Bibliotheken MCSTL und STXXL, wurde auf einem Cluster des SCC mit 195 Rechenknoten evaluiert. Mit den Ergebnissen konnten die aktuellen Weltrekorde des Sort Benchmark gebrochen werden. In der Indy-MinuteSort-Kategorie konnten wir das alte Resultat mehr als verdreifachen und auch ein neues von Yahoo! um den Faktor 2 schlagen. In der Kategorie GraySort mit 100 TB Daten benötigten wir ungefähr die gleiche Ausführungszeit wie Yahoo!, wobei der Mitbewerber jedoch 17-mal so viele Rechenknoten verwendete.

Hochgradigen Parallelismus auf einem einzelnen Chip gibt es heute bereits in Form von Grafikprozessoren (GPUs). Für diese interessante Architektur entwickelten wir ebenfalls einen neuen Sortieralgorithmus, basierend auf Sample Sort. Dieser ist schneller als alle bekannten ebenso vergleichsbasierten Verfahren.



Schema des Sortieralgorithmus für Cluster. Zuerst werden größtmögliche Teile im gesamten Hauptspeicher sortiert, dann alle Elemente auf die Ziel-Rechenknoten verschoben, und schließlich die Teilergebnisse lokal zum Endergebnis gemischt.

Wir haben damit begonnen, das Task-Scheduling für Prozessoren mit solch vielen Kernen zu untersuchen. Insbesondere interessieren uns moldable und malleable Tasks, also solche, bei denen die Prozessorzahl zur Ausführungszeit nicht a priori feststeht und ggf. noch während der Ausführung geändert werden kann.

Mit der Bewilligung des EU-Projekts PEPPER (Performance Portability and Programmability for Heterogeneous Many-core Architectures) wurden wir einer von insgesamt neun Kooperationspartner aus Hochschulen und Industrie. Im Rahmen diese Projekts werden wir uns vor allem mit automatischem Tuning von grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen für dieses komplexe Maschinenmodell beschäftigen: Chips mit vielen Kernen, die sich in ihren Fähigkeiten für unterschiedliche Anwendungen jeweils besonders eignen.

### Algorithmen für Sensor-Aktor-Netzwerke

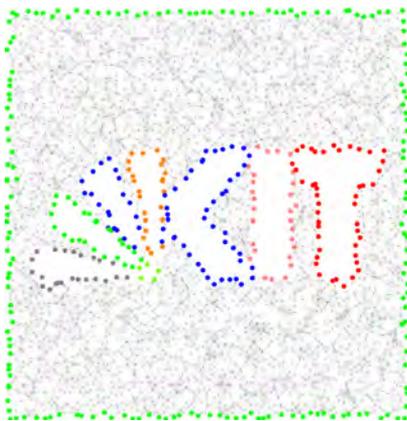
(P. Sanders, D. Schieferdecker)

Im Rahmen des Graduiertenkollegs 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" (<http://grk1194.unikarlsruhe.de>) werden grundlegende Aspekte der Hardware-/Software-Integration, der Informationsverarbeitung sowie der Kommunikation in diesen verteilten Systemen untersucht. In diesem Zusammenhang beschäftigen wir uns insbesondere mit den theoretischen Aspekten, die in den betrachteten Netzwerken auftreten. Unsere Forschung auf diesem Gebiet gliedert sich in zwei grundsätzliche Bereiche. Zum einen wird nach algorithmischen Lösungen zur Optimierung des Energieverbrauchs der Sensornetzwerke gesucht. Zum anderen arbeiten wir an Verfahren zum effizienten Routing in diesen Netzwerken und wie man sie zur Optimierung von externen Routing-Problemen wie z. B. in Straßennetzen einsetzen kann.

Im Berichtsjahr 2009 wurde die Überwachung von Gebieten mittels Sensornetzwerken (z.B. zur kontinuierlichen Temperaturmessung) untersucht. Hierbei stand die Minimierung

des Energieverbrauchs durch gezielte Einsatzplanung für jeden Sensorknoten bei gleichzeitigem Erhalt der vollen Funktionalität des Gesamtnetzwerkes (z.B. Sicherstellung einer bestimmten Messauflösung) im Vordergrund. Es wurde ein Approximationsalgorithmus zur Berechnung von Einsatzplänen für große Netze entworfen und ein exaktes Verfahren für Netzwerke mittlerer Größe.

Außerdem arbeiten wir zusammen mit dem Lehrstuhl von Prof. Wagner an Verfahren, um Randknoten in einem Sensornetzwerk zu



Visualisierung eines Sensornetzwerkes mit farbig markierten Randknoten

erkennen. Diese sollen dezentral auf jedem Sensorknoten arbeiten und lediglich Verbindungsinformationen benötigen. Diese Zusammenarbeit wird im Jahre 2010 fortgesetzt.

### Hauptspeicherbasierte Volltextsuche

(F. Transier)

2009 haben wir unser Kooperationsprojekt mit SAP zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht. Frederik Transier hat seine Dissertation zum Thema fertiggestellt und die Software wurde in die Textsuchmaschine von SAP integriert. Ein Anschlussprojekt, diesmal zu allgemeineren Anfragealgorithmen in hauptspeicherbasierten Datenbanken, läuft derzeit an.

#### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

##### Bücher und Buchbeiträge:

**Delling, D.; Sanders, P.; Schultes, D.; Wagner, D.:** Engineering Route Planning Algorithms. In: Algorithmics of Large and Complex Networks. Hrsg.: Lerner, J., Wagner, D., Zweig, K. A.; Berlin/Heidelberg: Springer, 2009, S. 117-139, (LNCS; 5515)

**Sanders, P.:** Algorithm Engineering  $\zeta$  An Attempt at a Definition. In: Efficient Algorithms - Essays Dedicated to Kurt Mehlhorn on the Occasion of His 60th Birthday. Hrsg.: Albers, S., Alt, H., Näher, S.; Berlin/Heidelberg: Springer, 2009, S. 321-340, (LNCS; 5760)

##### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Batista, V.H.F.; Millman, D.L.; Pion, S.; Singler, J.:** Parallel Geometric Algorithms for Multi-Core Computers. In: Proceedings of the 25th Annual Symposium on Computational Geometry. Annual Symposium on

Computational Geometry 2009, Aarhus, Dänemark, 08.-10.06.2009. S. 217-226

**Fiat, A.; Sanders, P.; (Hrsg.):** Algorithms - ESA 2009 Proceedings. European Symposium on Algorithms 2009, Kopenhagen, 07.-09.09.2009. Springer, 2009, (LNCS; 5757)

**Gfeller, B.; Sanders, P.:** Towards Optimal Range Medians. In: Automata, Languages and Programming ICALP 2009. International Colloquium Automata, Languages and Programming, Rhodos, 05.-12.07.2009. Springer, 2009, S. 475-486, (LNCS; 5555)

**Middelmann, W.; Sanders, P.; Wassenberg, J.:** An Efficient Parallel Algorithm for Graph-Based Image Segmentation. In: CAIP 2009 Proceedings. Computer Analysis of Images and Patterns CAIP 2009\_ Computer Analysis of Images and Patterns CAIP 2009, Münster, 02.-04.09.2009. Springer, 2009, S. 1003-1010, (LNCS; 5702)

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Sanders, P.; Sivadasan, N.; Skutella, N.:**

Online Scheduling with Bounded Migration.

In: Mathematics of Operations Research, Band 34, Heft 2, 2009, S. 481-498

**Interne Berichte**

**Holtgrewe, M.; Sanders, P.; Schulz, C.:**

Engineering a Scalable High Quality Graph Partitioner. Fakultät für Informatik, Technical Report, 2009

**Vorträge:**

**Beckmann, A; Dementiev, R.; Singler, J.:**

Building A Parallel Pipelined External Memory Algorithm Library. IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS) 2009, Rom, Italien, 23.-29.05.2009

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

Leiter:	Prof. Dr. P. H. Schmitt
Sekretärin:	L. Beckert
Akadem. Mitarbeiter:	C. Engel (F), D. Farago (ab 01.09.2009), M. Ulbrich, B. Weiß (F), F. Werner (F, bis 31.12.2009)

**Logik und Formale  
Methoden****EU-Projekt DIANA: Formale Methoden und Echtzeit-Java***(C. Engel)*

Im Rahmen des KeY- und DIANA-Projekts wurden die in den vorigen Jahren begonnenen Forschungsarbeiten fortgesetzt. Im Mittelpunkt stand die Entwicklung von Ansätzen zur formalen Verifikation sicherheitskritischer Echtzeit-Javaprogramme. So wurde ein Verfahren zur Design-by-Contract-basierten Spezifikation und Verifikation des Speicherverbrauchs von Java-Programmen entwickelt und auf das Speichermodell verschiedener Echtzeit-Javadialekte angepasst. Ein weiteres Thema war das Sicherstellen von Nichtinterferenz von RTSJ-Programmen (Real-Time Specification for Java).

Weiterhin wurden Byzantinische Protokolle für den Einsatz bei der verteilten Ermittlung des Korrektheitszustandes (health state) von Systemkonfigurationen untersucht. Das als Endergebnis dieser Untersuchungen erarbeitete Protokoll wurde in den DIANA Demonstrator integriert.

**Modulare Java-Verifikation***(B. Weiß)*

Dieses Forschungsvorhaben ist ein Teil des KeY-Projekts zur deduktiven Verifikation von Java-Programmen. Ein grundlegendes Ziel bei der Java-Verifikation ist Modularität, in dem Sinne, dass einzelne Programmteile (z.B. Methoden) unabhängig von ihrem Kontext spezifiziert und verifiziert werden. Um dieses Ziel erreichen zu können, verwendet man in öffentlichen Spezifikationen nicht die internen Datenstrukturen des spezifizierten Programmteils, sondern führt so genannte abstrakte Variablen ein, die nur auf Spezifikationsebene existieren, und deren Beziehung zu den konkreten Datenstrukturen ein Implementierungsgeheimnis bleibt.

Das Konzept der abstrakten Variablen ist zwar im Prinzip seit den 1970er Jahren bekannt, aber im Detail mit einigen Schwierigkeiten verbunden, deren Lösung bis heute Forschungsgegenstand ist. Interessant ist insbesondere das Zusammenspiel von abstrakten Variablen mit Aussagen über jene Speicherstellen, die von einem Programmteil geändert bzw. gelesen werden dürfen. Ein aktueller Lösungsansatz ist die Verwendung spezieller abstrakter Variablen, die selbst für Mengen von Speicherstellen stehen (sog. "Dynamic Frames").

Im Berichtszeitraum wurde eine Variante der Java-Spezifikationssprache JML definiert,

die auf dem Dynamic Frames-Ansatz aufbaut. Weiterhin wurde eine Variante des KeY-Systems entwickelt, die diese JML-Variante unterstützt und damit ein höheres Maß an Modularität erlaubt als bisher. Die theoretische Basis dieser KeY-Version ist eine Überarbeitung der Modellierung des Programmspeichers in der zugrunde liegenden Logik JavaDL.

### **MOCHA: Integration von Model Checking und Automatischer Testgenerierung**

(D. Farago)

Formale Verifikation ist rigoros, aber oft nicht praktikabel. Im Gegensatz dazu lässt sich klassisches black-box Testen einfacher anwenden, ist aber weniger aufschlussreich. Modellbasiertes Testen (MBT) mit leichtgewichtigem Model Checking kann viele Vorteile der beiden Bereiche vereinigen.

Grundlagen für MOCHA sind die formale input output conformance-Theorie sowie Algorithmen aus dem Model Checking-Bereich. Es wurde ein neues Verfahren entworfen, um bei der Testgenerierung sowohl Backtracking des Model Checkers als auch dynamische Informationen aus der Testdurchführung nutzen zu können.

Dieser Anwendungsfall stellt neue Anforderungen an den eingesetzten Model Checker, z.B. wenn Zyklen von ausschließlich internen Aktionen auftreten können. Es wurde ein neuer Algorithmus entwickelt, der non-progress-Zyklen im Model Checker Spin effizienter auffindet.

### **Formale Verifikation in drahtlosen Sensornetzwerken**

(F. Werner)

Die folgenden Arbeiten wurden im Rahmen des von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanzierten Projektes ZeuS (Zuverlässige Informationsverarbeitung in energiebewussten ubiquitären Systemen) durchgeführt. Langfristiges Ziel ist die Integration von Verifikationswerkzeugen in Entwicklungsumgebungen für Sensornetze, wie z.B. TinyOS. Im Berichtszeitraum wurde das von einem ZeuS-Projektpartner implementierte ESAWN Protokoll untersucht. Hierzu wurden relevante Teile des generierten C-Quellcodes, etwa 5,000 Zeilen, mit Hilfe von CBMC (C Bounded Model Checker) analysiert. Zu den Verifikationsaufgaben zählten:

- Korrektheitsüberprüfungen für Schleifen, d.h. ob eine Schleife hinreichend oft ausgerollt wird.
- Überprüfung unerlaubter Zugriffe über die Grenzen von Arrays hinaus.
- Typ-korrekte Dereferenzierung von Zeigern und
- Null-Division.

Nach diesen Korrektheitsprüfungen konnten protokoll-relevante Eigenschaften spezifiziert und verifiziert werden.

In der durchgeführten Verifikation wurde das ESAWN Protokoll in kleinere Beweisziele wie die Korrektheitsüberprüfung von STATUS und ESAWN Paketen aufgespalten.

Eine wesentliche Rolle spielte dabei die Definition einer geeigneten Hardwareabstraktion. Um möglichst unabhängig von einer spezifischen Hardwareplattform (MicaZ, TinyNode, TelosB usw.) zu arbeiten, wurde das Protokoll aus Softwarequellen automatisch für die NULL-Plattform von TinyOS generiert. Diese Übersetzung von nesC nach ANSI-C erfolgt durch den nesC Compiler und eine geeignete Hardwarebeschreibung.

### **Deduktive Verifikation auf einer Zwischensprache**

*(M. Ulbrich)*

Statt Verifikation von Software für Programme auf der Ebene ihrer Quelltexte zu betreiben, kann eine Übersetzung des zu verifizierenden Programms in eine Zwischensprache, gefolgt von der Verifikation des transformierten Programms treten. Die Einführung einer Zwischensprache bringt einige Vorteile mit sich, vor allem kann damit der Verifikationsansatz auf verschiedene Ausgangssprachen verallgemeinert werden, denn jede Sprache, die sich auf die Zwischensprache übersetzen lässt, kann unterstützt werden. Das Verifikationswerkzeug kann sich danach auf die Aufgabe des eigentlichen Beweisens konzentrieren, während die Problematiken der Semantik von Programmier- und Spezifikationssprachen und deren Modellierung dem vorgelagerten Schritt der Übersetzung überlassen werden.

Gegenstand dieses Forschungsvorhabens war der Entwurf einer Zwischensprache und einer darin eingebetteten Logik sowie eine prototypische Implementierung eines Werkzeuges zur interaktiven, deduktiven Verifikation über dieser Sprache und Logik. Die Sprache wird in zukünftigen Schritten verwendet werden, um formale Beziehungen zwischen Beschreibungen verschiedener Abstraktion herstellen zu können, indem verschiedene Algorithmenbeschreibungen (Spezifikation, Pseudocode, Implementierung, ...) in dieselbe Zwischensprache übersetzt werden und eine Verfeinerungsbeziehung zwischen ihnen formal bewiesen wird.

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

**Bubel, R.; Hähnle, R.; Weiß, B.:** Abstract Interpretation of Symbolic Execution with Explicit State Updates. In: Revised Lectures, 7th International Symposium on Formal Methods for Components and Objects (FMCO 2008). Hrsg.: de Boer, F. S.; Bonsangue, M. M.; Madeleine, E.; Sophia-Antipolis, Frankreich, 20.-24.10.2009. Springer, 2009, S. 247-277, (LNCS; 5751)

**Farago, D.; Schmitt, P. H.:** Improving Non-Progress Cycle Checks. In: Model Checking

Software, 16th International SPIN Workshop. Hrsg.: Pasareanu, C. S.; Grenoble, Frankreich, 26.-28.06.2009. Heidelberg: Springer, 2009, S. 50-67, (LNCS; 5578)

**Weiß, B.:** Predicate Abstraction in a Program Logic Calculus. In: Proceedings, 7th International Conference on integrated Formal Methods (iFM 2009). Hrsg.: Leuschel, M.; Wehrheim, H.; Düsseldorf, 16.-19.02.2009. Springer, 2009, S. 136-150, (LNCS; 5423)

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

Leiterin:	Prof. Dr. D. Wagner
Sekretärin:	L. Beckert, E. Sauer
Akadem. Mitarbeiter:	R. Bauer, M. Baur (F, bis 31.03.2009), Dr. D. Dellling (F, bis 15.09.2009), Dr. M. Gaertler (bis 30.04.2009), A. Gemsa (ab 01.12.2009), Dr. R. Görke, T. Hartmann (ab 01.08.2009), Dr. M. Holzer (bis 31.05.2009), Dr. B. Katz (F), M. Krug, S. Mecke (bis 14.06.2009), S. Meinert, Dr. M. Nöllenburg (F), T. Pajor (ab 01.05.2009), I. Rutter, A. Schumm (F) (ab 17.08.2009), M. Völker (F, ab 01.03.2009)
Systemprogrammierer:	B. Giesinger

**Algorithmik****Algorithmen für Sensornetze**

*(B. Katz, S. Mecke, M. Völker, 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.

Momentan liegt der Schwerpunkt unserer Forschung bei der Lokalisierung in Sensornetzen und der effizienten Planung von Funkübertragungen. Beispiele hierfür sind die Erkennung von Löchern in der Netztopologie ohne Kenntnis über die Lage der Sensorknoten, die Rekonstruktion von Knotenpositionen anhand von Signalstärkemessungen, die Lokalisierung von Personen und Objekten, die sich innerhalb des Netzes bewegen und die Erstellung energieeffizienter Schedules für die Kommunikation zwischen Sensorknoten. Zur Lösung dieser Probleme arbeiten wir eng mit den anderen am Graduiertenkolleg 1194 (Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netze) beteiligten Arbeitsgruppen zusammen.

## DFG-Projekt: Clustern statischer und dynamischer Graphen

(R. Görke, T. Hartmann, A. Schumm, D. Wagner)

Viele Aspekte unseres Alltagslebens werden heute als Netzwerk modelliert, einer Struktur, welche bestens dazu geeignet ist, komplexe Zusammenhänge verwertbar zu repräsentieren. Solche Netzwerke bestehen zum Beispiel aus Waren, die schon einmal gemeinsam im Einkaufswagen eines Webshops lagen, aus Personen, die gemeinsam Patente erarbeitet haben, aus Koautoren und deren Forschungsliteratur oder Interaktionen von Proteinen in Organismen.

Oft enthalten Netzwerke dieser Art Tausende 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. Im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms 1307: "Algorithm Engineering" bearbeiten wir das Projekt "Clustern statischer und dynamischer Graphen".

Für die Algorithmik stellt sich die Herausforderung, effiziente und praktikable Algorithmen zur Clusterung 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. Während heuristische Clusterverfahren oftmals auf Ad-hoc-Techniken basieren, erfordern Verfahren mit beweisbarer Qualität für die Übertragung auf den dynamischen Fall ein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden kombinatorischen Struktur.

Neben der garantierten Qualität hat die dynamische Pflege einer Clusterung gegenüber der wiederholten statischen Berechnung Folgendes zum Ziel:

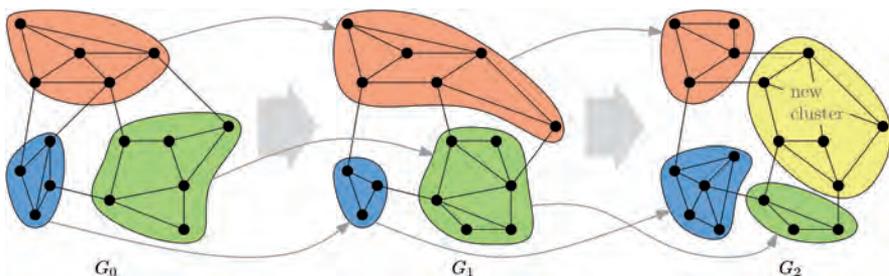
1. Der dynamische Algorithmus sollte schneller sein als eine statische Neuberechnung auf dem aktualisierten Graphen.
2. Die Ähnlichkeit zweier aufeinander folgender Clusterungen sollte möglichst groß sein.

Sowohl für die Wahrnehmung durch den Menschen als auch für eine automatisierte Verarbeitung ist Letzteres wünschenswert. Zwar kann man auch bei einer Neuberechnung

versuchen, dies mit zusätzlichem Aufwand zu erreichen, für den dynamischen Fall ist diese Forderung hingegen sehr natürlich: Eine kleine Änderung im zugrunde liegenden Graphen lässt auch nur eine kleine Änderung der Clusterung erwarten, was häufig Hand in Hand mit einer schnellen Berechnung geht. Weiterhin von Interesse ist die Frage, ob man aus der zeitlichen Entwicklung einer Clusterung schließen kann, 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.

Ogleich unser Fokus auf Konzepten, Algorithmen und theoretischen Untersuchungen zum Clustern von Graphen liegt, untersuchen wir zweierlei Anwendungsfälle eingehend. Zum einen betrachten wir in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung ein Netzwerk aus Fachgebieten der Forschung. In diesem Netzwerk werden Verbindungen durch Erfindungen motiviert, die in beiden Gebieten relevant sind. Eine Clusterung eines solchen Netzwerks von Fachgebieten und deren Betrachtung über die Zeit liefert die Möglichkeit, die Entwicklung technologischer Felder im internationalen Vergleich zu untersuchen. In einer zweiten Anwendung untersuchen wir, wie das Graphenclustern helfen kann, Gruppen von Proteinen zu identifizieren, welche in ähnlicher Weise auf Krebstherapien reagieren.

In einem verwandten Projekt beschäftigen wir uns in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Programmierparadigmen mit der Entwicklung und der Analyse von Zerlegungstechniken für Programmabhängigkeitsgraphen. Ziel dieser Kooperation ist die Beschleunigung der Konstruktion und die Reduktion der Komplexität so genannter Pfadbedingungen, deren Lösungen Situationen belegen, in denen es zu einem illegalen Fluss von Informationen, zum Beispiel geheimer Daten, kommen kann.



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

*(R. Bauer, D. Delling, T. Pajor, D. Wagner)*

Das Ziel des EU-Projekts 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 Planungsstufen berücksichtigt werden, z.B. Netzplanung, Fahrplanerstellung, Zusammenstellung der Züge, Zuweisung des Zugpersonals, aber auch Verspätungsmanagement.

Ein Schwerpunkt unserer Gruppe innerhalb von ARRIVAL ist ein weiteres Problem in der Optimierungskette komplexer Eisenbahnsysteme: Die Fahrplanauskunft. Dabei widmeten wir uns der Fragestellung, wie zu einem gegebenen Fahrplan effizient beste Verbindungen zwischen zwei Stationen berechnet werden können. Da das zugrunde liegende Problem dem der Routenplanung in Straßennetzwerken sehr ähnlich ist, haben wir systematisch untersucht, inwiefern sich Techniken zur Beschleunigung für Straßennetze auf Eisenbahnnetze übertragen lassen. Außerdem widmeten wir uns auch erweiterten Fragestellungen: Bei so genannten Profil-Anfragen möchte man alle besten Verbindungen über eine Zeitperiode ermitteln (zum Beispiel über einen Tag) und mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg arbeiteten wir zusammen an multi-kriterieller Fahrplanauskunft, wo man neben der Reisezeit weitere Kriterien wie die Anzahl Umstiege oder ein Robustheitsmaß (Umstiegssicherheit) optimieren möchte.

Außer der reinen Fahrplanauskunft beschäftigten wir uns mit multi-modaler Routenplanung. Dabei ist das Ziel, in einem heterogenen Netzwerk bestehend aus verschiedenen Verkehrsmitteln beste Routen zwischen zwei Punkten zu berechnen. Diese Routen müssen jedoch Einschränkungen an die Wahl der Verkehrsträger genügen (beispielsweise ist es unerwünscht während der Reise zwischen zwei Zugverbindungen das Auto zu benutzen), die man als formale Sprachen modellieren kann. Der naive Ansatz, solche Routen mit einer Verallgemeinerung von Dijkstra's Algorithmus zu berechnen, würde auf großen Netzwerken mehrere Minuten dauern, was natürlich deutlich zu lange ist. Wir entwickelten ein erstes effizientes Verfahren, "Access-Node Routing", mit dem optimale Routen auf Netzwerken kontinentaler Größe bestehend aus Auto, Zug und Flug in wenigen Millisekunden berechnet werden können.

Ferner arbeiten wir zusammen mit der Universität Göttingen an praktikablen und einfachen Regeln, die entscheiden, ob Züge auf verspätete Züge warten sollen oder nicht.

## **DFG-Projekt: Algorithm Engineering für Routenplanung**

*(R. Bauer, D. Delling, T. Pajor, A. Schumm, 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. Der Schwerpunkt der Forschung in den letzten Jahren lag dabei auf Straßennetzen, wo es um das Problem geht, effizient eine beweisbar schnellste Route zwischen zwei Punkten in solch einem Netzwerk zu finden.

Die hierbei erzielten sehr guten Ergebnisse sind allerdings rein experimenteller Natur. Eine theoretische Basis für die eingesetzten Verfahren fehlt bislang weitestgehend. Deshalb modellierten wir die aktuellen Techniken in einem einheitlichen Rahmen und untersuchten die Komplexität der üblicherweise vorkommenden Vorberechnungsphase. Die Ergebnisse rechtfertigen den Einsatz von Heuristiken. Das gewählte Modell dient außerdem als Ausgangspunkt für weitere theoretische Forschung.

Neben dem klassischen Szenario, einen kürzesten Weg zu finden, untersuchten wir in unserer Gruppe außerdem erweiterte Fragestellungen: Bei der zeitabhängigen Routenplanung etwa betrachtet man Reisezeiten entlang der Kanten nicht länger als Konstante, sondern als Funktionen der Zeit (beispielsweise kommt man in der Rush-Hour auf manchen Straßen langsamer voran als in der Nacht). Der Verlauf der besten Route ist damit abhängig von der Abfahrtszeit. Bei der multikriteriellen Routenplanung hingegen möchte man mehrere Kriterien zugleich optimieren, beispielsweise die Fahrtzeit und den Kraftstoffverbrauch. Dabei gelang es, das ursprünglich für die klassische Routenplanung entwickelte Verfahren "SHARC-Routing" auf beide Szenarien mit sehr guten Resultaten zu verallgemeinern. Des Weiteren untersuchten wir zusammen mit der Universität L'Aquila, inwieweit sich dynamische Änderungen im Netzwerk (beispielsweise durch Staus) auf SHARC-Routing auswirken.

Unsere Aufmerksamkeit lag jedoch nicht ausschließlich auf Straßennetzwerken, sondern ebenfalls auf anderen Verkehrsträgern. Wir entwickelten ein neues Graph-Modell zur Routenplanung in Flugnetzen, mit Hilfe dessen sich multikriterielle Verbindungen in großen Flugnetzen in unter einer Millisekunde berechnen lassen. Das Hauptaugenmerk unserer Forschung lag jedoch auf Eisenbahnnetzen. Für das Problem, zwischen zwei Stationen alle besten Verbindungen über eine vorgegebene Zeitspanne (zum Beispiel einen Tag) zu berechnen, entwickelten wir einen neuartigen, parallelen Algorithmus. Im Gegensatz zur bisherigen Strategie zur Lösung des Problems, nämlich der Verallgemeinerung von Dijkstra's Algorithmus, liefert unser Algorithmus kürzere Berechnungszeiten und ein deutlich einfacheres Verfahren.

Nähere Informationen zur Routenplanung am ITI Wagner finden sich unter <http://www.route-planning.org>.

### **Das Dichte-Maximierungsproblem in Graphen - oder wie man den Return on Investment bei der Planung von Infrastrukturnetzwerken maximiert**

*(B. Katz, M. Krug, I. Rutter, D. Wagner)*

Wir modellieren Netzwerk-Konstruktionsprobleme, wie sie unter anderem bei der Planung von Infrastrukturnetzwerken vorkommen, als Optimierungsprobleme auf Graphen. Knoten entsprechen dabei Ressourcen oder Verbrauchern und Kanten modellieren die Infrastruktur zwischen den Ressourcen. Wir gehen davon aus, dass jede Kante einen gewissen Gewinn

erwirtschaftet, aber auch mit einem gewissen Kapitaleinsatz verbunden ist. Unser Ziel besteht nun darin, ein Infrastrukturnetzwerk zu planen, bei dem der Return on Investment, also der Quotient aus Gewinn und eingesetztem Kapital, maximiert wird. Dabei soll das Kapital-Budget nicht überschritten und ein a priori festgelegter Mindest-Gewinn erreicht werden, etwa um Fixkosten zu decken.

Allgemeiner betrachten wir Planungsprobleme auf Graphen unter weiteren Nebenbedingungen, bei denen die Zielfunktion der Quotient zweier Summen ist. Wir bezeichnen diesen Quotienten als zu maximierende Dichte. Einerseits können wir zeigen, dass optimale Lösungen für diese Art von Problemen vermutlich nur sehr schwer zu finden sind. Andererseits können wir gute Lösungen approximieren und einige interessante Spezialfälle optimal lösen.

### Graphgeneratoren

*(R. Bauer, R. Görke, M. Krug, S. Meinert, D. Wagner)*

Bei der Evaluation von Algorithmen ist man häufig auf künstlich erzeugte Eingaben angewiesen, etwa weil die Menge der Realweltdaten zu gering ist, um signifikante Aussagen über den Algorithmus machen zu können oder weil sich die Robustheit eines Algorithmus nicht gut an Realweltdaten testen lässt.

Um Algorithmen auf Graphen zu evaluieren, ist man an Generatoren interessiert, die eine bestimmte Klasse von Graphen, welche als Eingabe des Algorithmus vorkommen, gleichverteilt erzeugen. Wir untersuchen Graphgeneratoren aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern. In diesem Jahr lagen unsere Schwerpunkte auf degenerierten Graphen und stark degenerierten Graphen, eine Teilmenge der degenerierten Graphen, die als Verallgemeinerung regulärer Graphen angesehen werden können.

Wir können effiziente Algorithmen angeben, die beschriftete degenerierte Graphen gleichverteilt erzeugen und aufzählen. Darüber hinaus können wir Algorithmen zum Erzeugen und Aufzählen von stark degenerierten Graphen angeben. Da die Struktur von stark degenerierten Graphen deutlich komplexer ist als die allgemeiner degenerierter Graphen, ist die gleichverteilte Erzeugung von stark degenerierten Graphen weiterhin offen. Die Beantwortung dieser Frage würde ein lange Zeit offenes Problem lösen, nämlich das der gleichverteilten Erzeugung regulärer Graphen. Bislang ist dies nur für Graphen möglich, bei denen der Grad deutlich kleiner als die Anzahl der Knoten ist. Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden auf der ANALCO in Austin, Texas, vorgestellt.

Weitere Schwerpunkte unserer Arbeit liegen auf partitionierten Graphen sowie Straßengraphen.

### Visualisierung und Repräsentation von Graphen

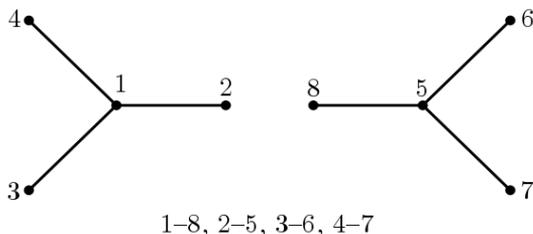
*(B. Katz, M. Krug, I. Rutter, D. Wagner)*

Für viele Probleme, die sich mithilfe von Graphen modellieren lassen, spielen Visualisierung und Layout eine zentrale Rolle. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist man insbesondere an Zeichnungen interessiert, bei denen sich keine zwei Kanten des Graphen

schneiden. Graphen, die eine solche Zeichnung erlauben, heißen planar. Dabei ist es erlaubt, die Kanten als beliebige Kurven zu zeichnen. Planare Graphen sind "einfach" im Sinne der Algorithmik: Es existiert eine genaue Charakterisierung der planaren Graphen und es sind optimale Algorithmen bekannt, die entscheiden, ob ein gegebener Graph planar ist oder nicht.

Eine interessante Frage ist, ob die stückweise Zeichnung eines Graphens zur planaren Zeichnung des ganzen Graphen ergänzt werden kann. In der Abbildung ist ein lösbares, aber nicht ganz offensichtliches Beispiel angegeben. Diese Art von Problemstellung, in der eine Teillösung eines Problems zu einer vollständigen Lösung ergänzt werden soll, ist häufig viel schwieriger, da durch die Teillösung bereits einige Entscheidungen festgelegt sind. Interessanterweise ist dies bei Planarität nicht der Fall. In Kooperation mit Wissenschaftlern der Universität Roma Tre und der Karls-Universität in Prag konnten wir zeigen, dass das Ergänzungsproblem für planare Zeichnungen effizient gelöst werden kann und gaben einen optimalen Algorithmus an, der dieses Problem entscheidet.

Häufig ist man aber nicht nur an einer beliebigen planaren Zeichnung interessiert, sondern stellt weitere Anforderungen an die Lage der Knoten und den Verlauf der Kanten: die Knoten des Graphen sollen ausschließlich auf einem ganzzahligen Gitter gezeichnet werden und die Kanten des Graphen sollen entlang von Gitterlinien verlaufen. Da sich nicht alle Graphen auf diese Art geradlinig auf dem Gitter zeichnen lassen, dürfen die Kanten auch Knicke enthalten. Solche Gitterzeichnungen treten unter anderem beim Entwurf von Schaltkreisen auf. Generell ist man bestrebt, Kanten möglichst kurz und mit wenigen Knicken zu realisieren. Die Zeichnung eines Graphen auf dem Gitter, bei der jede Kante eine kürzeste Verbindung zwischen ihren Endpunkten ist, heißt geodätische Zeichnung; die Kanten heißen Geodäten. Der Verlauf einer Geodäte ist monoton in  $x$ - und  $y$ -Richtung. Daher kann man ihnen relativ leicht mit dem Auge folgen. Beim Entwurf von Schaltkreisen wird durch die Wahl von Geodäten die Gesamtlänge der Leiterbahnen minimiert. Wir konnten die bereits 2008 begonnene Arbeit an diesem Thema in diesem Jahr erfolgreich weiterführen. Die Ergebnisse wurden im September auf der "Graph Drawing"-Konferenz in Chicago vorgestellt.



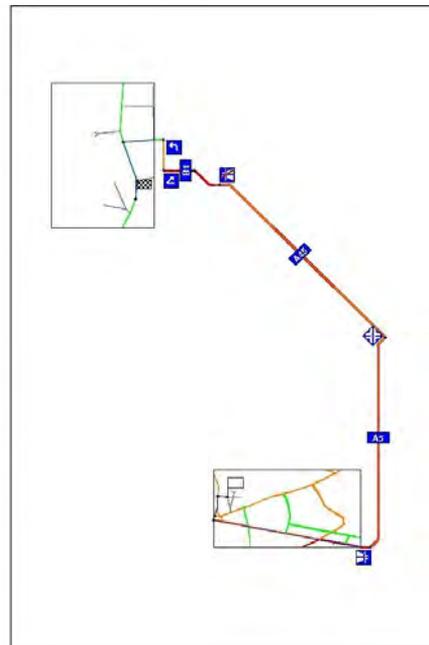
*Ist es möglich, die angegebenen Kanten in der Zeichnung hinzuzufügen, ohne Kreuzungen zu erzeugen?*

## Young Investigator Group "Algorithmen zur Geovisualisierung"

(A. Gemsa, M. Nöllenburg)

Young Investigator Groups (YIGs) sind ein Förderinstrument des KIT im Rahmen des Zukunftskonzeptes und dienen der Unterstützung der frühen Selbständigkeit des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die YIG "Algorithmen zur Geovisualisierung" wurde zum 1. Oktober 2009 eingerichtet und steht unter der Leitung von Dr. Martin Nöllenburg. Zum 1. Dezember 2009 wurde Dipl.-Inform. Andreas Gemsa als wissenschaftlicher Mitarbeiter eingestellt. Forschungsschwerpunkte sind Algorithmen zur dynamischen und nutzerspezifischen Visualisierung von Geodaten.

Schematische Routenskizzen sind eine spezielle Art der nutzerspezifischen Darstellung von Routeninformationen im Straßennetz. Ziel ist es dabei, den Streckenverlauf einer persönlichen Route so zu visualisieren, dass die Darstellung eine geringe Komplexität und eine hohe Lesbarkeit aufweist. Traditionelle Straßenkarten sind dazu nur eingeschränkt geeignet, da Routen typischerweise aus einem Anfangs- und Endstück bestehen, das innerorts verläuft, während der große Rest aus Überlandstrecken und Autobahnen besteht. Ein fester Maßstab verhindert, dass alle Teile der Route gleichzeitig in einem sinnvollen



Beispielhaft zeigt dieses Bild auf der linken Seite eine mit Google Maps erstellte Route von Karlsruhe nach Dortmund. Die rechte Seite zeigt die gleiche Strecke, aber schematisiert mit Hilfe des in der YIG neu entwickelten Verfahrens.

Detailgrad gezeigt werden können. Außerdem beanspruchen nicht benutzte Teile des Straßennetzes einen Großteil der Kartenfläche und lenken die Aufmerksamkeit von der eigentlichen Route ab.

Der in der YIG verfolgte algorithmische Ansatz zur Visualisierung von Routen besteht aus einem effizienten mehrstufigen Verfahren, das ausgehend vom tatsächlichen Routenverlauf eine Skizze der Route berechnet. Dabei werden die verwendeten Straßenrichtungen stark eingeschränkt und Streckenlängen soweit möglich vereinheitlicht. Andererseits wird jedoch dafür Sorge getragen, dass die Nord-Süd und Ost-West Relation zwischen wichtigen Punkten der Route erhalten bleibt. Das führt dazu, dass der Straßenverlauf trotz der Verzerrung der Route im Groben der Realität entspricht. Das Verfahren wurde implementiert und mit Daten des deutschen Straßennetzes getestet.

Nähere Informationen zur YIG: [www.iti.kit.edu/projects/geovis/index](http://www.iti.kit.edu/projects/geovis/index)

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

#### **Bücher und Buchbeiträge:**

**Barrett, C.; Bisset, K.; Holzer, M.; Konjevod, G.; Marathe, M. V.; Wagner, D.:** Engineering Label-Constrained Shortest-Path Algorithms. In: The Shortest Path Problem: Ninth DIMACS Implementation Challenge. Hrsg.: American Mathematical Society. Providence, Rhode Island, USA: AMS, 2009, S. 309-321, (DIMACS Book; 74)

**Baur, M.; Brandes, U.; Lerner, J.; Wagner, D.:** Group-Level Analysis and Visualization of Social Networks. In: Algorithmics of Large and Complex Networks. Hrsg.: Lerner, J.; Wagner, D.; Zweig, K. A.; Berlin: Springer, 2009, S. 330-358, (Lecture Notes in Computer Science; 5515)

**Lerner, J.; Wagner, D.; Zweig, K. A.:** Algorithmics of Large and Complex Networks. Berlin: Springer, 2009, (Lecture Notes in Computer Science; 5515)

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

**Delling, D.; Görke, R.; Schulz, C.; Wagner, D.:** ORCA Reduction and ContrAction Graph Clustering. In: Proceedings of the 5th International Conference on Algorithmic Aspects in Information and Management (AAIM'09). San Francisco, CA, USA, 15.-17.06.2009. Springer, 2009, S. 152-165, (Lecture Notes in Computer Science; 5564)

**Delling, D.; Pajor, T.; Wagner, D.:** Accelerating Multi-Modal Route Planning by Access-Nodes. In: Proceedings of the 17th Annual European Symposium on Algorithms (ESA'09). Kopenhagen, Dänemark, 07.-09.09.2009. Springer, 2009, S. 587-598, (Lecture Notes in Computer Science; 5757)

**Delling, D.; Wagner, D.:** Pareto Paths with SHARC. In: Proceedings of the 8th International Symposium on Experimental Algorithms (SEA'09). Dortmund, 03.-

06.06.2009. Springer, 2009, S. 125-136,  
(Lecture Notes in Computer Science; 5526)

**Franke, R.; Rutter, I.; Wagner, D.:** Computing Large Matchings in Planar Graphs with Fixed Minimum Degree. In: Proceedings of the 20th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC'09). Hawaii, USA, 16.-18.12.2009. Springer, 2009, S. 872-881, (Lecture Notes in Computer Science; 5878)

**Görke, R.; Hartmann, T.; Wagner, D.:** Dynamic Graph Clustering Using Minimum-Cut Trees. In: Algorithms and Data Structures, 11th International Workshop. Banff, Alberta, Canada, 21.-23.08.2009. Springer, 2009, S. 339-350, (Lecture Notes in Computer Science; 5664)

**Holten, D.; Nöllenburg, M.; Völker, M.; Wolff, A.:** Drawing Binary Tanglegrams: An Experimental Evaluation. In: Proceedings of the 11th Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX'09). New York, USA, 03.01.2009. S. 106-119

**Katz, B.; Krug, M.; Rutter, I.; Wolff, A.:** Manhattan-Geodesic Embedding of Planar Graphs. In: Proceedings of the 17th International Symposium on Graph Drawing (GD'09). Chicago, USA, 22.-25.09.2009. Springer, 2009, S. 207-218, (Lecture Notes in Computer Science; 5849)

**Katz, B.; Rutter, I.; Woeginger, G. J.:** An Algorithmic Study of Switch Graphs. In: Proceedings of the 35th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG'09). Montpellier, Frankreich, 24.-26.06.2009. Springer, 2009, S. 226-237, (Lecture Notes in Computer Science)

### Beiträge in Zeitschriften:

**Bauer, R.; Delling, D.:** SHARC: Fast and Robust Unidirectional Routing. In: ACM Journal of Experimental Algorithmics. Special Selection on Selected Papers from ALENEX 2008., Band 14, Heft 2.4, 2009, S. www

**Benkert, M.; Haverkort, H.; Kroll, M.; Nöllenburg, M.:** Algorithms for Multi-Criteria Boundary Labeling. In: Journal of Graph Algorithms and Applications. Special issue: International Symposium on Graph Drawing 2007., Band 13, Heft 3, 2009, S. 289-317

**Chun, J.; Korman, M.; Nöllenburg, M.; Tokuyama, T.:** Consistent Digital Rays. In: Discrete and Computational Geometry, Band 42, Heft 3, 2009, S. 359-378

**Hamacher, H. W.; Liebers, A.; Schöbel, A.; Wagner, D.:** The Continuous Stop Location Problem in Public Transportation Networks. In: Asia-Pacific Journal of Operational Research (APJOR), Band 26, Heft 1, 2009, S. 13-30

**Institut für Theoretische Informatik**

Nachwuchsgruppenleiter: Dr. C. Sinz (F)

Akadem. Mitarbeiter: S. Falke (ab 01.12.2009), F. Merz  
(ab 17.08.2009), H. Post (bis 15.05.2009),  
Dr. O. Tveretina

Forschungsbereich

**Verifikation trifft  
Algorithmik****Software-Verifikation durch Low-Level Bounded Model Checking***(F. Merz, S. Falke, C. Sinz)*

Die Korrektheit von Software sicherzustellen, ist eine der größten Herausforderungen der Informatik. Softwarefehler äußern sich in Programmabstürzen, Blue Screens, Fehlfunktionen oder sicherheitskritischen Lücken. Ein neues, vielversprechendes Verfahren zur Prüfung von Software ist Bounded Model Checking (BMC). BMC erlaubt eine nahezu vollautomatische Prüfung hinsichtlich wichtiger Fehlerklassen wie Speicherzugriffsfehlern oder Bereichsüberläufen. Aber auch funktionale Eigenschaften lassen sich über zusätzlich spezifizierte Vor- und Nachbedingungen prüfen.

Im Rahmen eines RiSC-Projektes (Research Seed Capital) haben wir mit der Untersuchung einer neuen Form des Bounded Model Checkings begonnen. Dabei verwenden wir verstärkt Compilerbau-Techniken, um eine bessere Skalierbarkeit und einfachere Logikcodierung zu erreichen. Insbesondere verwenden wir das Compiler-Frontend LLVM und starten unsere Verifikation auf der Compiler-Zwischensprache anstatt direkt auf dem Sourcecode. Außerdem haben wir ein hochpräzises logisches Speichermodell für die Programmiersprache C entwickelt, das auch Speicherallokationen mit berücksichtigt. Erste Ergebnisse sind erfolversprechend.

**SAT-Solving***(H. Post, C. Sinz)*

Das aussagenlogische Erfüllbarkeitsproblem (SAT) zählt zu einem der wichtigsten Probleme der theoretischen und angewandten Informatik. Viele kombinatorische Probleme, aber auch Beweise zu Eigenschaften von Hard- und Software, lassen sich auf dieses zurückführen. In den letzten Jahren wurden hinsichtlich Algorithmen, Heuristiken und Implementierungen zum SAT-Problem große Fortschritte erzielt, so dass das Verfahren heute Kernkomponente vieler (industrieller) Software-Werkzeuge in den Bereichen Verifikation, Konfiguration und automatisches Beweisen ist. Um die erreichten Fortschritte in diesem Bereich zu dokumentieren und neue zu stimulieren, finden seit einigen Jahren Vergleichswettkämpfe zwischen Programmen zum SAT-Problem statt.

Im Bereich der Heuristiken zum SAT-Problem haben wir uns darüber hinaus die Technik der „Rapid Random Restarts“ im DPLL-Algorithmus weiter verbessert.

## Entscheidungsverfahren und Beweiskalküle

(O. Tveretina, C. Sinz)

Logische Entscheidungsverfahren spielen eine wichtige Rolle in der Hard- und Softwareverifikation. Als Begründung, warum ein Problem keine Lösung hat, werden Beweise gerne als standardisiertes Instrument verwendet. Möglichst kompakte Beweise zu einer gegebenen Problem Instanz generieren zu können, ist daher von großer Wichtigkeit. Wir untersuchen und vergleichen verschiedene Beweisverfahren, hauptsächlich für die Aussagenlogik, aber auch für stärkere, aber noch entscheidbare Logiken, wie z.B. quantorenfreie Prädikatenlogik mit uninterpretierten Funktionen und Gleichheit. Dabei vergleichen wir verschiedene Entscheidungsverfahren, z.B. binäre Entscheidungsdiagramme (BDDs) und Resolution hinsichtlich Beweiskomplexität

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Beiträge in Zeitschriften:

**Post, H.; Sinz, C.; Küchlin, W.:** Towards automatic software model checking of thousands of Linux modules - a case study with Avinux. *Softw. Test., Verif. Reliab.* 19(2): 155-172, 2009

**Tveretina, O.; Sinz, C.; Zantema, H.:** Ordered Binary Decision Diagrams, Pigeonhole Formulas and Beyond. *Electronic Colloquium on Computational Complexity (ECCC)* 16:87, 2009

#### Beiträge in Tagungsbänden:

**Tveretina, O.; Sinz, C.; Zantema, H.:** An Exponential Lower Bound on OBDD Refutations for Pigeonhole Formulas *ACAC* 2009:13-21

**Post, H.; Sinz, C.:** Proving Functional Equivalence of Two AES Implementations Using Bounded Model Checking. *ICST* 2009:31-40

**Post, H.; Sinz, C.; Merz, F.; Gorges, T.; Kropf, T.:** Linking Functional Requirements and Software Verification. *RE* 2009:295-302

**Sinz, C.; Iser, M.:** Problem-Sensitive Restart Heuristics for the DPLL Procedure. *SAT* 2009:356-362

**Tveretina, O.; Wesselink, W.:** EufDpll - A Tool to Check Satisfiability of Equality Logic Formulas. *FMCSIT 2009, ENTCS* 225:405-420

## Institut für Technische Informatik

Das Institut für Technische Informatik befasst sich mit verschiedensten Themen aus den Bereichen eingebetteter Systeme, Computerarchitekturen und verlässliche Nano-Systeme.

Der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme (CES) befasst sich mit dem Entwurf, der Optimierung und den Architekturen der nächsten Generationen eingebetteter Systeme unter besonderer Berücksichtigung ubiquitärer Systemeigenschaften. Hierbei sind vor allem die Performance sowie der Leistungsverbrauch und deren Tradeoff von entscheidender Bedeutung. Verlässlichkeit spielt dabei mit Hinblick auf zukünftige Technologiegenerationen ebenso eine Schlüsselrolle wie Laufzeitadaptivität.

Der Bereich Rechnerarchitektur und parallele Programmierung (CAPP) befasst sich mit dem Entwurf und der Organisation innovativer Rechnerstrukturen im Hinblick auf zukünftige Multicore- and Manycore-Prozessoren für Hochleistungsrechner 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.

Die Forschungs- und Lehraktivitäten im Bereich Dependable Nano Computing (CDNC) konzentrieren sich vor allem auf die Themen »Test« und »Zuverlässigkeit« in VLSI und in Nanosystemen.

Aktuelle Forschungsthemen sind: Nanocomputing, Entwicklung und Testautomation, Störungs- und Fehlertoleranz in entstehenden Nanotechnologien, Dependable Computing, störungs- und fehlertolerantes Rechnen, System-Biologie, Analyse von komplexen sowie molekularen Pathways bei menschlichen Krankheiten.

### Kontakt

Prof. Dr. J. Henkel  
Tel. 608-46050  
henkel@ikit.edu

Prof. Dr. W. Karl  
Tel. 608-43771  
karl@ikit.edu

Prof. Dr. M. Tahoori  
Tel. 608-47778  
mehdi.tahoori@ikit.edu

## Forschungsbereich

## Institut für Technische Informatik

## Embedded Systems

Leiter:	Prof. Dr. J. Henkel
Sekretariat:	R. Murr-Grobe, M. Scheffel
Akadem. Oberrat:	Dr. F. Feldbusch
Akadem. Mitarbeiter:	W. Ahmed (ab 01.06.2009), Dr. M. A. Al Faruque, Dr. L. Bauer (F), T. Bonny (bis 31.07.2009), T. Ebi, C.-M. Hsieh (ab 01.10.2009), J. Jahn (ab 01.10.2009), S. Kobbe
Zeichnerin:	D. Tautz
Techn. Mitarbeiter:	M. Buchty, E. Kwee-Christoph, L. Stuckert
Stipendiaten:	S. Ali, H. Amrouch, J. Feng (ab 18.02.2009), F. Hameed, N. Iqbal (F), S. Rehman, M. Shafique (F), S. Srouji

**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 allzuferner Zukunft den Einsatz von Multi-Prozessor-Systemen in weit verbreiteten (mobilen) Eingebetteten Systemen ermöglichen wird. Die Herausforderungen sind mannigfaltig und reichen von Architekturen über Entwurfsmethodiken bis 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 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 energiesparende 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>.

## Zur Laufzeit dynamisch anpassbare Eingebettete Prozessoren

(L. Bauer, J. Henkel, M. Shafique)

Anwendungsspezifische Prozessoren (ASIPs) verwenden u.a. dedizierte Hardwarebeschleuniger, um für anvisierte Anwendungsdomänen (z.B. Multimedia) effiziente Ausführungscharakteristika (z.B. Rechenleistung pro Energieeinheit) zu erreichen. Die Klasse der Rekonfigurierbaren Prozessoren erhöht zusätzlich die Flexibilität, indem die Beschleuniger in rekonfigurierbarer Hardware realisiert werden und somit zur Laufzeit ausgetauscht werden können. Dadurch können zur Entwurfszeit noch nicht berücksichtigte Anwendungen nachträglich unterstützt werden und auch für eine einzige Anwendung stehen quasi mehr Hardwarebeschleuniger zur Verfügung (wenn auch nicht alle gleichzeitig) als ohne Rekonfiguration.

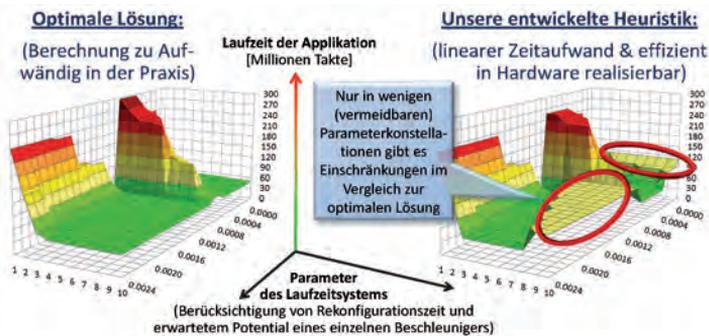


Abb.1: Vergleich der Optimalen Lösung (links) und der von uns entwickelten Heuristik zur Entscheidung, welche Beschleuniger in Hardware angeboten werden

Unsere Forschungsgruppe hat in den letzten Jahren erfolgreich ein neues Konzept für rekonfigurierbare Prozessoren entworfen und erprobt. In diesem Jahr haben wir uns schwerpunktmäßig den herausfordernden Fragen des notwendigen Laufzeitsystems gewidmet. Dieses muss u.a. bestimmen, welcher Beschleuniger zu welchem Zeitpunkt an welcher Stelle der rekonfigurierbaren Hardware geladen werden soll. Zusätzlich müssen die Fragestellungen nach der Rekonfigurationsreihenfolge mehrerer Beschleuniger und der Verdrängung vorhandener Beschleuniger entschieden werden. Diese Entscheidung hat maßgeblichen Einfluss auf die Performanz und die Effizienz. Es gelang uns formal zu beweisen, dass diese Fragestellungen NP-hard sind, weswegen wir angepasste Heuristiken (Abb. 1) zu deren Lösung entwickelt und implementiert haben. Diese wurden auch mit einem DATE Best Paper Award und einem HiPEAC Paper Award ausgezeichnet.

Desweiteren haben wir in diesem Jahr verstärkt unseren Hardware Prototypen (Abb. 2) vorangebracht, um die simulierten Konzepte und Algorithmen auch in der Praxis erproben zu können.

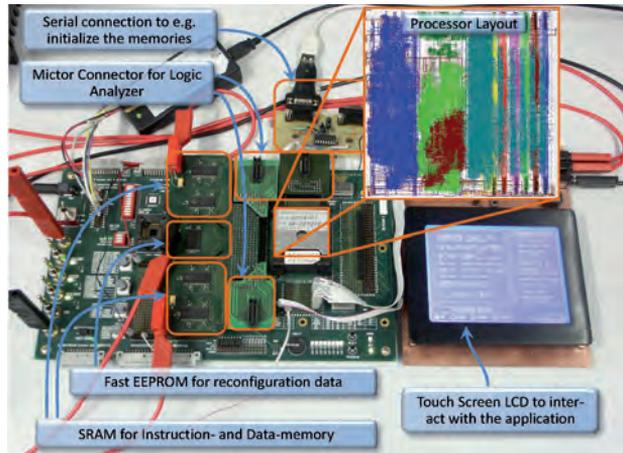


Abb. 2: Hardwareprototyp

## Dynamisch Adaptive Low-Power Eingebettete Multimedia Systeme

(L. Bauer, J. Henkel, M. Shafique)

Die wachsende Komplexität von Multimediaanwendungen und die steigende Nachfrage nach fortschrittlichen Diensten verlangen nach hochperformanten eingebetteten Multimediasystemen. Heutzutage läuft auf komplexen eingebetteten Systemen wie PDAs und Handys eine Vielzahl von Multimediaanwendungen, für die jedoch nur begrenzte Energie- und Flächenressourcen zur Verfügung stehen. Besonders bei sich ändernden Performanz-, Flächen- und Energiebedingungen ist der Entwurf von kostengünstigen und energiebewussten Multimediasystemen eine enorme Herausforderung, die neuartige Entwurfsmethoden und eingebettete Architekturen notwendig machen.

An unserem Lehrstuhl forschen wir an Konzepten für solche Multimediasysteme (bestehend aus Hard- und Software). Der H.264/AVC Video Encoder ist die Schlüsselkomponente von Multimediasystemen und liefert im Vergleich zu MPEG-2 die doppelte Kompressionsrate bei vergleichbarer visueller Qualität, jedoch bei einer ungefähr 10-mal höheren Rechenkomplexität. Wir haben eine optimierte Anwendungsstruktur für den H.264 Video Encoder entwickelt, die für rekonfigurierbare- und anwendungsspezifische Prozessoren vorteilhaft ist. Sie erreicht eine effizientere Hardwareauslastung und bedarfsgerechte Macroblock Interpolation. Das führt zu einer Performanzverbesserung von 2.24x für rekonfigurierbare Prozessoren.

Speziell für H.264/AVC haben wir folgende Komponenten entworfen: eine parallele hochperformante ‚Intra-Frame Prediction‘-Hardware, einen nichtlinearen Ratenkontroller für mehrere Bildtypen der Bildstatistiken und bewegungsbasierte Makroblockpriorisierung verwendet, ein adaptives Reduzierungsschema für die Berechnungskomplexität und ein laufzeitadaptives vorhersagendes Energieverwaltungsschema für energiebewusste Bewegungsvorhersage.

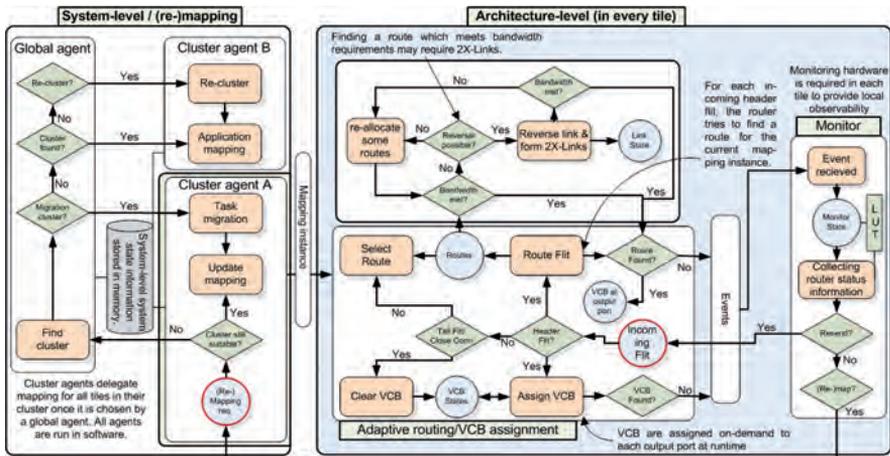
## Networks on Chip Architecture

(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.

Im Rahmen der adaptiven NoC haben wir neuartige, konfigurierbare Links vorgestellt, die ihre Bandbreite zur Laufzeit bei Bedarf anpassen können (2X-Links). Die Leistung dieses Systems haben wir mit Echtzeit-Multimedia-Anwendungen und anhand der E3S Benchmark Suite gemessen. Unsere 2X-Links ermöglichen einen höheren Datendurchsatz von bis zu 36% mit einer durchschnittlichen Verbesserung von 21,3% im Vergleich zu herkömmlichen Vollduplex-Links, wobei Leistungszusagen (Garantien) unter Ausnutzung von nur 50% der sonst benötigten Vollduplex-Verbindungen eingehalten werden können.

Zudem zeigen unsere Untersuchungen, dass der Ausfall einiger Links mit einer Wahrscheinlichkeit von 82,2% ausgeglichen werden kann, wobei diese Ausfälle unter Benutzung herkömmlicher Vollduplex-Links den Systemausfall zur Folge hätten.



## Eine multigranulare rekonfigurierbare Multikern Architektur

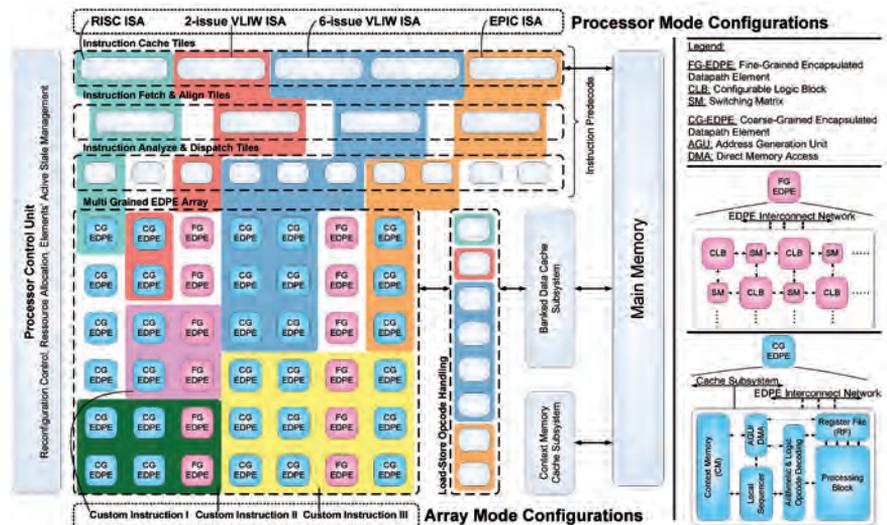
(W. Ahmed, L. Bauer, J. Henkel, M. Shafique)

Heutige domänenspezifische rekonfigurierbare Architekturen sind hauptsächlich dafür entwickelt, die Parallelität auf Befehlssatzebene (ILP) und/oder Datenebene (DLP) zu nutzen, indem Befehlssatzerweiterungen (sog. Custom Instructions, CIs) erzeugt werden. Wenn in einer Anwendung aber wenig ILP/DLP-Potential vorhanden ist, sind diese Architekturen

nicht in der Lage von möglicherweise vorhandener Parallelität auf Thread-Ebene zu profitieren, weil sie keine zusätzlichen Prozessorkerne auf der rekonfigurierbaren Hardware erzeugen können. Außerdem können sie auch den Prozessortyp (z.B. RISC, VLIW etc.) nicht wechseln und es gibt auch keine Architektur, in der grob- und feingranular rekonfigurierbare Hardware eng gekoppelt integriert wird.

An unserem Lehrstuhl forschen wir in Kooperation mit dem Institut für Technik der Informationsarbeitung (Ralf König, Timo Stripf and Prof. Jürgen Becker, ITIV, KIT) an einer neuartigen Architektur, die sich aus einer Vielzahl verschiedener Kacheln zusammensetzt (individuell rekonfigurierbare Hardwaremodule), welche wiederum dynamisch kombiniert werden können, um verschiedene Prozessortypen oder CIs zu realisieren. Zusätzlich erlaubt die Architektur es, ein Feld aus fein- und grobgranularen gekapselten Datenpfadelementen (EDPEs) so zu rekonfigurieren, dass eng gekoppelte multigranulare CIs entstehen, um den vielfältigen Rechenanforderungen von Anwendungen entsprechen zu können. Die Größe und Komposition des EDPE Feldes kann zur Entwurfszeit festgelegt werden. EDPEs können zur Laufzeit zwischen einem Prozessormodus oder einem CI Modus umgeschaltet werden. Im Prozessormodus werden die grobgranularen EDPEs verwendet, um einen Prozessortypen zu realisieren (z.B. RISC oder mehrere EDPEs für VLIW). Im CI Modus werden sowohl grob, als auch feingranulare EDPE kombiniert, um eine aus mehreren von Übersetzern vorbereiteten CI Versionen zu implementieren, die unabhängig von den Ressourcen arbeitet, die für den Prozessormodus benötigt werden.

Wir haben die Durchführbarkeit unserer neuartigen Architektur demonstriert, die anspruchsvolle reale Anwendungen wie AES und H.264 Video Encoder benutzt. Die KHA-RISMA-Architektur zusammen mit einem Softwaregerüst und Laufzeitsystem erzielt im Vergleich zur aktuellen Technik eine höhere Effizienz in nicht vorhersagbaren Szenarien.

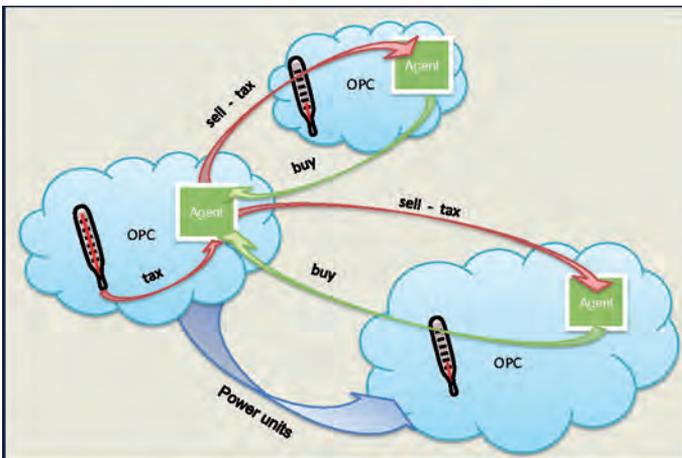


## DodOrg: Digitaler on-demand Rechenorganismus

(T. Ebi, J. Henkel)

Das Ziel des im Rahmen des SPP 1183 "Organic Computing" durchgeführten DodOrg Projekts ist es, Vorgänge aus der Natur zu beobachten, um diese auf ein Multiprozessorsystem zu übertragen. Diese sollen dem System mehr Adaptivität verleihen (self-x properties), was es dem System erlaubt, sich selbständig an verschiedene Begebenheiten anzupassen. Das DodOrg System wird in Zusammenarbeit mit drei anderen Lehrstühlen am Karlsruher Institut für Technologie entwickelt.

Die spezielle Aufgabe unseres Lehrstuhls im DodOrg-System ist, den Energieverbrauch des Systems zu verringern und vor allem über das Multiprozessorsystem abhängig von der Temperaturentwicklung geeignet zu verteilen. Hierfür haben wir eine agenten-basierte Lösung gewählt. Unsere Agenten sind autonome Einheiten, welche sich in jedem Prozessor ("Organic Processing Cell" - OPC) befinden (entweder in Soft- oder auch in Hardware) und für diesen mit benachbarten Agenten verhandeln: welcher Prozessor darf wieviel Energie verbrauchen, um welche Applikationen auszuführen. Ein Agent kann z.B. von den Nachbarn virtuelle Energieeinheiten erwerben, um eine weitere Applikation auszuführen. Der aktuelle Wert einer Energieeinheit richtet sich dabei nach Angebot und Nachfrage und wird modifiziert durch die aktuell gemessenen lokalen Temperaturen. So wird es in Gebieten mit einer hohen Temperatur zunehmend teurer, zusätzliche Energieeinheiten zu bekommen. Der Preis der Energieeinheiten in einem Gebiet beeinflusst wiederum die Zuweisung der Applikationen auf Prozessoren. Somit werden neue Rechenaufgaben bevorzugt den Gebieten zugewiesen, die einen geringen Energieverbrauch und niedrige Temperaturen vorweisen, was dazu führt, dass sich der Energieverbrauch und die dadurch entstehende Temperaturen über das gesamte System verteilen.



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

**Al Faruque, M.; Ebi, T.; Henkel, J.:** Configurable Links for Runtime Adaptive On-chip Communication. In: Proceedings. IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE'09), Nizza, F, 16.-20.04.2009. S. 256-261

**Al Faruque, M.; Henkel, J.:** Runtime Adaptive System-on-Chip Communication Architecture. In: Proceedings. 12th ACM/SIGDA Ph.D. Forum at 46th ACM/EDA/IEEE Design Automation Conference (DAC'09), San Francisco CA, 01.07.2009

**Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.:** Cross-Architectural Design Space Exploration Tool for Reconfigurable Processors. In: Proceedings. IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE'09), Nizza, F, 01.04.2009. S. 1434-1439

**Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.:** MinDeg: A Performance-guided Replacement Policy for Run-time Reconfigurable Accelerators. In: Proceedings. IEEE International Conference on Hardware-Software Codesign and System Synthesis (CODES+ISSS'09), Grenoble, F, 01.10.2009. S. 335-342

**Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.:** RISPP: A Run-time Adaptive Reconfigurable Embedded Processor. In: Proceedings. 12th ACM/SIGDA Ph.D. Forum at 46th ACM/EDA/IEEE Design Automation Conference (DAC'09), San Francisco CA, 01.07.2009

**Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.:** RISPP: A Run-time Adaptive Reconfigurable Embedded Processor. In: Proceedings. IEEE 19th International Conference on Field Programmable Logic and Application (FPL'09), Prag, Czechien, 29.8.-02.09.2009. S. 725-726

**Bonny, T.; Henkel, J.:** LICT: Left-uncompressed Instructions Compression Technique to Improve the Decoding Performance of VLIW Processors. In: Proceedings. 46th ACM/EDA/IEEE Design Automation Conference (DAC'09), San Francisco CA, USA, 01.07.2009. S. 903-906

**Ebi, T.; Al Faruque, M.; Henkel, J.:** TAPE: Thermal-Aware Agent-Based Power Economy for Multi/Many-Core Architectures. In: Proceedings. IEEE/ACM 27th International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD'09), San José CA, USA, 01.11.2009. S. 302-309

**Iqbal, N.; Henkel, J.:** Efficient Constant-time Entropy Decoding for H.264. In: Proceedings. Nizza, F., 16.-20.04.2009. S. 1440-1445

**Shafique, M.; Bauer, L.; Henkel, J.:** A Parallel Approach for High Performance Hardware Design of Intra Prediction in H.264/AVC Video Codec. In: Proceedings. IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE'09), Nizza, F, 01.04.2009. S. 958-963

**Shafique, M.; Bauer, L.; Henkel, J.:** REMiS: Run-time Energy Minimization Scheme in a Reconfigurable Processor with Dynamic Power-Gated Instruction Set. In: Proceedings. IEEE/ACM 27th International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD'09), San José CA, USA, 01.11.2009. S. 55-62

**Shafique, M.; Molkenthin, B.; Henkel, J.:** Non-Linear Rate Control for H.264/AVC Video Encoder with Multiple Picture Types using Image-Statistics and Motion-Based Macroblock Prioritization. In: Proceedings. 16th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'09), Kairo, Ägypten, 01.11.2009. S. 3429-3432

### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Shafique, M.; Bauer, L.; Henkel, J.:** Optimizing the H.264/AVC Video Encoder Application Structure for Reconfigurable and Application-Specific Platforms. In: Journal of Signal Processing Systems (JSPS), Band Special Issue Estimedia, Heft 2009

## Forschungsbereich

**Rechnerarchitektur und  
Parallelverarbeitung****Institut für Technische Informatik**

Leiter:	Prof. Dr. W. Karl
Akadem. Mitarbeiter:	Dr. R. Buchty, D. Kramer (F), O. Mattes (F), F. Nowak, M. Schindewolf (F)

**Übersicht***(W. Karl)*

Der Fokus der Forschung am Lehrstuhl von Professor Wolfgang 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.

**Verwaltung und Nutzung heterogener, rekonfigurierbarer Multicore-Systeme***(R. Buchty, W. Karl, D. Kramer, O. Mattes, F. Nowak)*

Eine Möglichkeit, diese Problematik zu umgehen, ist die Verlagerung der Speicherverwaltung in den Speicher selbst. Hierzu wird der Speicher in mehrere verteilte Module aufgeteilt, die jeweils über eine Komponente zur Selbstverwaltung verfügen. Durch CPU-seitige Integration einer entsprechenden Komponente werden Speicheranforderungen und -zugriffe auf ein leichtgewichtiges Kommunikationsprotokoll abgebildet. Das Zusammenspiel dieser Komponenten ermöglicht die Übersetzung von virtuellen (lokalen) zu physischen Adressen sowie die Zugriffsverwaltung auf für die CPU transparente Weise. Damit wird die Unabhängigkeit vom verwendeten Kommunikationsmedium zwischen Rechen- und Speicherknoten erreicht. Gleichzeitig erfolgt hierdurch eine Abstraktion von Speicheranbindung und -typ. Es ergibt sich somit eine uniforme Speichersicht, in welcher der Speicher lediglich durch seine Größe und Zugriffsgeschwindigkeit bzw. -latenz definiert ist.

Diese Vorgehensweise ermöglicht es, bestehende Systeme mit nur minimalen Hardwareeingriffen in ein sogenanntes SaM-System ("Self-aware Memory") zu überführen und bestehenden Programmcode ohne Anpassung weiterzuverwenden. Anders als bei vergleichbaren Ansätzen sind somit keine neuen Programmiermethoden erforderlich. Die Programmierung mittels Transactional Memory sowie die autonome Selbstoptimierung der Speicherkomponenten wird zusätzlich direkt durch die Hardware unterstützt. Zur Evaluierung des Konzepts existiert sowohl ein Hardwareprototyp als auch eine Simulationsumgebung.

## **Dynamische Laufzeitsysteme zur Unterstützung heterogener Programmausführung**

*(R. Buchty, W. Karl, M. Kicherer, D. Kramer, F. Nowak)*

Multicore-Prozessoren sind mittlerweile fester Bestandteil aktueller Rechensysteme und haben Einkern-Prozessoren weitestgehend verdrängt. Sie bieten speziell im Bereich des Höchstleistungsrechnens prinzipiell eine höhere Rechenleistung bei vergleichbarer Stromaufnahme. Aufgrund ständig steigender Integrationsdichte ist damit zu rechnen, dass sich die Anzahl der auf einem Chip integrierten Prozessorkerne von derzeit zwei bis acht Kernen weiter erhöht. Aufgrund mangelnder Parallelisierbarkeit von Anwendungen kann Leistungssteigerung jedoch nur noch durch schnellere Abarbeitung von feingranularen Funktionen oder grobgranularen Befehlen erreicht werden. Diese kann insbesondere durch die Verwendung dedizierter Hardwareeinheiten erreicht werden.

Um die Problemstellung der Verwendung zu adressieren, wurde am Lehrstuhl von Prof. Karl ein Laufzeitsystem entwickelt, das die Auswahl verschiedener Implementationsalternativen zur Ausführung eines Programms ermöglicht und so ebenfalls die Abbildung von Funktionen auf weitere Hardwareeinheiten neben den konventionellen Prozessoren unterstützt.

Das Laufzeitsystem erlaubt somit die nahtlose Verwendung unterschiedlicher Software- und Hardware-Repräsentationen von kritischen Rechenroutinen, beispielsweise um exakte Berechnungen beschleunigt in Hardware laufen zu lassen und so den Prozessor für andere Aufgaben verfügbar zu haben. Des Weiteren wurde ein System entwickelt, welches die parallele Nutzung von bis zu sechs Funktionseinheiten auf einer koprozessorartigen FPGA-Karte ermöglicht, was durch das Laufzeitsystem besonders nutzbar wird.

Im Zuge der genannten zwei Systeme wurde ein umfangreiches Konzept erstellt, wie diese Systeme zu entwerfen, zu programmieren und zu nutzen sein werden. Hierbei wird besonderer Wert auf Kompatibilität zu existierenden Codebasen und Systemumgebungen gelegt, so dass auch der Mischbetrieb bzw. die sanfte und nahtlose Migration von konventionellen Systemen möglich wird.

## **Grid- und Cloud Computing**

*(W. Karl, D. Kramer)*

Grid-Computing ist eine neue Form des verteilten Rechnens. Im Gegensatz zu klassischen Höchstleistungsrechnern sind die Rechenressourcen im Grid-Computing meist heterogen, lose gekoppelt und über mehrere Standorte verteilt. Zugriff auf die Rechenressourcen des Grids erfolgt über eine Middleware. Problematisch beim Grid-Computing ist, dass keinerlei Garantien über die verteilten Ressourcen zugesichert werden können, beispielsweise kann das Vorhandensein einer bestimmten Bibliothek oder eine bestimmte Rechenleistung nicht garantiert werden.

Eine mögliche Lösung für diese Probleme ist die Verwendung von sogenannten Virtuellen Maschinen (VM). In Kooperation mit dem Institut für wissenschaftliches Rechnen (IWR) KIT Campus Nord wird die Verwendung von virtuellen Maschinen im Grid-Computing untersucht. Diese VMs können gezielt auf die Bedürfnisse der

Anwendung angepasst, beispielsweise indem eine bestimmte Bibliothek installiert wird, und auf mehrere Rechenknoten verteilt werden. Mehrere VMs bilden dabei eine Virtual Distributed Environment (VDE). Die entwickelte Grid Virtualization Engine (GVE) erlaubt nun die Verwendung von mehreren VDEs innerhalb eines Grids. Mittels GVE lassen sich VMs bedarfsweise (on-demand) erstellen, konfigurieren und verteilen. In Verbindung mit dem Hypervisor der Virtuellen Maschinen lassen sich nun auch garantierbare Aussagen über die Leistung machen. Zur einfacheren Verwendung von GVE wurden Web Services entwickelt und implementiert, welche die Überwachung der einzelnen VDEs ermöglichen, sowie ein Workflow-System etabliert.

Aktuelle Forschung beschäftigt sich mit einer Erweiterung des Grid-Computing, dem sogenannten Cloud Computing. Hierbei werden sowohl Rechen- und Speicherressourcen als auch die benötigte Software dem Benutzer als Service angeboten.

### **Laufzeitvorhersage mittels Quellcodeanalyse und Data Mining**

*(W. Karl, D. Kramer)*

Die Vorhersage der Leistung einer Anwendung auf unterschiedlichen Architekturen ist nicht nur bei der Entwicklung moderner Mikroprozessoren von großer Bedeutung. Auch bei der Entwicklung von parallelen Anwendungen ist eine präzise Leistungsvorhersage nötig, um eine korrekte Architekturauswahl treffen zu können. Traditionelle Ansätze verwenden detaillierte Simulations- oder analytische Modelle, um Leistungsaussagen für neue oder bisher nicht existente Architekturen zu bekommen.

Ein Nachteil dieser Ansätze ist aber, dass für neue Anwendungen Laufzeitinformationen auf existierenden Architekturen benötigt werden, um eine Leistungsvorhersage auf weiteren Architekturen durchführen zu können. Im Rahmen einer Kooperation mit dem Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung von Prof. Böhm wird untersucht, ob sich eine Leistungsvorhersage von neuen Anwendungen ohne Laufzeitinformationen durchführen lässt. Hierzu wird der Quellcode von Anwendungen, deren Laufzeiten auf bestimmten Architekturen bekannt sind, analysiert und mehrere Kennwerte extrahiert. Data Mining-Techniken korrelieren die extrahierten Kennwerte mit den zugehörigen Laufzeiten auf den verschiedenen Architekturen und ermöglichen so die Bestimmung derjenigen Architektur, die für die Anwendung die geringste Laufzeit aufweist. Erste Ergebnisse [9] waren vielversprechend, so dass aktuell laufende Arbeiten dieses Konzept zur Vorhersage der Skalierbarkeit von parallelen Anwendungen sowie zur Eingrenzung des Entwurfsraumes bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen anwenden.

### **Unterstützung von Transactional Memory in der GNU Compiler Collection**

*(W. Karl, M. Schindewolf)*

Mit der steigenden Popularität von Multicore-Prozessoren erschließt auch die parallele Programmierung neue Zielgruppen. Während die parallele Programmierung bisher einem kleinen Teil von Experten vorbehalten war, wird sie immer mehr zu einer Massenbewegung. Dies bringt auch neue Herausforderungen mit sich, da das parallele Programmieren mit

sogenannten Locks als besonders anspruchsvoll gilt. Als zukunftsweisendes neues Programmiermodell gilt Transactional Memory, welches dem Programmierer ein einfaches Konstrukt zum Schutz der gemeinsam genutzten Daten an die Hand gibt: die Transaktion. Der Übersetzer und das Laufzeitsystem stellen nun sicher, dass Konflikte zwischen Transaktionen korrekt aufgelöst werden und Transaktionen drei Eigenschaften erfüllen: Atomarität, Konsistenz und Isolation. Mit der Einhaltung dieser Eigenschaften wird es dem Programmierer erleichtert, die Korrektheit seines Programms sicherzustellen.

Es existieren derzeit industrielle Compiler, die Transactional Memory unterstützen, jedoch keine quelloffene Erweiterung eines freien Compiler mit ähnlicher Funktionalität. Um Abhilfe zu leisten, wurde durch den Compilation Platform Cluster des HiPEAC-Netzwerks eine Kooperation mit INRIA Saclay (unter Beteiligung von Albert Cohen) initiiert. Das Ziel hiervon ist eine robuste und erweiterbare Implementierung, die weitere Forschungsarbeiten in diesem Bereich ermöglicht und sich nicht auf ein bestimmtes Programmiermodell (wie z. B. OpenMP) beschränkt. Nach einer Einarbeitungszeit und Definition der Projektziele erfolgte das Erstellen eines Konzeptes, welches auf den GCC zugeschnitten ist.

Der Aufbau der Compilererweiterung wurde veröffentlicht und zeigt die neuen Durchläufe des Compilers (genannt GTM) im Bezug auf Zwischenrepräsentationen des Programms und andere Optimierungsläufe. Außer einigen Modifikationen des Front-Ends sind ein sogenannter expansion pass und ein checkpointing pass hinzugefügt worden. Der erste Durchlauf dient dem Ersetzen von Zugriffen auf gemeinsamen Speicher durch Aufrufe der STM-Bibliotheksfunktionen, während der zweite Durchlauf den Kontrollfluss vervollständigt, der dazu dient, die ursprünglichen Werte von lokalen Variablen wiederherzustellen. Der im Rahmen dieser Kooperation entstandene Code wurde als Patch an den Linux-Distributor RedHat weitergeleitet und dient als Basis für einen neuen, zukünftig von RedHat gepflegten GCC-Zweig.

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

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

**Buchty, R.; Kicherer, M.; Kramer, D.; Karl, W.:** An embrace-and-extend approach to managing the complexity of future heterogeneous systems. In: Proceedings. SAMOS IX, Samos, Griechenland, 01.07.2009. Berlin / Heidelberg: Springer, 2009, S. 226-235, (Lecture Notes in Computer Science; Volume 5657/2009, ISBN 978-3-642-03137-3)

**Buchty, R.; Kramer, D.; Kicherer, M.; Karl, W.:** A Light-Weight Approach to Dynamical Runtime Linking Supporting Heterogenous, Parallel, and Reconfigurable Architectures. In: Proceedings. Architecture of Computing Systems - ARCS 2009, Delft, Niederlande, 01.02.2009. Springer Berlin / Heidelberg, 2009, S. 60-71, (Lecture Notes in Computer Science; Volume 5455, ISBN 978-3-642-00453-7)

**Buchty, R.; Kramer, D.; Nowak, F.; Karl, W.:** A Seamless Virtualization Approach for Transparent Dynamical Function Mapping Targeting Heterogeneous and Reconfigurable Systems. In: Proceedings. Reconfigurable Computing: Architectures, Tools and Applications, Karlsruhe, 01.03.2009. Springer Berlin / Heidelberg, 2009, S. 362-367, (Lecture Notes in Computer Science; Volume 5453/2009, ISBN 978-3-642-00640-1)

**Eichinger, F.; Kramer, D.; Böhm, K.; Karl, W.:** From Source Code to Runtime Behaviour: Software Metrics Help to Select the Computer Architecture. In: Proceedings. 29th BCS SGAI International Conference on Artificial Intelligence, Cambridge, UK, 01.12.2009. Springer London, 2009, S. 363-376

**Kramer, D.; Buchty, R.; Karl, W.:** A Scalable and Decentral Approach to sustained System Monitoring. In: Poster Abstracts: Advanced Computer Architecture and Compilation for Embedded Systems. Hrsg.: Academia Press, Ghent. ACACES 2009, Terrassa, Spain, 01.07.2009. S. 191-194, (ISBN 978-90-382-1467-2)

**Kramer, D.; Vogel, T.; Buchty, R.; Nowak, F.; Karl, W.:** A general purpose HyperTransport-based Application Accelerator Framework. In: Proceedings. Hrsg.: Editor: Holger Fröning, Mondrian Nüssle, Pedro Javier García García. First International Workshop on Hyper Transport Research and Applications (WHTRA 2009), Mannheim, 01.02.2009. S. 30-38, (ISBN 978-3-00-027249-3)

**Mattes, O.; Buchty, R.:** A Universal Framework for Simulating Hierarchical Network Topologies in a Distributed

Memory System. In: Mitteilungen der GI. Hrsg.: Gesellschaft für Informatik e.V.; 22nd PARS Workshop, Parsberg, 4.-05.06.2009. S. 145-148, (Series "Mitteilungen"; Volume 26, ISSN 0177-0454)

**Mattes, O.; Nowak, F.; Buchty, R.; Karl, W.:** Augmenting the Curriculum targeting Hardware-aware System Design. In: Proceedings. Hrsg.: Cadence Design Systems, Inc. Munich. CDNLive! EMEA 2009, München, 18.-20.05.2009. S. 66

**Nowak, F.; Buchty, R.; Kramer, D.; Karl, W.:** Exploiting the HTX-Board as a Coprocessor for Exact Arithmetics. In: Proceedings. Hrsg.: Editor: Holger Fröning, Mondrian Nüssle, Pedro Javier García García. Workshop on HyperTransport Research and Applications (WHTRA 2009), Mannheim, 01.02.2009. S. 20-29, (ISBN 978-3-00-027249-3)

**Schindewolf, M.; Cohen, A.; Karl, W.; Marongiu, A.; Benini, L.:** Towards Transactional Memory Support for GCC. In: Proceedings. GROW '09: First International Workshop on GCC Research Opportunities. Held in conjunction with: the fourth International Conference on High-Performance Embedded Architectures and Compilers (HiPEAC), Paphos, Cyprus, 01.01.2009

**Schindewolf, M.; Karl, W.:** Investigating Compiler Support for Software Transactional Memory. In: Proceedings Poster Abstracts: Advanced Computer Architecture and Compilation for Embedded Systems. Hrsg.: Academia Press, Ghent. ACACES 2009, Terrassa, Spanien, 01.07.2009. S. 89-92, (ISBN 978-90-382-1467-2)

**Institut für Technische Informatik****Forschungsbereich**

Leiter: Prof. Dr. M. B. Tahoori (ab 01.06.2009)  
Sekretärin: M. D. Muscogiuri (ab 01.12.2009)

**Embedded Systems****Dependable Computing***(M. B. Tahoori)*

Radiation-induced soft errors, also called single event upsets (SEUs), are the major reliability threats of VLSI systems at nanoscale. The vulnerability of VLSI systems to soft errors exponentially increases as an unwanted side effect of Moore's law. Failure rates of advanced computing systems due to soft errors are significantly higher than all other reliability mechanisms combined.

FPGAs are widely used in the implementation of high performance information systems. The reliability of the FPGA chips used in the design of such systems plays a critical role in the overall system reliability. We have compared and validated the soft error rate of FPGA-based designs used in the Logical Unit Module board of a commercial information system with the field error rates obtained from actual field failure data. This comparison confirms that our analytical tool is very accurate. It can be used for identifying vulnerable modules within the FPGA for cost-effective reliability improvement.

We have developed a framework to accurately obtain soft error rate (SER) for high-level descriptions in early design stages. We transform the SER problem into equivalent Boolean satisfiability problem and use state-of-the-art SAT-solvers to obtain SER. We have developed an automated flow to convert high-level hardware descriptions into SAT formulations for exact SER computation. The experimental results and comparison with fault simulation show that fault simulations with orders of magnitude run time overhead still result in significantly inaccurate under-estimation of SER values. Unlike fault simulation methods, the presented technique scales well for very large designs.

The vulnerability of processor cores to transient errors grows exponentially with technology scaling. We have developed a methodology to provide low-cost transient error detection and recovery in processor pipelines. Using the approach transient errors can be detected and the processor can recover from the effects without adding additional structures outside the pipeline. In this technique, we use error control coding for detection and correction of error in pipeline stages. We also reuse the hazard detection mechanisms commonly used in modern processor pipelines for efficient error recovery.

We have developed a unified approach to hardware and software availability and performance modeling of information systems containing multiple hardware boards with multicore processors and a multi-level service software. We used a Markov model which considers both hardware and software failures as well as the integrated hierarchical redundancy and recoverability of these systems. The failure parameters are estimated based on

data collected from thousands of operational high performance information systems in the field and the availability and performability values obtained from the presented models are verified with the field data.

### **Dependable Crossbar Nano-Architectures**

*(M. B. Tahoori)*

To avoid the sophisticated and expensive lithographic process, a bottom-up approach utilizes self-assembly for nanofabrication. Examples of such devices are carbon nanotubes and silicon nanowires. Self-assembly processes promise to considerably lower manufacturing costs, but at the expense of reduced control of the exact placement of these devices, resulting in an increased variations and defects. We have been working on efficient defect and fault tolerant techniques for crossbar array nano-architectures to construct a fully integrated design flow enabling low-cost highly-reliable circuit design.

We have developed an application-independent defect tolerant scheme for reconfigurable crossbar array nano-architectures. The main feature of this approach is that the existence and location of defective resources within the nano-fabric are hidden from the entire design flow, resulting in minimum post-fabrication customization per chip and minimum changes to the entire design and synthesis flow. The proposed technique requires extraction of regular yet incomplete defect-free subsets, in contrast to previously proposed complete defect-free subsets. This can greatly reduce the area overhead required for defect tolerance while not sacrificing logic mapping or signal routing capabilities. Extensive simulation results confirm considerable reduction in the area overhead without any negative impact on the usability of modified defect-free subsets.

We have presented a concurrent multiple error detection scheme for multistage crossbar nano-architectures based on dual-rail implementations of logic functions. The detectability of all single faults as well as most classes of multiple faults in this scheme is guaranteed. We have compared the proposed technique with other online error detection and masking techniques such as Triple Module Redundancy (TMR), duplication, and parity checking, in terms of fault coverage as well as area and delay overhead. The results confirm the efficiency of our proposed method.

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

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

**Abdi, A.; Tahoori, M. B.; Emamian, E.:** Identification of Critical Molecules Via Fault Diagnosis Engineering. In: In International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Minneapolis, USA, 3.-06.09.2009. S. 4898 - 4901

**Farazmand, N.; Tahoori, M. B.:** Online Detection of Multiple Faults in Crossbar Nano-architectures Using Dual Rail Implementations. In: IEEE International Symposium on Design and Test of Defect-Tolerant Nanoscale Architectures (NANOARCH). San Francisco, USA, 30.-31.07.2009

**Farazmand, N.; Tahoori, M. B.:** Online Multiple Error Detection in Crossbar Nano-architectures. In: In IEEE International Conference on Computer Design (ICCD). Lake Tahoe, CA, USA, 4.-07.10.2009

**Shazli, S.; Tahoori, M. B.:** Modeling Availability and Performability in High Performance Information Systems. In: North Atlantic Test Workshop. Hopewell Junction, New York, U.S.A., 13.-15.05.2009

**Shazli, S.; Tahoori, M. B.:** Soft error rate computation in early design stages using boolean satisfiability. In: ACM Great Lakes Symposium on VLSI. Boston, USA, 10.-12.05.2009. S. 101-104

**Shazli, S.; Tahoori, M. B.:** Transient Error Detection and Recovery in Processor Pipelines. In: 24th IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerant in VLSI Systems (DFT). Chicago, U.S.A., 7.-09.10.2009

**Tahoori, M. B.:** BISM: built-in self map for hybrid crossbar nano-architectures. In: ACM Great Lakes Symposium on VLSI. Boston, U.S.A., 10.-12.05.2009. S. 153-156

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Tahoori, M. B.:** Low Overhead Defect Tolerance in Crossbar Nano-architectures. In: ACM JOURNAL of Emerging Technologies in Computing (JETC), Band Vol. 5, Heft 2, 2009

**Tahoori, M. B.; Asadi, H.; Mullins, B.; Kaeli, D.:** Obtaining FPGA Soft Error Rate in High Performance Information Systems. In: Elsevier Journal of Microelectronics Reliability, Band Vol. 49, Heft 5, 2009

## Institut für Kryptographie und Sicherheit

Das IKS bearbeitet ein Themenspektrum von Kryptographie und Sicherheit über Computer-Algebra bis hin zu Grundlagen paralleler Systeme.

Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt auf Kryptographie und Sicherheitsforschung. Das Europäische Institut für Systemsicherheit (EISS) bündelt dabei die praktische Umsetzung in Kooperationen mit dem FZI und Industriepartnern. Ein Forschungsthema, das alle Aspekte von der Theorie bis zur praktischen Umsetzung umfasst, sind sichere Wahlverfahren. Das IKS untersucht auch physikalische Aspekte der Sicherheit, z.B. Seitenkanalangriffe und Schlüsselaustauschverfahren auf physikalischer Ebene. Für die Realisierung von sicheren Services erforschen wir die Möglichkeit, auch direkt auf verschlüsselten Daten zu rechnen.

Ein zentrales Thema, das die Forschungsarbeiten überspannt, sind beweisbare Sicherheitsgarantien. Hiermit sind formale Beweise dafür gemeint, dass in einem System innerhalb eines mathematischen Modells keine Angriffe möglich sind. Stimmige Abstraktionen erlauben sogar symbolische und damit maschinenüberprüfbare Sicherheitsbeweise.

Eng verzahnt damit sind symbolische Berechnungen in der Computer-Algebra. Hier werden algebraische Algorithmen und die Integration von CA-Systemen und Beweisern behandelt. Involutions wurden als ein Werkzeug eingeführt, um die Integrität von Systemen von partiellen Differentialgleichungen und Feldtheorien in der Physik zu erforschen.

Techniken der Theorembeweiser lassen sich auf viele Anwendungen übertragen, die von einer Methodik zur Modellierung von kulturellem Denken in den Geisteswissenschaften bis zu probabilistischen Beweisen in der Kryptographie reichen.

Die Untersuchungen zur Parallelverarbeitung beziehen sich auf Grundlagen der Parallelisierbarkeit für verschiedene Varianten paralleler Systeme. Hinzu kommen der Entwurf, die Implementierung und die Evaluierung paralleler Algorithmen. Spezielle Aufmerksamkeit wird dem Gebiet der Zellularautomaten zuteil; diese homogenen Strukturen sind auch physikalisch einfach realisierbar und spielen in zahlreichen Anwendungsgebieten eine Rolle.

### Kontakt

Prof. Dr. J. Müller-Quade  
Tel. 608-44327  
mueller-quade@kit.edu

Jun.-Prof. Dr. D. Hofheinz  
Tel. 608-45271  
Dennis.Hofheinz@kit.edu

Dr. J. Calmet, Prof. i. R.  
Tel. 608-46306  
calmet@ira.uka.de

Prof. Dr. em. R. Vollmar  
Tel. 608-44312  
vollmar@ira.uka.de

**Institut für Kryptographie und Sicherheit**

Forschungsbereich

Leitung:	Dr. J. Müller-Quade (F)
Sekretärin:	C. Manietta
Akadem. Oberrat:	Dr. W. Geiselmann
Akadem. Mitarbeiter:	N. Döttling, C. Henrich, C. Kempka, D. Kraschewski
Systemprogrammierer:	H. Hellmuth
Stipendiat:	A. P. Sobreira de Almeida
Lehrbeauftragter:	Prof. Dr. D. Lazich

**Kryptographie und  
Sicherheit****Bingo Voting***(C. Henrich, J. Müller-Quade)*

Das Projekt Bingo Voting wurde im Jahre 2009 erfolgreich weiter geführt. Eine wichtige Entwicklung ist die Einführung von Hashketten, mit deren Hilfe die beim Wahlvorgang erstellten Belege geschützt werden können, um Angriffe zu verhindern, bei denen der Beleg entwendet wird, um eine Manipulation der entsprechenden Stimme unbemerkt durchführen zu können.

Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung von Bingo Voting ist die Verwendung von modular aufgebauten Wahlmaschinen. Dabei wird die Wahlmaschine aus einzelnen Modulen so aufgebaut, dass die einzelnen Module kooperieren müssen, um das Wahlgeheimnis zu brechen. Wenn die Module von unabhängigen Herstellern bezogen werden, kann damit das Wahlgeheimnis wirksam geschützt werden. Dieser Ansatz wurde im Rahmen einer Studienarbeit untersucht.

**Clear Termination***(D. Kraschewski, J. Müller-Quade)*

Einen Schwerpunkt in der Forschungstätigkeit im Jahr 2009 bildeten Sicherheitseigenschaften, deren Hauptaugenmerk auf dem Einsatz von vertrauenswürdiger Hardware liegt. Dabei stellte sich heraus, dass einige etablierte Sicherheitsbegriffe für Mehrparteien-Berechnungen (insb. sog. "Secure Function Evaluation") z.T. implizite Annahmen enthalten, die im Falle einer Auslagerung von Subalgorithmen an vertrauenswürdige Dritte nicht mehr unbedingt gültig sind. Es konnten sogar entsprechende Sicherheitlücken in bereits vor mehreren Jahren publizierten Protokollen identifiziert werden.

## Compressed Sensing

(N. Döttling, D. Lazich, J. Müller-Quade)

Vor einigen Jahren entstand ein neues Gebiet der Informationstheorie, das so genannte Compressed Sensing, welches einen alternativen Ansatz zur konventionellen Bildaufnahme und Kompression ermöglichte. Dieses Gebiet ist auch unter dem Namen Compressive Sampling bekannt geworden, da es unter bestimmten Voraussetzungen eine verlustfreie Signalabtastung mit Abtastraten weit unter der Nyquist-Grenze erlaubt. Dabei ist die Signalrekonstruktion allerdings aufwendiger als bei der klassischen Abtastung. Statt mit einfachen Techniken wie z.B. NF-Filterung, wird bei Compressive Sampling die Signalrekonstruktion mittels Optimierungsmethoden in L1-Metrik durchgeführt.

Der Einsatz von solchen Optimierungsmethoden hat sich inzwischen explosionsartig in den unterschiedlichsten Bereichen der Angewandten Mathematik ausgebreitet. Diese Untersuchungen sind nicht einfach zu überblicken, da Aspekte verschiedener mathematischer Gebiete zusammenkommen, wie etwa hochdimensionale Geometrie der Euklidischen und Banach Räume, Zufallsmatrizen, lineare und konvexe Programmierung, harmonische Analyse und Kombinatorik.

Beim Einsatz dieser Suchmethoden im Bereich der Kanalcodierung wurden neulich überraschend gute Ergebnisse berichtet. Diese Ergebnisse, die Perspektiven des Ansatzes, sowie die Auswirkungen auf Kryptographie und fehlerkorrigierende Codierung wurden untersucht.

## Kryptoanalyse

(W. Geiselmann, J. Müller-Quade)

Im Rahmen der kryptoanalytischen Untersuchungen konnte am IKS, in Kooperation mit der Florida Atlantic University (USA), eine Spezialhardware entworfen werden, die einen Algorithmus zum Lösen von gewissen Systemen von nichtlinearen Gleichungen um Größenordnungen beschleunigt. Dieses Verfahren zum Lösen von Gleichungen (Multiple Right Hand Side Equations) wurde entwickelt, um algebraische Angriffe auf Blockchiffren durchzuführen und lässt sich hervorragend parallelisieren, wodurch sich der große Vorteil einer Spezialhardware erklärt.

In einer Kooperation mit der Universität Rennes (Frankreich) wurden in den letzten Jahren Schiefpolynomringe untersucht. Bisher konnten dadurch neue fehlerkorrigierende Codes gefunden werden. In diesem Jahr ist es uns gelungen, auf Basis von Schiefpolynomen ein neues Primitiv für einen Public Key Schlüsselaustausch (ähnlich einem Diffie-Hellman Schlüsselaustausch) zu konstruieren.

## Schlüsselaustausch durch physikalische Eigenschaften von Funkkanälen

(N. Döttling, D. Lazich, J. Müller-Quade, A. P. Sobreira de Almeida)

Im abgelaufenen Jahr haben wir im Bereich Physical Layer Cryptography mit der Entwicklung eines Prototypen zur Erzeugung von kryptographischen Schlüsseln aus Funkkanalcharakteristiken begonnen. Dabei wird die Reziprozitätseigenschaft von

Funkkanälen mit Mehrwegausbreitung verwendet, um einen Funkkanal bidirektional zu vermessen. Aus den damit erhaltenen Messungen der Kanalcharakteristik läßt sich durch kryptographische Nachbearbeitung ein geheimer Schlüssel erzeugen. Unser Prototyp verwendet die Software-Defined-Radio Plattform Gnu-Radio mit Hardware Frontends USRP der Generationen 1 und 2. Zur Untersuchung möglicher Schwachstellen des Verfahrens, wie Seitenkanäle durch Rückstrahlung von Empfangsantennen, haben wir in einem Laboratorium der Firma Micronas in Freiburg erste Testmessungen unternommen, so dass wir nun in der Lage sind einen geeigneten Versuchsaufbau zu konstruieren, um den vermuteten Seitenkanal statistisch nachzuweisen.



Die Bilder zeigen einen Versuchsaufbau zum experimentellen Nachweis der Existenz eines Abstrahlungsseitenkanals des von uns implementierten Funkschlüsselaustauschverfahrens. Durchgeführt wurden die Versuche mit einer anechoischen Kammer bei der Firma Micronas in Freiburg.

## Cloud Computing

(C. Henrich, J. Müller-Quade, M. Strefler)

Sicherheit bei Cloud Computing zeichnet sich bisher hauptsächlich durch den Schutz der Communication mit dem Server aus. Ein großes Problem beim Einsatz von Cloud Computing bei sensiblen Daten ist jedoch, dass der Server nicht immer vertrauenswürdig ist und die Daten durch Insiderangriffe gefährdet sind. Aus diesem Grund wurde ein neuer Ansatz für den Schutz von Daten in der Cloud vor den Dienstleistern selbst entwickelt. Die besondere Schwierigkeit beruht darauf, dass Dienstleister in der Cloud die Daten zwar

nicht lesen sollen, aber dennoch Dienste auf den Daten anbieten. Die Arbeit an sicheren Diensten für Cloud Computing geschieht zusammen mit Lehrstuhl von Prof. Reussner.

### **Verlässliche Software für kritische Infrastruktursysteme (VSKI)**

*(J. Müller-Quade, M. Strefler)*

Ein Trend in der Informationsverarbeitung ist die Auslagerung von Diensten. Die Entwicklung von Cloud Computing ermöglicht eine ressourceneffiziente und flexible Datenverarbeitung und die Nutzung von großen Datenspeichern. Allerdings ergeben sich beim Outsourcing von Daten immer Sicherheitsprobleme, da der Dienstanbieter in der Regel sämtliche Daten einsehen kann. Fast alle Sicherheitsmaßnahmen zielen lediglich auf eine Absicherung der Kommunikation, ziehen jedoch nur vertrauenswürdige Anbieter in Betracht. Ein 2009 erfundenes Schema für voll homomorphe Verschlüsselung erlaubt das Ausführen von beliebigen Operationen auf verschlüsselten Daten. Jedoch ist der Mehraufwand enorm, wodurch das Verfahren praktisch nicht anwendbar ist. Deshalb werden in diesem Projekt Lösungen für spezielle Anwendungsfälle erarbeitet, die eine praxistaugliche Effizienz besitzen. Weiterhin werden die nur schlecht verstandenen Auffassungen von Sicherheit zu einem sinnvollen Sicherheitsbegriff weiterentwickelt.

### **Sicherheitsanalyse**

*(D. Kraschewski, J. Müller-Quade)*

Im Auftrag der Gemeinnützigen Herti-Stiftung in Frankfurt a.M. wurde im Frühjahr 2009 ein umfassendes Gutachten für die dort eingesetzten Protokolle zur Überweisung von Stiftungsgeldern (mit z.T. erheblichem Betrag) erstellt. Ein besonderer Schwerpunkt lag dabei auf der Untersuchung auf mögliche Schwachstellen, die durch ein ungeeignetes Zusammenspiel (Komposition) der eingesetzten Teilprotokolle entstehen und daher bei einer isolierten Betrachtung der einzelnen Teilprotokolle u.U. nicht sichtbar werden. Im Rahmen des Gutachtens konnte maßgeblich daran mitgewirkt werden, die Sicherheit der Überweisungen von Stiftungsgeldern der Herti-Stiftung zu verbessern.

### **BMBF-Projekt: SumoDacs**

*(C. Kempka, J. Müller-Quade)*

In dem BMBF-Projekt SumoDacs arbeitet das IKS zusammen mit dem AIFB (KIT), der WIBU-Systems AG und der CAS Software AG an der Entwicklung einer Architektur für den sicheren Zugriff auf Unternehmensdaten mit mobilen Endgeräten. Dabei wird ein spezielles Hardware-Token verwendet, welches bereits in verschiedenen für mobile Anwendungen geeigneten Bauformen zur Verfügung steht. Über ein auf kontextsensitiven Rollen aufbauendes Berechtigungssystem soll eine flexible und feingranulare Zugriffskontrolle sowie digitales Rechtemanagement durch Verschlüsselung ermöglicht werden, welche die speziellen Herausforderungen mobiler Anwendungsszenarien erfüllen können. Der wesentliche Beitrag des EISS besteht in der wissenschaftlichen Begleitung und dem Erarbeiten von passenden Sicherheitskonzepten.

**Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:**

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Dowsley, R.; Müller-Quade, J.; Nascimento, A.:** A CCA2 Secure Public Key Encryption Scheme Based on the McEliece Assumptions in the Standard Model. In: CT-RSA 2009. CT-RSA, San Francisco, 20.-24.04.2009. Springer, 2009, S. 240-251, (LNCS; 5473)

**Henrich, C.; Huber, M.; Kempka, C.; Müller-Quade, J.; Strefer, M.:** Towards Secure Cloud Computing. In: International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems. Lyon, 03.-06.11.2009. Springer, 2009, S. 785-786, (LNCS; 5873)

**Künzel, R.; Müller-Quade, J.; Raub, D.:** Secure Computability of Functions in the IT Setting with Dishonest Majority and Applications to Long-Term Security.

In: Theory of Cryptography Conference (TCC). San Francisco, 15.-17.03.2009. Springer, 2009, S. 238-255, (LNCS; 5444)

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Bohli, J.M.; Henrich, C.; Kempka, C.; Müller-Quade, J.:** Enhancing Electronic Voting Machines on the Example of Bingo Voting. In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Band 4, Heft , 2009, S. 747-750

**Hofheinz, D.; Müller-Quade, J.; Unruh, D.:** Polynomial runtime in simulatability definitions. In: Journal of Computer Security, Band 17(5), Heft , 2009, S. 703-735

**Müller-Quade, J.; Renner, R.:** Composability in quantum cryptography. In: New J. Phys., Band 11, Heft , 2009, S. 085006

Forschungsbereich

**Institut für Kryptographie und Sicherheit****Theoretical  
Computer Science**

Leiter:

Prof. Dr. D. Hofheinz (ab 01.12.2009)

## **Beweisbar sichere Public-Key-Verschlüsselung**

*(D. Hofheinz)*

Eines der Hauptanliegen der theoretischen Kryptographie ist die Konstruktion von praktikablen Kryptosystemen, für die beweisbare Sicherheitsgarantien nachgewiesen werden können. In diesem Projekt beschäftigen wir uns mit der Konstruktion von beweisbar sicheren und hocheffizienten Public-Key-Verschlüsselungssystemen. Konkrete Ziele waren die Konstruktion eines Systems, dessen Sicherheit beweisbar auf der Schwierigkeit beruht, große Zahlen in ihre Primteiler zu zerlegen. Im Laufe des Projektes konnten wir hierbei das erste derartige System konstruieren.

Zentral im Projekt ist die Konstruktion von Public-Key-Systemen mit besonderen Sicherheitsmerkmalen. Hierzu zählt etwa Sicherheit gegen einen adaptiven Angreifer (der aktiv Chiffre öffnen lassen darf) und Sicherheit bei Verschlüsselung schlüsselabhängiger Nachrichten (also etwa bei Verschlüsselung des geheimen Schlüssels selbst). Herkömmliche Analysen betrachten etwa den Fall schlüsselabhängiger Nachrichten nicht, obwohl in einigen praxisrelevanten Szenarien (wie dem "Hibernieren" eines Windows-Systems) genau solche Fälle eintreten. Im Laufe des Projektes konnten wir effiziente Systeme angeben, die Sicherheit gegen adaptive Angreifer und schlüsselabhängige Nachrichten garantieren.

## **Automatisierbare Beweise**

*(D. Hofheinz)*

Kryptographische Sicherheitsbeweise für praxisnahe Systeme sind durch ihre schiere Komplexität überaus fehleranfällig. Einen Ausweg bieten maschinengestützte Sicherheitsbeweise. Hierbei wird ein vereinfachter und idealisierter Sicherheitsbeweis durch ein symbolisches Beweissystem automatisch generiert oder zumindest maschinengestützt nachvollzogen. Durch die formale Behandlung werden Beweisfehler nahezu ausgeschlossen; allerdings sind momentan nur vereinfachte Beweise für symbolische Beweissysteme zugänglich. Konkretes Arbeitsziel dieses Projekts ist deshalb die Behandlung der Soundness symbolischer Beweise, also der Zusammenhang zwischen vereinfachten und realistischen Sicherheitsaussagen und -beweisen. Im Verlauf des Projektes konnten wir das erste Soundness-Theorem für eine besonders populäre und gut untersuchte symbolische Vereinfachung realer Protokolle (den applied pi-calculus) angeben.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Backes, M.; Hofheinz, D.; Unruh, D.:** CoSP: A general framework for computational soundness proofs. In: Proc. ACM CCS 2009. Chicago, USA, 9.-13.11.2009. S. 66-78

**Bellare, M.; Hofheinz, D.; Yilek, S.:** Possibility and impossibility results for encryption and commitment secure under selective opening. In: Proc. EUROCRYPT 2009. EUROCRYPT, Köln, Germany, 26.-30.04.2009. Springer, 2009, S. 1-35, (LNCS)

**Hofheinz, D.; Kiltz, E.:** Practical Chosen Ciphertext Secure Encryption from Factoring. In: Proc. EUROCRYPT 2009. EUROCRYPT, Köln, Germany, 26.-30.04.2009. Springer, 2009, S. 315-332, (LNCS)

**Hofheinz, D.; Kiltz, E.:** The Group of Signed Quadratic Residues and Applications. In: Proc. CRYPTO 2009. CRYPTO, Santa-Barbara, 19.-23.08.2009. Springer, 2009, S. 637-653, (LNCS; 5677)

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Hofheinz, D.; Müller-Quade, J.; Unruh, D.:** Polynomial runtime in simulatability definitions. In: Journal of Computer Security, Band 17(5), Heft , 2009, S. 703-735

Forschungsbereich

**Institut für Kryptographie und Sicherheit****Computeralgebra,  
Wissensrepräsentation**

Leiter i.R.:

Prof. Dr. J. Calmet

Stipendiat:

T. Mie

## Computer-Algebra

*(J. Calmet)*

In diesem Jahr lag der Schwerpunkt auf differentieller Algebra. Ein Ziel war es, die Beziehungen der historischen Arbeit des Jacobi zu neueren Ansätzen der französischen Gruppe von Boulier et al. über differentielle Ideale und zu der russischen Gruppe von Kondratova und Pankratiev über Systeme von algebraischen partiellen Differentialgleichungen aufzuzeigen. Jacobi war der letzte Mathematiker, der seine Papiere in Latein geschrieben hat. Die entsprechenden Papiere wurden nie ins Englische übersetzt. Die Arbeit von Boulier et al. wurde nie veröffentlicht, aber sehr oft zitiert. Die russische Arbeit war nur im Original verfügbar. Mit F. Ollivier haben wir beschlossen, einen Sonderband der Zeitschrift AAEC herauszugeben, um die oben angeführten Papiere in englischer Sprache zugänglich zu machen. Neuere Entwicklungen werden in der zweiten Ausgabe erscheinen.

## Abstraktionsbasierte Informationstheorie

*(J. Calmet)*

Ziel dieses Projektes ist es, einen formalen Rahmen zu definieren, der dafür geeignet ist, kulturelle Überlegungen zu betrachten. Er beruht auf Grundsätzen, die in der Integration von Computer-Algebra-Systemen und Theorembeweisern verwendet wurden. Sie werden zu multidisziplinären Aufgaben erweitert, die Systeme zur Entscheidungsfindung werden für die verschiedensten Bereiche wie Soziologie, Jura oder Physik benötigt.

Das übergeordnete Ziel ist es, kulturelle Schlussfolgerungen zu einem Ziel der künstlichen Intelligenz zu machen. Ein erster Schritt ist es, die Machbarkeit zu zeigen.

## Vertrauen und kulturelle Unterschiede

*(J. Calmet)*

Kulturelle Unterschiede sind der Ursprung der offensichtlichen Vertrauens-Probleme in virtuellen Unternehmen oder bei jeder internationalen Zusammenarbeit. Wir entwickeln Werkzeuge, um solche Probleme mit einem Konzept der virtuellen Wissensgemeinschaften, die durch eine Zusammenarbeit mit Pierre Maret in den letzten Jahren eingeführt wurden, zu lösen. Das Ziel des Projektes ist es, ein System für Kunden mit wenig oder gar keinen Kenntnissen der Informationstechnologie umzusetzen. Es muss auf tragbaren Geräten

implementiert werden. Die Architektur basiert auf einem Bottom-up-Ansatz. In der Tat ist Kultur ein so großes und weit verbreitetes Konzept, dass ein Top-down-System schnell sehr groß würde. Vertrauen wird durch die gemeinsame Nutzung und den Austausch von Wissen erreicht, die für einen bestimmten interkulturellen Unterschied relevant sind.

### Probabilistisch überprüfbare Beweise mit effizienten Verifizierern

(T. Mie)

Jede Sprache in NP hat, wie in dieser Arbeit gezeigt wird, einen "probabilistically checkable proof of proximity" (PCPP), den ein Verifizierer durch Lesen konstant vieler Stellen innerhalb einer Laufzeit, die polylogarithmisch in der Eingabe ist, überprüfen kann und dessen Länge lediglich um einen polylogarithmischen Faktor länger als die eines entsprechenden klassischen Beweises ist. Bislang waren derart kurze Beweise lediglich mittels Lesens einer polylogarithmischen Anzahl von Stellen laufzeit-effizient überprüfbar.

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

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

**Calmet, J.:** Abstraction-Based Information Technology: A Framework for Open Mechanized Reasoning, Proceedings of Conference on Intelligent Computer Mathematics, Springer LNCS 5625 2009, S. 14-26

**Calmet, J.; maret, P.; Schneider, M.:** Mechanized Cultural Differences as a Tool to Assess Trust in Virtual Enterprises. Workshop on Web Intelligence and Virtual Enterprise (WIVE'09). CD-Rom proceedings of the 10th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2009, Thessaloniki, Greece 2009

##### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Calmet, J.; Maret, P. (guest editors):** Special issue of IJCSA, Vol. 6, No. 2, 2009

**Calmet, J.; Ollivier, F. (guest editors):** Special issue "Jacobi's Legacy", AAEC Vol. 20, No. 1, 2009

**Calmet, J.; Sorge, V. (guest editors):** Selected papers from AISC 2008. Special issue AMAI. Volume 56(1), 2009

**Maret, P.; Calmet, J.:** Agent-based knowledge communities, International Journal of Computer Science and Applications, Vol. 6, No. 2, S. 1-18, 2009



## Institut für Anthropomatik

Der Begriff »Anthropomatik« kennzeichnet ein Forschungsgebiet, das sich mit menschenzentrierten Themen beschäftigt, mit dem Ziel der Erforschung und Entwicklung menschengerechter Systeme mit Mitteln der Informatik.

Voraussetzung dafür ist ein grundlegendes Verständnis und die Modellierung des Menschen, z.B. bezüglich seiner Anatomie, seiner Motorik, seiner Wahrnehmung und Informationsverarbeitung und seines Verhaltens. Wichtige Themen am Institut sind die multimodale Interaktion von Menschen mit technischen Systemen, Humanoide Roboter, Sprachverstehen, Bildverstehen, Lernen, Erkennen und Verstehen von Situationen, Generierung von Erfahrungswissen, Gedächtnisausprägung, Emotionen, Biosignalverarbeitung und Sensordatenverarbeitung in Sensornetzen.

### Kontakt

Prof. Dr. J. Beyerer  
Tel. 608-45911  
juergen.beyerer@iitb.fraunhofer.de

Prof. Dr. R. Dillmann  
Tel. 608-43846  
ruediger.dillmann@kit.edu

Prof. Dr. U. D. Hanebeck  
Tel. 608-43909  
uwe.hanebeck@kit.edu

Prof. Dr. T. Schultz  
Tel. 608-46300  
tanja.schultz@kit.edu

Prof. Dr. A. Waibel  
Tel. 608-44730  
waibel@ira.uka.de

Prof. Dr. R. Stiefelhagen  
Tel. 608-46385  
rainer.stiefelhagen@kit.edu

Prof. Dr. J. M. Zöllner  
Tel. 0721/9654-351  
maria.zoellner@kit.edu

Prof. em. Dr. H.-H. Nagel  
Tel.: 608-44323  
nagel@iaks.uni-karlsruhe.de

Dr. A. Wörner  
Tel. 608-8427  
woerner@ira.uka.de

## Forschungsbereich

## Institut für Anthropomatik

**Interaktive  
Echtzeitsysteme**

Leiter:	Prof. Dr. J. Beyerer
Sekretariat:	G. Gross
Akadem. Mitarbeiter:	T. Bader (F), A. Belkin, T. Emter (F), Y. Fischer (ab 15.06.2009), C. Frese (F), I. Gheta (F), M. Grafmüller (ab 01.01.2009), M. Grinberg (F), R. Gruna, B. Kühn, T. Machmer (bis 31.12.2009), M. Mai (F), J. Sander (F), M. Schleipen (F), A. Swerdlow, M. Teutsch (ab 14.09.2009), H.-H. Vagts, S. Werling, P. Woock (ab 01.07.2009)
Gastwissenschaftler:	Dr. M. Heizmann (bis 30.04.2009), Dr. M. Huber (F, ab 01.06.2009)
Lehrbeauftragter:	Dr. J. Geisler

**Bildfusion von kombinierten Stereo- und Spektralserien**

(J. Beyerer, I. Gheta, M. Heizmann)

Am Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme wurde in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildverarbeitung IOSB ein Kamera-Array entwickelt, das zur Erfassung von multivariaten Bildserien geeignet ist. Es besteht aus neun Kameras mit schmalbandigen Interferenzfiltern, die in einer 3x3-Matrix angeordnet sind.

Ein Beispiel für multivariate Bildserien sind kombinierte Stereo- und Spektralserien. Diese können gleichzeitig mit dem Kamera-Array aufgenommen werden, so dass die Bilder der Serie neben spektraler Information auch die aus dem Stereoeffekt resultierende Tiefeninformation enthalten. Der Stereoeffekt verursacht in Kombination mit den unterschiedlichen Spektralbereichen der Bilder Schwierigkeiten für Standardalgorithmen, da korrespondierende Bildbereiche in den Bildern meist unterschiedliche Intensitäten aufweisen. Der hier gewählte Registrierungsansatz verwendet als robuste Merkmale Regionen, deren Größe und Gestalt in den Bildern der Serie weitgehend konstant sind. Die registrierten Bilder können als reine Spektralserie interpretiert und entsprechend fusioniert werden. Ein möglicher Anwendungsbereich für derartige Kamera-Arrays ist die Materialklassifikation.



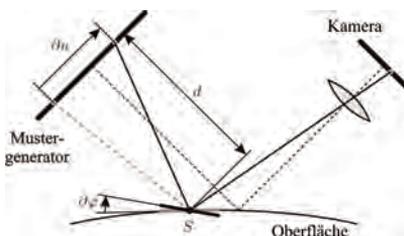
*Oben: Von einer RGB-Kamera aufgenommenes Bild der Szene. Links: Tiefenrekonstruktion durch Fusion der Spektral- und Stereoserie. Die Skala zeigt die relative Entfernung in mm. Rechts: Falschfarbendarstellung als Ergebnis der Spektralfusion.*

### Automatische Sichtprüfung spiegelnder Objekte

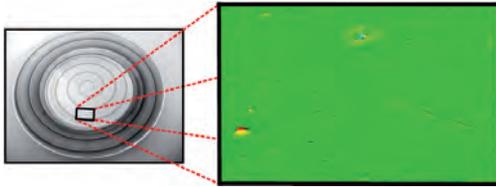
*(J. Beyerer, M. Heizmann, M. Mai, S. Werling)*

Die automatische Inspektion von Oberflächen hat in der Industrie eine große Bedeutung erlangt. Während bei matten Oberflächen bereits effektive Verfahren im Einsatz sind, stellen spiegelnde Oberflächen aufgrund ihrer nicht diffusen Reflexion eine Herausforderung dar; anstelle der Oberfläche sieht der Beobachter das Spiegelbild der Umgebung. Die Deflektometrie nutzt die spiegelnde Reflexion und ist somit für solche Oberflächen prädestiniert. Am Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme werden verschiedene Aspekte der Deflektometrie genauer behandelt:

1. Die Rekonstruktion der Oberfläche ist durch die Struktur des Problems mehrdeutig. Zur Regularisierung dieses inversen Problems werden unterschiedliche mathematische Ansätze untersucht.
2. Komplex geformte Oberflächen stellen eine besondere Herausforderung für die deflektometrische Bilderfassung dar. Hierzu werden Strategien erforscht, wie die deflektometrische Sensorik durch Industrieroboter zu einem leistungsfähigen Gesamtsystem ergänzt werden kann.
3. Für die Inspektion von technischen Oberflächen ist die robuste Merkmalsgewinnung aus deflektometrischen Daten von Bedeutung. Dazu werden Methoden der Bildverarbeitung und Mustererkennung erforscht, die für solche Aufgabenstellungen sinnvolle Ergebnisse liefern.



*Deflektometrisches Messprinzip*

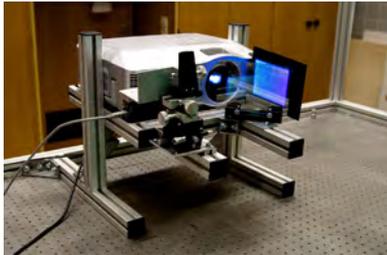


In der deflektometrische Auswertung des Prüfobjekts (Teller) sind Defekte, etwa kleine Krater in der Glasur, leicht zu detektieren.

## Aktive Beleuchtungssysteme in der automatischen Sichtprüfung

(J. Beyerer, R. Gruna)

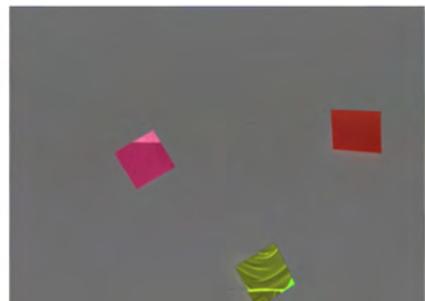
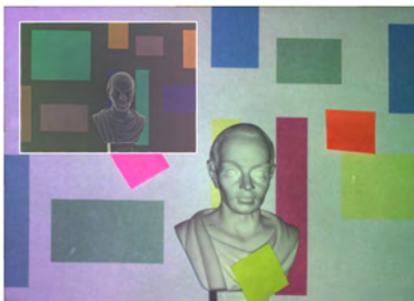
Neben der Aufnahmeoptik spielt die Beleuchtung eine zentrale Rolle bei der Bilddatengewinnung für die automatische Sichtprüfung. Geeignete Beleuchtungsparameter ermöglichen die Extraktion robuster Merkmale aus Bildern und Bildserien und können so die Mustererkennung und Bildauswertung effizienter gestalten. Wie dabei systematisch Parameter gewählt werden können, um aussagekräftige Informationen über ein Prüfobjekt zu gewinnen, ist ein aktuelles Forschungsgebiet des maschinellen Sehens.



Projektor-Kamera-System

In Zusammenarbeit mit der Abteilung Sichtprüfsysteme des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB werden programmierbare Beleuchtungssysteme entwickelt und untersucht, die eine variable Bildgewinnung- und verarbeitung mit verschiedenen Beleuchtungsparametern ermöglichen. Als Lichtquelle dienen hier digitale Videoprojektoren, deren emittiertes Lichtfeld

durch Kopplung mit einer Kamera zu einem Projektor-Kamera-System rechnergesteuert kontrolliert werden kann. Durch ein angepasstes Lichtfeld lässt sich die Beleuchtung einer Szene derart verändern, dass der Sollzustand der zu prüfenden Szene "neutralisiert" wird. Durch diese inverse Beleuchtung treten Abweichungen von der Szene besonders deutlich hervor und können effizient detektiert werden.



Links: Szene mit inverser Beleuchtung. Rechts: Anomalien treten deutlich hervor.

## Wissensbasierte Zeichenerkennung mit Smart Cameras

(J. Beyerer, M. Grafmüller)

Da auch in der Industrie die Zeichenerkennung immer mehr an Bedeutung gewinnt, steigt das Interesse an sog. Smart Cameras. Diese ermöglichen neben der Erfassung der Zeichen auch deren Auswertung. Anwendung finden diese Kameras vor allem in der Verpackungs- und Automobilindustrie zum Lesen von z. B. Seriennummern oder Verfallsdaten. Da sämtliche Berechnungen in der Kamera ablaufen, sind externe Rechnersysteme weitgehend überflüssig. Dies reduziert die Kosten und spart Platz.

Im Rahmen dieses Projekts werden Lokalisationsverfahren zum Auffinden von Textregionen in Bildern untersucht. Zudem werden Segmentierungsverfahren betrachtet, um einzelne Zeichen aus den Textregionen zu extrahieren. Für eine robuste Klassifikation spielt neben der Betrachtung passender Merkmale vor allem die Untersuchung und Auswahl geeigneter Klassifikatoren eine zentrale Rolle. Darüber hinaus sollen durch Plausibilitätsprüfungen mögliche Fehler bei der Klassifikation aufgedeckt und gegebenenfalls korrigiert werden. Wichtig ist bei all diesen Teilaufgaben, dass die Randbedingungen, die durch die Kamera und deren Anwendung gegeben sind, z.B. begrenzte Speicher- und Rechenleistung sowie Echtzeitfähigkeit, mitberücksichtigt werden.



Smart Camera zur Erkennung und Auswertung von Zeichen.

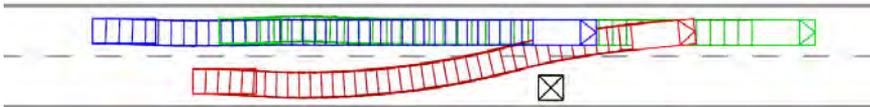
## Verteilte Kooperation kognitiver Automobile (SFB/TR 28 Teilprojekt B3)

(J. Beyerer, C. Frese)

Die heutige Kommunikationstechnik ermöglicht die drahtlose Kommunikation zwischen mehreren Fahrzeugen. Dies eröffnet ein Potenzial für kooperative Sicherheitssysteme im Straßenverkehr. Das Teilprojekt B3 des Sonderforschungsbereichs "Kognitive Automobile" erforscht ein Konzept für das kooperative Verhalten mehrerer Fahrzeuge in Gefahrensituationen. Kognitive Automobile, die mit Sensoren und Funkkommunikation ausgestattet sind, organisieren sich selbständig in kooperativen Gruppen. Jede Gruppe erstellt ein gemeinsames Lagebild, das die relevante Information über die aktuelle Verkehrssituation beinhaltet und als Grundlage für die Situationsbewertung dient.

Sobald eine Gefahr erkannt wird, berechnet die Gruppe ein kooperatives Fahrmanöver, das anschließend von den Einzelfahrzeugen ausgeführt wird. Die große Anzahl möglicher Handlungskombinationen erschwert eine effiziente kooperative Planung. Methoden zur kooperativen Verhaltensplanung müssen die spezielle Struktur des Problems ausnutzen, um

eine effiziente Entscheidungsfindung ohne wesentliche Einschränkung der Lösungsvielfalt zu ermöglichen. Am Lehrstuhl wurden mehrere effiziente Algorithmen zur Planung kooperativer Fahrmanöver entwickelt und in einem umfangreichen Simulationssystem untersucht.

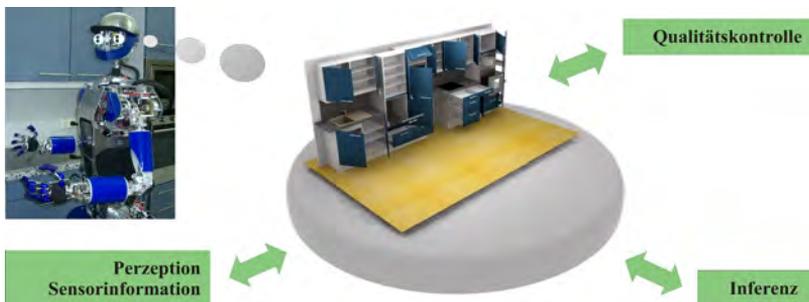


Beispiel eines kooperativen Fahrmanövers bei einem unerwarteten Hindernis.

### Szenen- und Situationsmodellierung für autonome Systeme (SFB 588 Teilprojekt M2)

(A. Belkin, J. Beyerer, I. Gheta, M. Heizmann)

Im Sonderforschungsbereich SFB 588 "Humanoide Roboter - Lernende und Kooperierende multimodale Roboter" werden Konzepte, Methoden und konkrete mechatronische Komponenten für einen humanoiden Roboter entwickelt, der seinen Arbeitsbereich mit dem Menschen teilt. Damit das Robotersystem dem Menschen ein hilfreicher Assistent im Alltag sein kann, muss es über viele komplexe Fähigkeiten und Eigenschaften verfügen, etwa über vielfältige kognitive Prozesse oder ein konsistentes Gedächtnis. Im Rahmen des Teilprojekts M2 wird ein objektorientiertes Gesamtmodell der Umwelt für den humanoiden Roboter aufgebaut. Das Umweltmodell übernimmt dabei eine zentrale Komponente des Robotersystems und sichert ihm zusammen mit anderen kognitiven Prozessen wie etwa Perzeption, Kognition oder Prädiktion ein permanentes Bild seiner Umgebung. Zu diesem Zweck ist das Umweltmodell mit Schnittstellen zu allen relevanten kognitiven Prozessen des Roboters zu versehen und soll als echtzeitfähige Informationsdrehscheibe für alle Systemkomponenten dienen. Anschaulich gesprochen kann das Umweltmodell als ein digitaler Sandkasten angesehen werden, der virtuelle Stellvertreter realer Objekte der Umwelt enthält und dem Roboter damit die Möglichkeit bietet, einen Überblick über das aktuelle Geschehen zu gewinnen.



Humanoide Roboter ARMAR-III des SFBs 588 und beispielhaftes Umweltmodell einer Küche.

3

## Perzeption und Exploration für humanoide Roboter (SFB 588 Teilprojekt P2)

(J. Beyerer, K. Kroschel, B. Kühn, T. Machmer, A. Swerdlow)

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 588 "Humanoide Roboter - Lernende und kooperative multimodale Roboter" entsteht am Karlsruher Institut für Technologie ein humanoider Roboter. Das Teilprojekt P2 beschäftigt sich dabei mit der Erforschung der multimodalen Perzeption - mittels zwei Stereokameras und einem Mikrofonarray - sowie der auftrags- und kontextbasierten Exploration von bekannten und unbekanntem Objekten (Personen und Gegenständen). Zur Laufzeit generierte Information über die Umgebung eines



Roboterkopf ausgestattet mit Stereokameras und Mikrofonarray

Roboters werden u. a. mit a-priori-Wissen, sowie Information aus der Interaktion mit dem Menschen fusioniert und bedarfs- sowie aufgabenorientiert ausgewertet. Sämtliche Information wird hierbei mit einem Grad des Dafürhaltens (degree-of-belief) bewertet und im Umweltmodell (Teilprojekt M2) abgelegt. Es entstand ein System zur opto-akustischen Szenenanalyse (OPASCA), welches die zuvor genannten Aspekte zur Perzeption und Exploration abbildet. Insbesondere die Fusion von multimodalen Sensorinformationen, wodurch eine Verbesserung der Ergebnisse von Objektklassifikation erreicht wird, aber auch die Generierung von multimodalen Signaturen, welche eine spätere Wiedererkennung von bereits erfassten Objekten ermöglichen, sind wichtige Meilensteine für

die Exploration der Umwelt eines Roboters.

## Lokalisierung und Kartierung für mobile Roboter

(J. Beyerer, T. Emter)

Für die autonome Navigation ist entscheidend, dass sich ein mobiler Roboter in seiner Umgebung lokalisieren kann. Dazu können bei gegebener Ausgangsposition inkrementell Radumdrehungen gemessen werden (Odometrie), wobei jedoch die Unsicherheit mit der zurückgelegten Wegstrecke zunimmt. Im Gegensatz dazu ist z.B. der maximale Fehler in der GPS-Position begrenzt, kann aber durch Reflexionen der Satellitensignale lokal stark

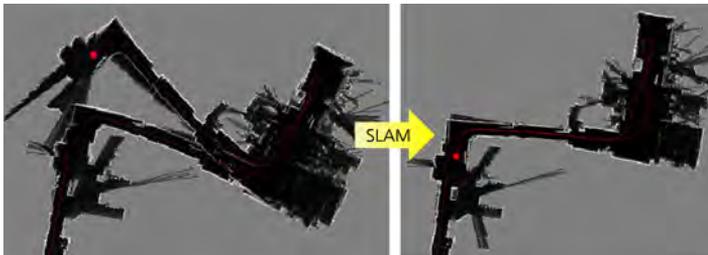
OPASCA System:  
Objektklassifikation durch  
Fusion multimodaler  
Sensorinformation



variieren. Mittels einer Multi-Sensor-Fusion ist hier eine deutliche Verbesserung zu erzielen.

Des Weiteren kann sich der Roboter mittels seiner Sensoren in einer Karte lokalisieren. Diese Karte erstellt der Roboter bei einer Explorationsfahrt inkrementell selbst, während er sich in dem bereits erstellten Teil der Karte lokalisiert. Problematisch sind dabei ebenfalls die fehlerbehafteten Messungen: Bereits die Lokalisierung ist ungenau, was wiederum zu Unsicherheiten in der Karte führt und umgekehrt. Die Fehler in den Sensormessungen und deren Abhängigkeiten voneinander lassen sich mit stochastischen SLAM-Algorithmen berücksichtigen, womit die Unsicherheiten bei mehrmaligen Beobachtungen reduziert werden können.

Die Arbeiten werden in Kooperation mit der Abteilung Mess-, Regelungs- und Diagnosesysteme (MRD) des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB durchgeführt.



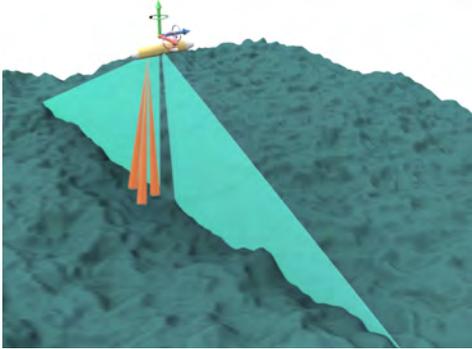
Links: rein odometrische Lokalisierung

Rechts: SLAM

## Navigation von Unterwasserfahrzeugen

(J. Beyerer, P. Woock)

Maritime Technologien werden in Zukunft eine entscheidende wirtschaftliche und wissenschaftliche Rolle spielen, wobei der Tiefsee eine wesentliche Bedeutung zukommt. Mit den allgemein steigenden Rohstoffbeschaffungskosten erhöht sich die Attraktivität von Tiefseelagerstätten. Deren Erschließung erfordert die Erkundung und Vermessung (Exploration), ihr Betrieb benötigt eine regelmäßige Überwachung (Inspektion). In enger Kooperation mit dem Fraunhofer IOSB wird im Projekt TIETeK ein Demonstrator eines autonomen Unterwasserfahrzeugs (autonomous underwater vehicle, AUV) entwickelt, der in der Tiefsee (ca. 6000m Wassertiefe) den Meeresgrund erforschen soll. Dazu wird die Oberfläche des Meeresbodens mit einem Sidescan-Sonar abgetastet. Aus diesen Sonardaten lassen sich dreidimensionale Landmarken gewinnen, so dass durch Sensorfusion mit der an Bord vorhandenen Inertialsensorik die Erstellung einer Karte des Meeresbodens ermöglicht wird. Das AUV kann sich gleichzeitig in dieser Karte lokalisieren, um Navigationsaufgaben - etwa zur Erkundung eines bestimmten Areals - zuverlässig ausführen zu können. Dies wird mithilfe eines SLAM-Verfahrens (simultaneous localization and mapping) erreicht.



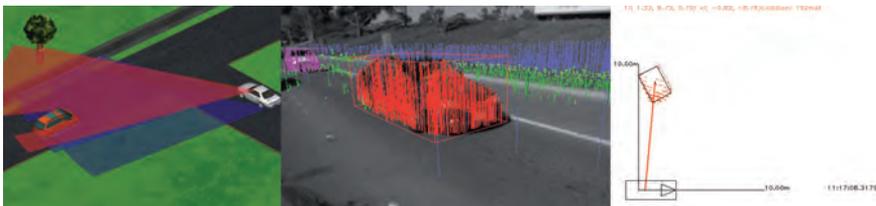
Abtastung des Meeresgrunds mittels Sidescan-Sonar

Besondere Herausforderungen sind die Mehrdeutigkeit der Sonardaten und die Armut des Meeresbodens an Landmarken, die eindeutig wiedererkannt werden können.

### Bildverarbeitung für autonome Systeme

(J. Beyerer, M. Grinberg, D. Willersinn)

Bildauswertung spielt im Bereich der Fahrerassistenz eine immer größere Rolle. Bildgestützte Objekterkennung und -verfolgung ermöglichen dabei eine Einschätzung der Situation und Reaktion des Fahrzeugs, die Unfälle vermeiden oder reduzieren kann. Für die Realisierung der Bildverarbeitungskomponenten für die nach vorne schauende Sensorik, vor allem wenn diese für Autobahnfahrten eingesetzt werden soll, können viele vereinfachende Annahmen getroffen werden. Diese gelten nicht mehr, wenn das System im urbanen Bereich eingesetzt wird. Insbesondere ergeben sich bei einem zur Seite schauenden System viele Schwierigkeiten, die eine Verwendung von Standardverfahren ausschließen. Aktuelle Forschungsthemen liegen auf dem Bereich der robusten Objektdetektion und Verfolgung in urbanen Multiobjekt-Szenarien, die eine zuverlässige Szenenanalyse auch unter erschwerten Bedingungen der Seitensicht erlauben. Die Arbeit wird in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Abteilung Autonome Systeme und Maschinensehen (ASM) des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB durchgeführt.



Links: Sichtfeld der Sensorik. Mitte: Ergebnisse der Objekterkennung im Kamerabild. Rechts: Kollisionsvorhersage (Vogelperspektive).

## Multimodale Display-übergreifende Interaktion

(T. Bader, J. Beyerer)

Im Zuge des zunehmenden Informationsangebots wird in vielen Anwendungsbereichen die Datenvisualisierung auf immer mehr und großflächigere Anzeigen räumlich verteilt. Beispiele hierfür sind Lagezentren, industrielle Leitwarten oder Besprechungsräume, in denen unterschiedliche Informationskanäle zusammen fließen und mehreren Menschen interaktiv zur Verfügung gestellt werden.

Herkömmliche Eingabegeräte wie Maus und Tastatur sind für die Interaktion in solchen Interaktionsräumen ungeeignet. Einerseits ist die Erfassung von Eingaben meist auf einen Benutzer beschränkt, andererseits lassen sich meist nur speziell angeordnete Anzeigen (z. B. Doppelmonitorsysteme) damit gut bedienen. Mit dem Ziel einer ergonomisch guten Interaktion in verteilten Displayumgebungen u. U. durch mehrere Benutzer gleichzeitig, werden in diesem Projekt geeignete neuartige Eingabegeräte und -techniken entwickelt.

Im Vordergrund steht hierbei die Untersuchung multimodaler Interaktionstechniken, die sowohl eine natürliche direkte Interaktion mit Objekten im Greifraum des Benutzers, als auch eine schnelle und ermüdungsarme Interaktion mit räumlich entfernten Objekten ermöglichen.

Das Thema wird in enger Kooperation mit der Abteilung Interaktive Analyse und Diagnose (IAD) des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB durchgeführt.



Beispiel einer Multi-Display Umgebung

## Lokale Ansätze zur Bayes'schen Informationsfusion

(T. Bader, M. Heizmann, M. Huber, J. Sander)

Durch lokale Ansätze lässt sich die Komplexität Bayes'scher Verfahren zur Informationsfusion deutlich reduzieren. Der Grundgedanke dabei ist, Bayes'sche Fusion nicht global über das ganze Interessengebiet vorzunehmen, sondern nur lokal in denjenigen Bereichen, in denen sich potentiell Aufgabenrelevantes abspielt.

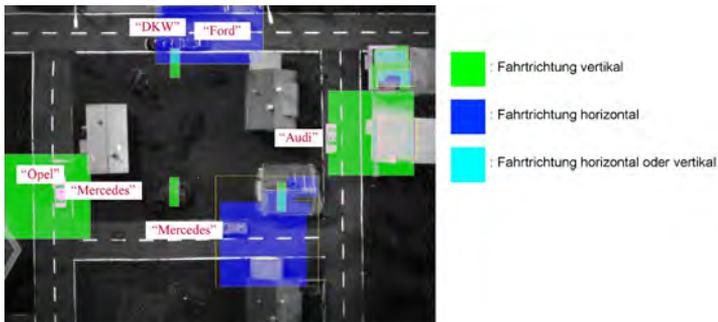
Die Umsetzbarkeit lokaler Bayes'scher Fusionsverfahren wurde theoretisch und in der Praxis gezeigt. Zur theoretischen Validierung wurden probabilistische Fehlerschranken, informationstheoretische Kriterien und Wahrscheinlichkeitsintervallschemata entwickelt.

Im abgebildeten Beispiel wurden Vorwissen in Form einer Straßenkarte, drei Spektralbilder sowie die Aussage eines menschlichen Beobachters fusioniert, um mittels einer qualitativen Analyse in der vorgegebenen Szene (Landschaftmodell, Maßstab 1:160) Typ und Position der vorhandenen Fahrzeuge zu bestimmen. Durch Einnahme eines lokalen Standpunktes konnte die eigentliche Bayes'sche Fusion auf die eingefärbten Bereiche

konzentriert werden. Alle Fahrzeuge wurden korrekt detektiert und klassifiziert. Fehldetektionen traten nicht auf.

Dieses Thema wird in enger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB bearbeitet.

Beispiel zur  
lokalen  
Bayes'schen  
Informations-  
fusion



## Privatheit und Sicherheit in intelligenten Überwachungssystemen

(J. Beyerer, H.-H. Vagts)

Durch den technischen Fortschritt gerät das Grundrecht auf Wahrung der Privatsphäre mehr und mehr unter Druck. Datenschutz in seiner ursprünglichen Form existiert schon jetzt nicht mehr und innovative Lösungen zur Wahrung der Privatsphäre sind gefordert.

Ziel der Arbeit ist, ein Maximum an Funktionalität und Privatheit in aktuellen und zukünftigen Sicherheitslösungen garantieren zu können. Ausgehend vom Gedanken, dass jegliche Information potentiell verfügbar ist, werden Lösungen zur Datenerhebung, Verwaltung und Repräsentation erarbeitet, die unumgängliche Mechanismen zur Sicherstellung der Privatheit bereitstellen. Neue technische Möglichkeiten werden genutzt, um ein Niveau an Privatheit zu erreichen, das klassische Anlagen nicht erzielen können. Dabei werden die aktuelle Datenschutzgesetzgebung in Deutschland und die europäischen Richtlinien in Betracht gezogen, um Praxistauglichkeit sicherzustellen. Im Rahmen der Arbeit wird ein Framework zur Durchsetzung von Privatheit entwickelt. Es enthält dabei Module für datenschutzkonformes Identitätsmanagement, die Umsetzung digitaler Rechte, die Anwendung von Pseudonymisierungs- und Anonymisierungsverfahren auf Überwachungssubjekten, das Management von Privatheitsrichtlinien und Interaktionsmöglichkeiten der Überwachten mit dem System.

## Semantische MES-Interoperabilität

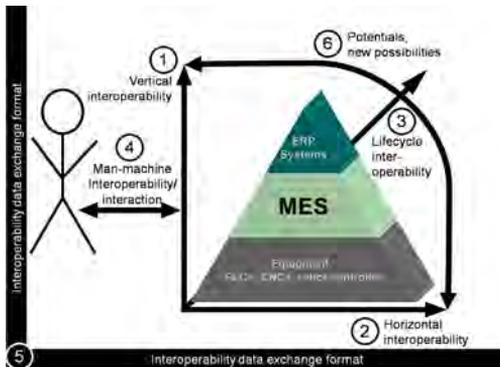
(J. Beyerer, M. Schleipen)

Steigende Variantenvielfalt, kürzere Produktlebenszyklen und steigender Kostendruck führen zu einer notwendigen Effizienzsteigerung im Anlagen-Engineering. Effiziente Engineering-/Änderungsstrategien resultieren in einem erhöhten Bedarf an Adaptivität und

Flexibilität. Alle beteiligten Systeme müssen so nahtlos wie möglich zusammenarbeiten und Informationen auf effiziente Art und Weise austauschen können. Dies wird als Interoperabilität bezeichnet. Hierfür ist es nicht nur wichtig wie kommuniziert wird, sondern auch welche Inhalte dabei von einem zum anderen Partner vermittelt werden. Dies bezeichnet man als semantische Interoperabilität.

Manufacturing Execution Systems (MES) müssen Teil einer durchgängigen Engineering-Toolkette vom mechanischen Engineering bis in den Betrieb sein. Hierfür werden verschiedene Aspekte behandelt und Herausforderungen methodisch begegnet. Dies sind: die vertikale und horizontale Interoperabilität, Interoperabilität entlang des Lebenszyklus sowie Mensch-Maschine-Schnittstellen, entsprechende Datenmodelle und Wissensrepräsentationen für die Interoperabilität.

Die Arbeit wird in enger fachlicher und organisatorischer Kooperation mit der Abteilung Leitsysteme (LTS) des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung



Herausforderungen und Chancen für die MES-Interoperabilität

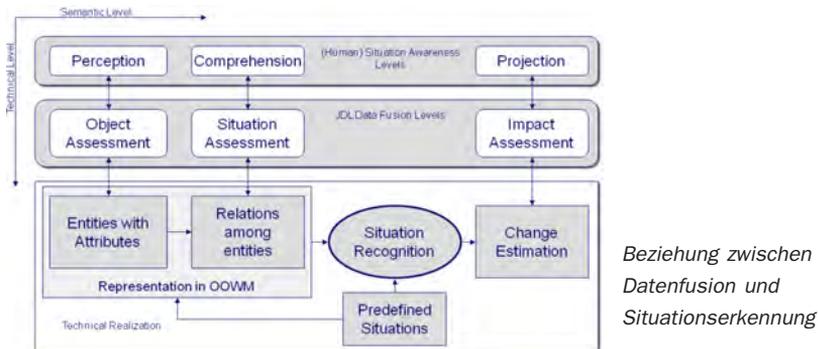
IOSB durchgeführt.

## Situationserkennung durch räumlich-zeitliches Schließen

(J. Beyerer, Y. Fischer)

Trotz der technischen Möglichkeiten moderner Überwachungssysteme muss der Benutzer immer noch viele unterschiedliche Informationen miteinander in Beziehung setzen, um die tatsächliche Situation zu verstehen und darauf aufbauend die bestmögliche Entscheidung zu treffen (engl. Situation Awareness). Automatische Methoden zur Unterstützung dieses Prozesses werden im Bereich der Datenfusion untersucht, die dann in Entscheidungsunterstützungssystemen dem Benutzer die Situationsbewertung erleichtern. Unterschieden wird dabei zwischen "Low-Level-Fusion", welche sich mit der Fusion von Daten auf der Signalebene zur Zustandsschätzung von Objekten beschäftigt (z. B. Trackingverfahren), und "High-Level-Fusion", welche sich mit der Interpretation der aktuellen Objektzustände und deren Relationen untereinander beschäftigt. In der realen Welt entspricht eine Situation in der Regel keiner eindeutigen Objektkonstellation, weshalb bei der

Situationserkennung oft auf probabilistische Methoden zurückgegriffen wird (z.B. Bayes-Netze und Hidden-Markov-Modelle). In diesem Projekt werden unterschiedliche Methoden zur Erkennung von Situationen unter Unsicherheiten untersucht und weiterentwickelt. Die Arbeit wird in enger Kooperation mit der Abteilung Interaktive Analyse und Diagnose

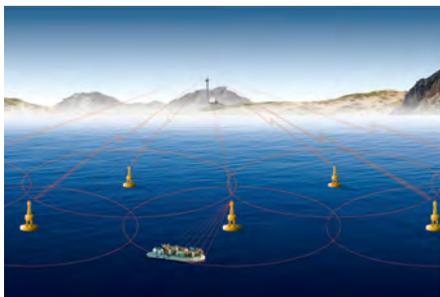


(IAD) des Fraunhofer IOSB durchgeführt.

### Klassifikation von distanten Objekten in Bildfolgen

(J. Beyerer, M. Teutsch)

Das EU-Projekt "Autonomous Maritime Surveillance System" (AMASS) widmet sich der frühzeitigen, automatischen Erkennung illegaler Einwanderung sowie von Drogen- und Waffenschmuggel mittels permanenter Überwachung weiträumiger Meeresflächen unter Einsatz vernetzter Bojen. In enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Autonome Systeme und Maschinensehen (ASM) des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB wird im Rahmen dieses Projekts die Bildverarbeitungskomponente entwickelt. Diese setzt sich unter anderem aus Objekt-/Horizontdetektion sowie Klassifikation und Tracking zur Unterscheidung von verdächtigen bzw. nicht verdächtigen Booten in Infrarotbildfolgen zusammen. Kern der Forschung ist die Klassifikation. Nach einer vorangehenden Objektdetektion werden Merkmale im Bildbereich der



Netzwerk von intelligenten Bojen

Objekthypothese extrahiert, die weitestgehend rotations- und skalierungsinvariant sind. Dadurch lassen sich verdächtige Objekte auch auf große Entfernungen von mehreren hundert Metern identifizieren. Diese Merkmale werden auf ihre Unterscheidungsfähigkeit untersucht und die zur Objektbeschreibung geeignetsten verwendet. Weiterhin werden verschiedene Klassifikationsverfahren evaluiert, um eine Aussage treffen zu können, in welcher Entfernung verdächtige und nicht ver-

dächtige Objekte noch zuverlässig trennbar sind.

*Oben:  
Detektion des Horizonts.*

*Unten:  
Objektdetektion.*



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

**Beyerer, J.; Heizmann, M.:** Image evaluation and interpretation. In: Technology Guide. Hrsg.: Bullinger, H.-J.; Berlin: Springer, 2009, S. 150-155

**Gruna, R.; Sung, C.-K.; Vieth, K.-U.; Zhuge, M.:** Robot-Based Inline 2D/3D Quality Monitoring Using Picture-Giving and Laser Triangulation Sensors. In: Contemporary Robotics - Challenges and Solutions. Hrsg.: Rodic, A.; Wien: Intech, 2009, S. 79-98

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Bader, T.; Klaus, E.; Vogelgesang, M.:** Multimodal Integration of Natural Gaze Behavior for Intention Recognition During Object Manipulation. In: Proceedings of the 2009 International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI-MLMI). Eleventh International Conference on Multimodal Interfaces; Sixth Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction (ICMI-MLMI), Cambridge, USA, 2.-04.11.2009. ACM, 2009, S. 199-206

**Batz, T.; Beyerer, J.; Frese, C.:** Kooperative Bewegungsplanung zur Unfallvermeidung im Straßenverkehr mit der Methode der elastischen Bänder. In: Autonome Mobile Systeme. Hrsg.: Dillmann, R.; Beyerer, J.; Stiller, C.; Zöllner, J. M.; Gindele, T.; 21. Fachgespräch Autonome Mobile Systeme, Karlsruhe, 3.-04.12.2009. Berlin: Springer, 2009, S. 193-200

**Bauer, A.; Beyerer, J.; Emter, T.; Vagts, H.:** Privacy Enforcement in Surveillance

Systems. In: Future Security: 4th Security Research Conference. Hrsg.: Elsner, P.; Future Security: 4th Security Research Conference, Karlsruhe, 29.9.-01.10.2009. Fraunhofer Verlag, 2009, S. 375-382

**Beyerer, J.; Dillmann, R.; Gindele, T.; Stiller, C.; Zöllner, J. M.; (Hrsg.):** Autonome Mobile Systeme 2009. 21. Fachgespräch Autonome Mobile Systeme, Karlsruhe, 3.-04.12.2009. Berlin: Springer, 2009, (Informatik Aktuell)

**Beyerer, J.; Goussev, I.; Heizmann, M.; Sander, J.:** A local approach for focussed Bayesian fusion. In: Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, and Applications, Proceedings of SPIE Vol. 7345. Hrsg.: Dasarathy, B.; SPIE Defense, Security + Sensing: Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, Applications, Orlando, USA, 16.-17.04.2009. S. Paper No. 73450N

**Beyerer, J.; Grinberg, M.; Ohr, F.:** Feature-Based Probabilistic Data Association (FBPDA) for Visual Multi-Target Detection and Tracking under Occlusions and Split and Merge Effects. In: Proceedings of the 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems. 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), St. Louis, USA, 3.-07.10.2009. S. 291-298

**Beyerer, J.; Vagts, H.:** Security and Privacy Challenges in Modern Surveillance Systems. In: Future Security: 4th Security Research Conference. Hrsg.: Elsner, P.; Future Security: 4th Security Research Conference,

Karlsruhe, 29.9.-01.10.2009. Fraunhofer Verlag, 2009, S. 94-116

**Braun, L.; Friess, N.; Sauer, O.; Schleipen, M.; Shakerian, K.:** Production monitoring and control systems within the Digital factory. In: DET 09 Proceedings. Hrsg.: Huang, G., et al.; 6th International Conference on Digital Enterprise Technology (DET 09), Hong Kong, 14.-16.12.2009. Springer, 2009, S. 711-724, (AISC)

**Drath, R.; Schleipen, M.:** Three-View-Concept for modeling process or manufacturing plants with AutomationML. In: Proceedings of 14th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. 14th IEEE International Conference on Emerging Technologies; Factory Automation (ETFA), Mallorca, 22.-26.09.2009. S. Paper No. MF-004871

**Kroschel, K.; Kühn, B.; Machmer, T.; Swerdlow, A.:** Position Estimation of Car Occupants by Means of Speech Analysis. In: NAG/DAGA 2009 International Conference on Acoustics. NAG/DAGA 2009 International Conference on Acoustics, Rotterdam, 23.-26.03.2009. S. 435-437

**Kroschel, K.; Machmer, T.; Moragues, J.; Serrano-Cartagena, A.; Swerdlow, A.; Vergara, L.:** Acoustic Detection and Classification of Sound Sources using Temporal Multiple Energy Detector Features. In: Proceedings of the 17th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). European Signal Processing Conference (EUSIPCO), Glasgow, 24.-28.08.2009. S. 769-773

## Beiträge in Zeitschriften

**Beyerer, J.; Heizmann, M.; Mai, M.; Werling, S.:** Inspection of Specular and Partially Specular Surfaces. In: Metrology and Measurement Systems, Band 16, Heft 3, 2009, S. 415-431

**Beyerer, J.; Sander, J.:** A Local Approach for Bayesian Fusion: Mathematical Analysis and Agent Based Conception. In: Robotics and Autonomous Systems, Band 57, Heft 3, 2009, S. 259-267

## Interne Berichte:

**Belkin, A.:** Object-Oriented World Modelling for Autonomous Systems. Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme, Technischer Bericht, Nr. IES-2009-16, 2009

**Fischer, Y.:** On Situation Modeling and Recognition. Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme, Technischer Bericht, Nr. IES-2009-14, 2009

**Gheta, I.:** The Mumford-Shah Functional and its Applications in Image Processing: the Image Registration Case. Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme, Technischer Bericht, Nr. IES-2009-02, 2009

**Grafmüller, M.:** A First Approach to Trellis-Based Classification. Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme, Technischer Bericht, Nr. IES-2009-12, 2009

**Woock, P.:** Deep Sea Navigation using SLAM. Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme, Technischer Bericht, Nr. IES-2009-15, 2009

**Institut für Anthropomatik**

Leiter:	Prof. Dr. R. Dillmann
Sekretärin:	C. Brand
Akademischer Rat:	Dr. T. Asfour
Akadem. Mitarbeiter:	Dr. P. Azad (F), A. Bierbaum (F), S. Brechtel (ab 01.04.2009), M. Delles (F), M. Do (F), T. Gindele (F), Dr. T. Gockel (bis 31.07.2009), S. Gärtner (ab 15.05.2009), D. Hazer (F), Y.-J. Jeong (ab 01.10.2009), R. Jäkel, A. Kasper (F), M. Lösch (F), M. Przybylski, K. Regenstein (F, bis 31.08.2009), S. Röhl, S. Schalck (ab 01.10.2009), J. Schill (ab 01.10.2009), S. Schmidt-Rohr (F), J. Schröder (F, bis 30.09.2009), S. Speidel (F), G. Sudra, S. Suwelack, Ö. Terlemez (ab 01.10.2009), S. Ulbrich (F), Dr. R. Unterhinninghofen (F), N. Vahrenkamp (F), K. Welke (F), S. Wieland (F, bis 30.09.2009)
Verwaltungsangestellte:	B. Jancic (bis 31.08.2009), D. Kreidler (ab 15.09.2009), P. Ringel (F), I. Wappler
Techn. Mitarbeiter:	P. Holz (F)
Stipendiat:	D. I. Gonzalez Aguirre
Leiter:	Prof. Dr. C. Becker

**Forschungsbereich****Industrielle Anwendungen  
der Informatik und  
Mikrosystemtechnik  
(IAIM)****Industrielle Anwendungen der Informatik und Mikrosystemtechnik (IAIM)**

Die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Industrielle Anwendungen der Informatik und Mikrosystemtechnik (IAIM) umfassen aktuelle Themen aus den Bereichen mobile intelligente Systeme, maschinelles Lernen in der Robotik und medizinische Modellierung und Simulation. Um einen ganzheitlichen Lösungsansatz zu gewährleisten, hat sich die Gruppe in diesen Bereichen im Laufe der letzten Jahre durch eine Reihe herausragender Industrie- und Forschungsprojekte ein breites Kompetenzfeld erschlossen. Das Spektrum reicht von der Auswertung und Fusion verrauschter sensorischer Daten über die Interpretation der gewonnenen Daten für kognitive Assistenzsysteme, bis zur Modellierung von Gewebe- und Kreislaufdynamik für medizinische Anwendungen.

Anwendungen finden sich im Bereich multimodaler Mensch-Maschine-Interaktion, in

humanoiden Robotersystemen sowie in medizinischen Simulationssystemen. Prof. Dillmann ist weiterhin Sprecher des Sonderforschungsbereiches 588 "Humanoide Roboter", welcher in einer inzwischen 10-jährigen interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Forschungsgruppen humanoide Robotersysteme entwickelt. Nach dem Umzug in das neue Institutsgebäude am Adenauerring 2 wurde das Humanoids and Intelligence Systems Laboratory (HIS) als Teil des Instituts für Anthropomatik gegründet.

Die Abteilung Interaktive Diagnose- und Servicesysteme (IDS) des Forschungszentrums Informatik (FZI) ist eng mit dem Lehrstuhl von Prof. Dillmann verbunden. Im Mittelpunkt der Forschungs- und Industrieprojekte von IDS stehen autonome, mobile Systeme zur Unterstützung bzw. Übernahme industrieller Routinearbeiten (wie z.B. Transport und Produktionslogistik oder Handhabungsaufgaben in der Produktion), in Alltagsumgebungen (wie z.B. Serviceroboter für private und öffentliche Umgebungen) sowie Erkundungs- und Inspektionsanwendungen.

Einen besonderen Stellenwert haben hier die alltagstaugliche Umsetzung neuester Grundlagenergebnisse, wie flexibles Greifen und Manipulieren sowie verhaltensbasierte Steuerungen.

### **SFB 588 - TP L1 Lernen von Handlungswissen, Episoden und Kontext**

*(R. Jäkel, M. Lösch, S. Schmidt-Rohr)*

Bei der Entwicklung humanoider Robotersysteme stellt die Fähigkeit des Roboters zum eigenständigen Lernen von Handlungswissen eine der größten Herausforderungen dar. Eines der Ziele des Teilprojektes L1 im SFB 588 ist die Implementierung von Komponenten, die die Aufnahme von Handlungs- und Problemlösungswissen aus natürlichsprachlich und deiktisch kommentierten Benutzervorfürungen und die Übertragung dieses Wissens auf reale Roboter ermöglichen.

Zur detaillierten Analyse von Demonstrationen auf feingranularer Ebene, die die rechnerintern gespeicherten, ganzheitlichen Betrachtungen komplementär ergänzen, wurden sogenannte Strategien für zweiseitige Manipulationen untersucht. Eine Strategie beschreibt dabei Einschränkungen für Aktionen, die während der Ausführung beachtet werden müssen und bietet dabei eine hybride Darstellung, die subsymbolische Beschränkungen aus Sensorwerten mit symbolischen Informationen verknüpft. Solche Strategien können benutzt werden, um unter Beachtung von Unsicherheiten bezüglich der Objektpositionen sowie der Ausführung Bewegungen zu planen.

Zur Ausführung erlernter Aufgaben auf realen Robotern wurden die so genannten Strategigraphen als Nachfolger des Konzeptes der Flexiblen Programme entwickelt. Ein Strategigraph stellt eine hybride symbolisch-subsymbolische Repräsentation für eine Aktion dar, die sich aus einem Graphen von geordneten Teilzielen mit an den Knoten und Kanten annotierten symbolisch-subsymbolischen Einschränkungen (Strategien) zusammensetzt. Ein Strategigraph kann eingesetzt werden, um einen Constrained-Planner zu parametrisieren, der die eigentliche Planung der zu lösenden Aufgabe durchführt.

## SFB 588 - TP M2 Szenen- und Situationsmodellierung

(P. Azad, A. Kasper)

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 und eine Informationsdrehscheibe aufzubauen, in die von allen Komponenten des Systems Informationen eingetragen und daraus abgerufen werden können.

Zur Modellierung der Objektinformationen wurde ein Modellierungcenter aufgebaut, welches die semiautomatische Digitalisierung von haushaltsüblichen Gegenständen erlaubt. Die darin gewonnenen Daten werden über ein Webinterface anderen Forschungsgruppen zugänglich gemacht.

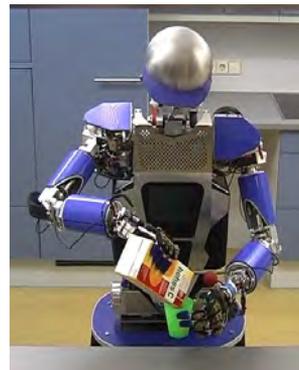
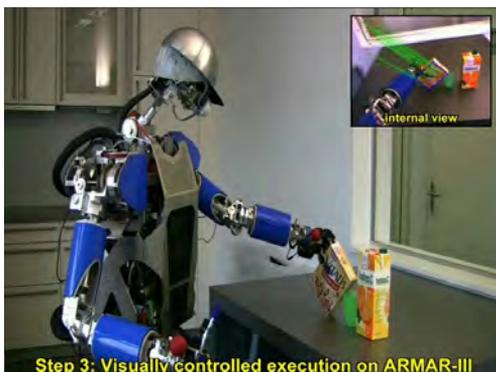
Um weitere Informationen über Objekte zu gewinnen, werden auch ganze Szenen betrachtet, um die verschiedenen Relationen zwischen den Objekten zu analysieren und als Hintergrundwissen nutzbar zu machen.

Die Realisierung der Informationsdrehscheibe erfolgt über eine spezielle Softwarekomponente, die im Teilprojekt entwickelt wird. Diese kann beliebige Objekte einer Szene probabilistisch repräsentieren und soll aktuell sensorisch erfasste Informationen mit a-priori modelliertem Wissen verknüpfen können.

## SFB 588, TP R1 - Systemintegration, sensomotorische Bewegungskoordination und Handlungsausführung

(T. Asfour, P. Azad, D. I. Gonzalez Aguirre, J. Schill, N. Vahrenkamp)

Das Teilprojekt R1 ist das zentrale Integrationsprojekt im SFB 588 und befasst sich mit der Integration aller entwickelten mechatronischen Komponenten und Funktionalitäten zu einem humanoiden Gesamtsystem. Langjähriges Ziel dieses Teilprojekts ist die Realisierung vollständig integrierter autonomer humanoider Roboter, die Handlungen in



Ein- und zweihändige Manipulation mit ARMAR-IIIa

menschenzentrierten Umgebungen auf robuste Art und Weise ausführen können. Die Arbeiten an den beiden humanoiden Robotern ARMAR-IIIa und ARMAR-IIIb zur Realisierung von Einzelfunktionen und von Funktionsketten wurden fortgesetzt. Hierbei wurden die Funktionskomponenten zur Ausführung von Handhabungsaufgaben in Alltagsumgebungen erweitert und komplexe kognitive Funktionsketten erstellt. Dabei stand die Realisierung von Methoden des ein- und zehändigen Greifens im Vordergrund. Hierzu wurden Algorithmen zur integrierten Greif- und Bewegungsplanung sowie zum zehändigen Umgreifen von Gegenständen entwickelt und in realen Szenarien evaluiert. Weiterhin wurden bildgestützte Methoden implementiert, welche die robuste Ausführung von geplanten kollisionsfreien Greiftrajektorien ermöglichen. Dadurch konnten komplexe Handhabungsaufgaben in einer Küchenumgebung realisiert werden.

### **SFB 588, TP R6 - Haltungs- und Gleichgewichtskontrolle bei zweibeinigen humanoiden Robotern**

*(T. Asfour, S. Gärtner, Ö. Terlemez)*

Das im Juli 2008 ins Leben gerufene Teilprojekt R6 des SFB hat zum Ziel, einen zweibeinigen humanoiden Roboter zu implementieren, um Fragestellungen zur Haltungskontrolle und zum autonomen Körperbalancieren bei zweibeinigen humanoiden Robotern zu untersuchen. Dabei stehen die Koordination von Laufen und Manipulation, sowie die Stabilisierung des Körpers während der Manipulation von Objekten oder der direkten, physikalischen Interaktion mit dem Menschen im Vordergrund der Forschungsarbeiten des Teilprojekts.

Neben dem Entwurf, der Konstruktion und dem Bau der Beine sollen grundlegende Techniken zur Realisierung des zweibeinigen Laufens implementiert und in Hinblick auf die primäre Aufgabe der Haltungskontrolle evaluiert werden. Hierzu werden Algorithmen zur Schrittfolgenplanung entwickelt sowie Methoden zur Generierung von dynamisch stabilen Ganzkörperbewegungen, wie man sie am Menschen beobachten kann, untersucht. Weiterhin steht die Realisierung reflexbasierter Steuerungsstrategien, die auftretende Störungen bzw. Kräfte durch die Interaktion mit der Umwelt kompensieren, im Vordergrund. Die entwickelten Methoden werden an einem ersten Prototyp der Roboterbeine evaluiert, die in Zusammenarbeit mit dem IIT (Italian Institute of Technology) entwickelt wurden.



### **SFB/TR28 Kognitive Automobile - TP B1 und B2: Situationsbewertung und Entscheidung für kognitive Automobile**

*(S. Brechtel, T. Gindele, J. Schröder)*

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB/TR28 "Kognitive Automobile" werden am HIS 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 und sicher fahren zu können. Der Interpretationsprozess, der zur Verhaltensentscheidung führt, soll dabei für den Menschen nachvollziehbar sein. Die Repräsentation von Wissen und Erfahrung ist dabei von zentraler Bedeutung. Von besonderem Interesse für zukünftige Arbeiten ist die Behandlung von Unsicherheiten und Unvollständigkeits des Wissens über die aktuelle Situation, die aus den Limitierungen der Wahrnehmung resultieren.

Das Jahr 2009 war geprägt von der Vorbereitung und Durchführung der Begehung der 1. Phase des SFB/TR28. Die Begehung fand in München statt. Dort wurden die Erfolge und Vorhaben für die nächste Phase der einzelnen Teilprojekte präsentiert und die Fähigkeiten der Forschungsfahrzeuge demonstriert. Obwohl die meisten Teilprojekte exzellente bis sehr gute Kritiken bekamen, wurde der Fortsetzungsantrag in der DFG Senatsentscheidung leider nicht bewilligt. Der SFB/TR28 wird deshalb 2010 auslaufen.



### **PACO-PLUS - Perception, Action and Cognition through Learning of Object-Action Complexes**

*(T. Asfour, P. Azad, A. Bierbaum, K. Welke)*

Im Rahmen des von der EU geförderten Integrated Project PACO-PLUS werden am HIS Methoden zur Implementierung kognitiver Fähigkeiten in humanoiden Robotern untersucht. Aufbauend auf sensomotorischen Fähigkeiten, die mit Hilfe von Methoden des explorativen Lernens oder interaktiven Behlehrens akquiriert werden, soll der Roboter Zusammenhänge zwischen seinen Aktionen und der wahrgenommenen Welt erlernen. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Erstellung von multimodalen Repräsentationen von unbekanntem bzw. teilweise bekannten Objekten und dem Erlernen motorischer Fähigkeiten

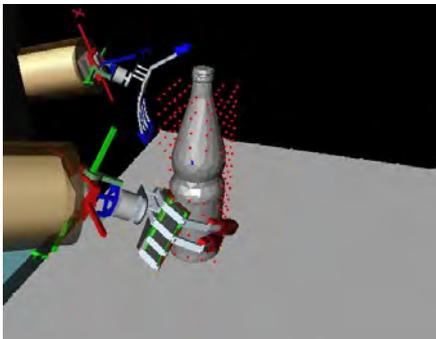
durch die Imitation menschlicher Bewegungen.

Hierzu werden Methoden zur haptischen Exploration von unbekannten Objekten mit einer Fünffinger-Hand entwickelt mit dem Ziel, 3D-Objektmodelle aus Kontaktpunktmengen zu erstellen sowie Greifhypothesen für unbekannte Objekte zu bestimmen. Weiterhin wird untersucht, wie die entstehenden Objektrepräsentationen zur Objektkategorisierung verwendet werden können.

Zur Erstellung von Modellen unbekannter Objekte aus visueller Information werden Methoden zur autonomen Akquisition von umfassenden visuellen Objektrepräsentationen im Sensorraum des Roboters untersucht. Die akquirierten Modelle werden zur visuellen Wahrnehmung von Objekten eingesetzt. Zur Erweiterung des Blickfeldes und zur Verbesserung der Robustheit der Objekterkennung werden Verfahren des aktiven Sehens untersucht.

Zum Erlernen motorischer Fähigkeiten wird die Fragestellung behandelt, wie Aktionen repräsentiert, generalisiert, an neue Situationen adaptiert und zielgerichtet imitiert werden können. Hierzu wird untersucht, wie diskrete und periodische Bewegungen durch so genannte Dynamic Motor Primitives repräsentiert werden können.

Weitere Informationen: [www.paco-plus.org](http://www.paco-plus.org)



*Haptische Exploration unbekannter Objekte      Erlernen visueller Objektrepräsentationen*

## **GRASP - Emergence of Cognitive Grasping through Emulation, Introspection and Surprise**

*(T. Asfour, M. Do, M. Przybylski, S. Ulbrich)*

Das von der EU geförderte Integrated Project GRASP beschäftigt sich mit dem Themenkomplex des Greifens in kognitiven Systemen, welches von größter Bedeutung für die Entwicklung von technisch-kognitiven Systemen ist. Ziel ist es, Robotersysteme mit der Fähigkeit auszustatten, beliebige Objekte in unstrukturierten Umgebungen und unter Berücksichtigung von Unsicherheiten und unvorhersehbaren Situationen, greifen zu können. Dabei dient das Greifen des Menschen als Vorbild und basierend auf Erkenntnissen

aus der Psychologie, Kognitionswissenschaft, Robotik und Bildverarbeitung wird ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt.

Die Arbeiten am HIS konzentrieren sich auf die Erstellung einer Architektur zur Abbildung der Prozesse des Greifens des Menschen auf Basis des Paradigmas Predict-Act-Perceive. Im Rahmen dieser Architektur wird an der Entwicklung eines Greifsimulators gearbeitet, der eine Prädiktion der Konsequenzen von Aktionen, insbesondere Greifaktionen, erlaubt. Hierzu werden Greifplanungsalgorithmen sowie Metriken zur Bewertung von Griffen entwickelt. Weiterhin werden Methoden des maschinellen Lernens zur Analyse und Repräsentation menschlicher Griffen und deren Imitation durch Roboterhände sowie zur Hand-Auge-Koordination untersucht. Ziel ist es, durch Abbildung des menschlichen Greifens, die Aktionen eines humanoiden Roboters in menschenzentrierten Umgebungen effizienter zu gestalten.



*Generierter Griff für eine Sprayflasche*



*Beobachtung des menschlichen Greifvorgangs durch den ARMAR-IIIb*

### **InterLink - Emergence International Cooperation Activities in Future and Emerging Information and Communication Technologies (ICTs)**

*(T. Asfour, R. Dillmann)*

Das Ziel des von der EU geförderten Coordination Action InterLink ist die Erarbeitung von Ansätzen zur internationalen Vernetzung europäischer Forschungsgruppen in strategischen Bereichen der Grundlagenforschung, die von besonderer Bedeutung für die Entwicklung von Technologien für die Informationsgesellschaft sind. Hierzu wird in drei Arbeitsgruppen an der Erstellung eines Forschungsplans für die europäische Kommission

gearbeitet, der Vorschläge für vielversprechende und zukunftsweisende Forschungsfragestellungen für die nächsten 15 Jahre in den drei Bereichen (1) software intensive systems and new computing paradigms (2) ambient computing and communication environments und (3) intelligent and cognitive systems, umfasst.

HIS koordiniert die Arbeiten auf dem Gebiet der intelligenten, kognitiven Systeme. Der erstellte Forschungsplan "Roadmap" wurde in Brüssel vorgestellt und wird eine wichtige Rolle bei der Erstellung der nächsten Rahmenprogramme spielen.

### **Graduiertenkolleg 1126 - M2 Modellbasierte intraoperative Registrierung von Weichgewebe für ein chirurgisches Assistenzsystem**

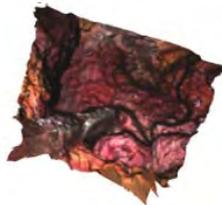
(S. Röhl, S. Speidel)

Minimal-invasive Eingriffe stellen eine hohe Beanspruchung für den Chirurgen dar. Wünschenswert ist deshalb ein computergestütztes Assistenzsystem, das dem Chirurgen die Arbeit erleichtert, indem es eine präoperative Planung ermöglicht, intraoperativ zusätzliche Daten gewinnt, diese zusammen mit den präoperativen Daten verarbeitet und das Ergebnis in intuitiver Weise präsentiert.

Die Arbeit im Rahmen des Graduiertenkollegs 1126 "Intelligente Chirurgie" umfasst dabei die intraoperative Registrierung von einem präoperativen Planungsmodell mit intraoperativen Sensordaten. Dafür wurde im Jahr 2009 das aus Endoskopbildern erzeugte Oberflächenmodell weiter optimiert und mit einem präoperativen Volumenmodell initial registriert. Des Weiteren wurde die Integration von Kraftsensorik in ein endoskopisches Instrument durchgeführt, um weitere intraoperative Informationen für die Registrierung zu erhalten.



Links:  
Oberflächenrekonstruktion von OP-Aufnahmen



Rechts:  
Kraft-Momenten-Sensor in Instrument

### **Patientenspezifische Modellierung von Aortenerkrankungen**

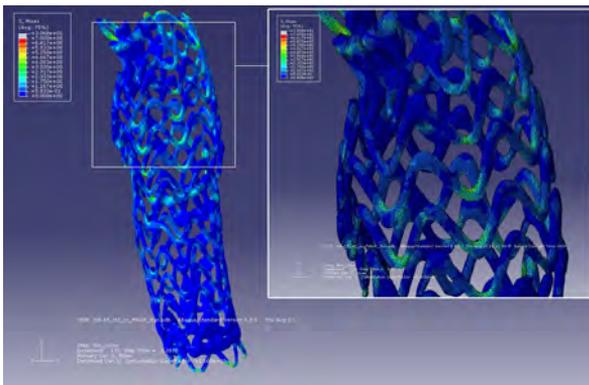
(R. Dillmann, D. Hazer)

Der Hauptindikator zur Beurteilung von Rupturrisiken bei Aortenaneurysmen basiert auf rein morphologischer Information und berücksichtigt somit keinerlei patientenindividuelle Blutfluss- und Blutdruck-Charakteristik. Demzufolge ist der Indikator als nicht ausreichend anzusehen. Um Erkrankung und Therapie besser beurteilen zu können, ist die Kenntnis

hämodynamischer und biomechanischer Parameter neben den morphologischen Informationen notwendig.

Gemeinsam mit dem Uniklinikum Heidelberg wird ein Forschungsprojekt zur Modellierung der Aorta bearbeitet. Ziel ist die Entwicklung einer patientenspezifischen Evaluationsmethode auf Basis von CT/MRT zur Simulation der realen Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) zwischen der Blutströmungsdynamik und der Wandstrukturmechanik. Grundlage dafür ist die Koppelung eines Blutmodells, welches die Dynamik des Blutflusses in der Aorta simuliert, mit einem Strukturmodell, welches die Biomechanik der Gefäßwand berücksichtigt.

Im Berichtsjahr wurde das FSI-Modell fertiggestellt. Es lassen sich basierend auf unterschiedlichen patientenspezifischen Aortengeometrien gekoppelte Simulationen durchführen und relevante Parameter wie Deformation, Druck und Spannungen nicht-invasiv berechnen und darstellen. Für die Validierung wurden während in-vivo Experimenten individuelle dynamische CT-Daten, katheterbasierte Druck- und Doppler-Ultraschall Flussmessungen akquiriert und ausgewertet.



Modellierung  
von Stents,  
von-Mises-Spannung

## Virtuelle Anatomie

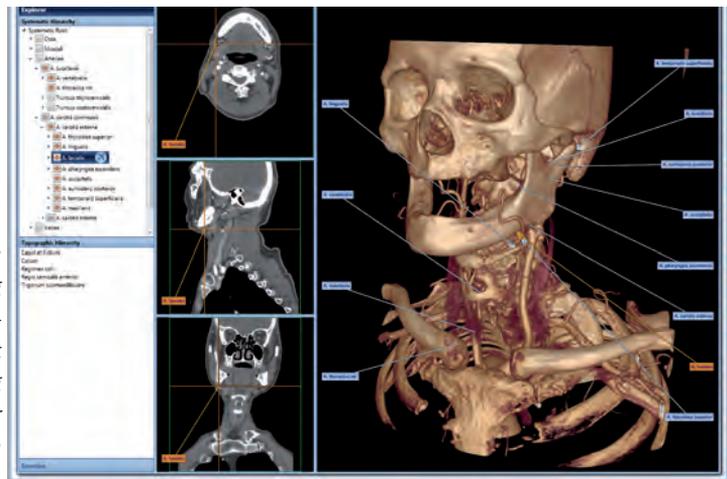
(R. Unterhinninghofen)

In enger Zusammenarbeit mit Radiologen und Anatomen der Universität Heidelberg und des Deutschen Krebsforschungszentrums entsteht ein Softwaresystem zur Ausbildung von Medizinstudenten und Ärzten. Als Ergänzung zum traditionellen Präparierkurs und dem Anatomieatlas werden radiologische Bilddaten am Rechner dreidimensional gerendert und mit Annotationen versehen. Dem Lernenden bietet sich damit die Möglichkeit, interaktiv verschiedenste Ansichten zu erstellen und so die oft komplizierte räumliche Anordnung anatomischer Strukturen zu verstehen.

Um interaktives Arbeiten auf erschwinglicher Standardhardware zu ermöglichen, wurde eigens ein Renderer für den Grafikprozessor (GPU) implementiert und in das institutseigene Softwareframework MEDIFRAME integriert. Dank einer ansprechenden

Benutzeroberfläche ist das System bereits für den Einsatz in großen Kurszenarien gerüstet.

"AnatomyMap":  
3D-Darstellung  
des Kopf-Hals-  
Bereichs mit  
Benennung  
anatomischer  
Strukturen



### Situationsbezogene Erweiterte Realität im Operationssaal

(S. Speidel, G. Sudra)

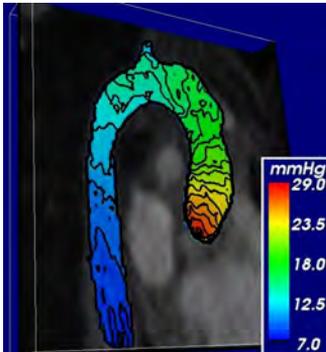
Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines situationsbezogenen Assistenzsystems für das Setzen von Dentalimplantaten. Die Bereitstellung der Assistenz erfolgt mittels der Erweiterten Realität durch eine optische Durchsichtbrille. Das zu entwickelnde System soll hierzu die vorliegende Operationssituation durch eine Auswertung intraoperativ gewonnener Sensordaten und einem Modell des chirurgischen Eingriffs analysieren. Im Anschluss soll eine geeignete Visualisierung generiert werden, welche den Chirurg bei der in vivo ausgeführten Tätigkeit optimal unterstützt. Die Unterstützung erfolgt durch die Visualisierung geeigneter Planungsdaten. Im Jahr 2009 wurde ein Prototyp eines solchen Assistenzsystems erstellt und im Rahmen vorklinischer Versuche am Patientenphantom evaluiert. Dabei kam eine neue, rahmenlose Durchsichtbrille zum Einsatz.

### Robuste Berechnung von Blutdrücken aus medizinischen Strömungsdaten

(M. Delles)

Die Kenntnis des Blutdrucks in bestimmten Gefäßabschnitten ist für die Diagnostik von kardiovaskulären Erkrankungen von großer Bedeutung. Für Gefäße in Herznähe sind diese Blutdrücke bislang allerdings nur mit Hilfe von invasiven Katheter-Untersuchungen bestimmbar, wodurch der Patient einem erhöhten Verletzungs- und Infektionsrisiko ausgesetzt ist. Ein in den diagnostischen Prozess integrierbares, nicht-invasives Verfahren zur Bestimmung der Blutdrücke in herznahen Gefäßen ist daher wünschenswert. Ziel dieses Projektes ist die robuste Berechnung herznaher Blutdruckwerte aus Blutflussmessungen

mittels Phasenkontrast-Magnetresonanztomographie (PC-MRT). Im Berichtszeitraum wurden systematische Untersuchungen verschiedener Teilverfahren der Blutdruckberechnung durchgeführt. Dabei wurde die Eignung bestehender und neu entwickelter Verfahren an Hand quantitativer Auswertungen des Einflusses von algorithmischen und die Bildaufnahme betreffenden Parametern bewertet. Als Grundlage dienten unter anderem in Kooperation mit dem Universitätsklinikum Heidelberg und dem Deutschen Krebsforschungszentrum erstellte PC-MRT-Messungen eines modularen Phantoms.



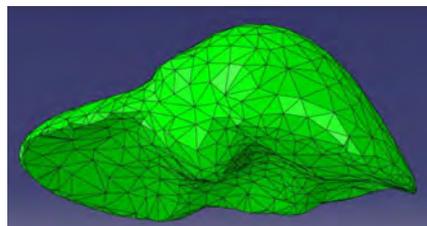
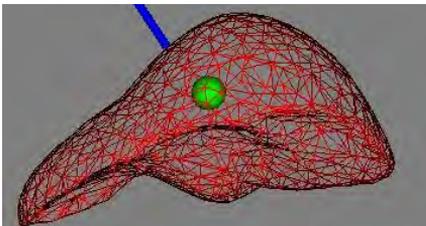
*Relative Blutdrücke im menschlichen Aortenbogen, berechnet aus Aufnahmen der Magnetresonanztomographie*

### **Echtzeitfähige biomechanische Modelle für die intraoperative Registrierung von Weichgewebe**

*(S. Speidel, S. Suwelack)*

Rechnergestützte Navigationssysteme tragen maßgeblich zu der Entwicklung neuer minimal-invasiver Operationstechniken und zur Entlastung des Chirurgen bei. Von zentraler Bedeutung ist dafür die genaue Registrierung präoperativer Planungsdaten mit intraoperativ gewonnenen Sensordaten. Im Bereich der laparoskopischen Viszeralchirurgie ist dies aufgrund von großen instrumenten- und atemungsinduzierten Weichgewebedeformationen während der Operation besonders herausfordernd.

Der Ansatz, welcher in dem Projekt verfolgt wird, erlaubt es, diese Deformationen durch die Nutzung von a-priori Informationen über die physikalischen Eigenschaften des zu betrachtenden Gewebes auszugleichen (biomechanische Modellierung). Dazu wurde eine Weichgewebesimulation auf Basis der Methode der finiten Elemente (FEM) in ein chirurgisches Assistenzsystem integriert.



Ein neu entwickelter FEM-Algorithmus ermöglicht zudem die zukünftige Implementierung eines echtzeitfähigen Modells für abdominale Organe.

### **DESIRE - Deutsche Service Robotik Initiative**

*(A. Hermann, A. Kasper, S. Rühl, Z. Xue)*

Bereits seit November 2005 befasst sich das BMBF-Leitprojekt "DESIRE" mit der Entwicklung einer neuen Generation von Servicerobotern. Beteiligt an diesem Projekt sind Partner aus Industrie und Forschung unter anderem die Firmen Siemens und KUKA, das DLR, das FZI sowie die Universitäten Karlsruhe, Bochum und Freiburg. Ziel dieses Projekts war die Entwicklung von Servicerobotersystemen, die sich durch ihre Tauglichkeit für Alltagsumgebungen und ihre robusten Funktionalitäten auszeichnen.

Das HIS 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.

Sicheres und adaptives Greifen und Manipulieren bekannter Alltagsobjekte unterschiedlicher Form und Größe ist das Ziel des FZI im Projekt DESIRE. Mögliche Griffe für vorgegebene Objekte werden in der Simulation ermittelt und die berechneten stabilen Griffe werden in einer Datenbank abgespeichert. 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 durch die Komponenten Hand, Arm und Roboterplattform realisiert. Der Roboterarm und jeder Finger werden dabei durch die Impedanzregelungen gesteuert. Hierdurch ist ein nachgiebiges und robustes Greifen zwischen Handfläche und Objekt möglich. Dies garantiert einen sicheren Griff.

Die entwickelten Funktionalitäten wurden auf der CeBIT 2009 in Hannover in einem "Tisch Aufräumen"-Szenario einem breiten Publikum erfolgreich präsentiert. Der gezeigte autonome Roboter mit zwei Händen und zwei Armen konnte selbständig Objekte erkennen, lokalisieren, greifen und wegbringen.

### **DEXMART - Dexterous and autonomous dual-arm/hand robotic manipulation with smart sensory-motor skills: A bridge from natural to artificial cognition**

*(A. Hermann, R. Jäkel, T. Kerscher, M. Lösch, S. Rühl, S. Schmidt-Rohr, Z. Xue)*

Im EU-Projekt DEXMART werden Methoden und Hardware entwickelt, die es Robotern erlauben, geschickte ein- und zweihändige Handhabungen und Objektmanipulationen durchzuführen und aus der Beobachtung von Menschen zu erlernen. Dabei sollen insbesondere die Unwägbarkeiten realer Anwendungen wie unsichere Sensorergebnisse in die Lösungen mit einfließen.

Die Arbeiten am FZI haben dabei zwei Schwerpunkte: Die Beobachtung menschlicher

Vorfürhungen von geschickten Handhabungen mit anschließender Analyse der Demonstration und darauf aufbauend die Generierung von Handlungsstrategien einerseits, und die Ausführung geschickter Manipulationen auf einem realen Roboter andererseits. Bei der Beobachtung und Analyse werden aufgezeichnete Demonstrationen abstrahiert, so dass Hypothesen über die beabsichtigten Ziele der Handlung entwickelt und generische Lösungen bestimmt werden können. Für die Ausführung werden Überwachungs- und Steuerungsstrategien entwickelt, die Unsicherheiten in den vorliegenden Daten in die Berechnung der nächsten durchzuführen Aktion einbeziehen.

Die entworfenen Verfahren werden auf einem Demonstrator in einem Cafeteria-Szenario eingesetzt. Dabei soll der Roboter etwa einen Tisch decken, Kaffee einschenken oder den Benutzer mit Snacks versorgen.

### **Fahrerlose Transportsysteme**

*(J. Oberländer, A. Rönnau, K. Uhl)*

In einer langjährigen Partnerschaft mit der Firma Swisslog Telelift wurde eine Steuerung für Fahrerlose Transportsysteme (FTS) entwickelt. Diese besteht aus einer autonomen Bewegungssteuerung für Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), welche mit Hilfe eines Scanmatchingverfahrens navigiert werden. Dabei kommen für den Personenschutz ohnehin notwendige Laserscanner zum Einsatz, sowie eine zentrale Steuerung, die eine Flotte von FTF koordiniert, Transportaufträge optimal auf die Flotte verteilt und Peripheriegeräte wie Fahrstühle, Türen, Eingabeterminals etc. steuert. Durch den Einsatz dieses FTS in unterschiedlichen Krankenhäusern in Europa, den USA sowie Asien werden die Anforderungen kontinuierlich erweitert und den Gegebenheiten vor Ort angepasst.

Im vergangenen Jahr wurde außerdem mit Swisslog Telelift zusammen ein Retrofit einer fast 20 Jahre alten FTS Anlage mit 60 Fahrzeugen durchgeführt. Dabei entwickelte Swisslog Telelift ein neues FTF, welches vom FZI mit einer autonomen Bewegungssteuerung ausgerüstet wurde. In diesem Projekt war die Kompatibilität mit dem Bestandssystem von hoher Wichtigkeit, um einen fließenden Übergang vom alten zum neuen System zu ermöglichen. Das Ergebnis ist ein Fahrerloses Transportsystem, welches mit dem alten System kompatibel ist und gleichzeitig dessen Leistung und Zuverlässigkeit übertrifft.

### **CommRob - Entwicklung eines Intelligenten Einkaufswagens**

*(M. Göller, T. Kerscher)*

Am FZI wird zusammen mit Partnern aus Wissenschaft (LAAS, KTH, TUW) und Industrie (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.

Im Jahr 2009 wurden die in den letzten zwei Jahren entwickelten Funktionalitäten der

verschiedenen Partner auf einem gemeinsamen Roboter am FZI integriert. Diese umfassen das Navigationssystem, die Benutzeridentifizierung und die Benutzerschnittstelle. Mit dem Gesamtsystem Einkaufsassistenzroboter wurden in unterschiedlichen Test die verschiedenen Funktionalitäten durch Probanden geprüft und evaluiert.

Ein besonderes Augenmerk der Arbeiten des FZIs lag neben dem enormen Aufwand der Integrationsplanung und -ausführung auf der Entwicklung von kooperativem Roboter-Roboter-Verhalten.

### **KHG - Bedienerunterstützung bei der Fernhantierung (IFA)**

*(T. Kerscher, A. Rönnau)*

Die Kerntechnische Hilfsdienst GmbH (KHG) wurde von den Betreibern deutscher Kernkraftwerke, der Brennstoffkreislaufindustrie und den Großforschungszentren gegründet, um bei Störfällen die Anlage zu stabilisieren, die Ursache zu analysieren und die Folgen des Störfalles zu beseitigen.

Das Leichte Manipulatorfahrzeug (LMF), eine teleoperierte Roboterplattform, unterstützt die KHG bei dieser Aufgabe. Um den Bediener des LMF zu unterstützen wurde eine 3D-Scan Segmentierung entwickelt. Diese nutzt die 3D-Daten des RoSi-Systems (Rotierender SICK-Laserscanner), das in einem vorangegangenen Projekt für die KHG entwickelt wurde. Die entwickelte Scan-Segmentierung ist sehr robust und kann in verschiedensten Szenarien eingesetzt werden. Der Einsatz ist hierbei nicht nur auf Gebäude oder Anlagen beschränkt. Das System kann auch im Freien verwendet werden. Die Ergebnisse werden in kurzer Zeit berechnet und visualisiert, so dass der Bediener in seiner Arbeit nicht unterbrochen oder gestört wird.

Ein besonderes Augenmerk der Arbeiten des FZIs lag neben dem enormen Aufwand der Integrationsplanung und -ausführung die Entwicklung von kooperativen Roboter-Roboter-Verhalten.

### **LAURON - Schritt für Schritt zur Anwendung**

*(T. Kerscher, A. Rönnau)*

Die Konstruktion und Bewegungssteuerung der sechsbeinigen Laufmaschine LAURON orientiert sich an der Indischen Stabheuschrecke. Dieses Insekt ist zu erstaunlichen Lauf- und Kletterleistungen fähig. Ein großer Vorteil der Stabheuschrecke sind ihre sechs Beine. Diese ermöglicht das sichere statisch stabile Laufen. LAURON kann wie die Stabheuschrecke auch während des Laufens immer mindestens drei Beine auf dem Boden halten. Somit ist die Körperlage von LAURON zu jeder Zeit stabil und sie kann auch über äußerst schwieriges und unstrukturiertes Gelände laufen.

Neue federgedämpfte Fußsensoren verbessern den Bodenkontakt und dämpfen Schläge und Stöße ab. Dies schont die Mechanik und sorgt für ein ruhigeres Laufen. Durch Messen des Federwegs, werden zusätzliche Kräfte an den Fußspitzen bestimmt. Diese ergänzen die Informationen der verwendeten 3D Kraftsensoren.

LAURON kann sich mit der Hilfe einer Navigationsplanung auch in unbekanntem Gebieten

zurechtfinden. Eine globale Navigationsplanung erzeugt zunächst Pfade, die jedoch keine dynamischen Hindernisse berücksichtigen. Diese Hindernisse werden mit einem hochauflösenden Umweltmodell durch die lokale Navigation geschickt umlaufen. Die lokale Navigation nutzt die Pfade der globalen Navigation und erzeugt hieraus Zwischenpunkte. So muss die lokale Navigation nur zwischen zwei solcher Punkte navigieren. Durch die Kombination der lokalen und globalen Navigation ist LAURON in der Lage sich auch in völlig unbekanntem Umgebungen zielgerichtet und zugleich kollisionsfrei zu bewegen.

### **Mobile IT-Navigationsassistentz von Tür-zu-Tür und Person-zu-Person**

*(T. Kerscher, J. Oberländer)*

Im Bereich Mobile IT erforschte das FZI neue Technologien zur mobilen Assistentz unter Berücksichtigung ortsbezogener Informationen. Die Positionsbestimmung soll dabei sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden möglich sein und situationsbezogen eine umfassende Entscheidungsassistentz erlauben, sowie vernetzte Mobilität unter Einbeziehung unterschiedlichster Verkehrsmittel ermöglichen. Dazu wurden unter Berücksichtigung der jeweiligen Eigenschaften der verschiedenen Funknetztechnologien (Dämpfung, Reflektion, etc.) und den vorliegenden örtlichen Gegebenheiten maßgeschneiderte Lösungen für unterschiedliche Anwendungsszenarien erforscht. Zur Realisierung der mobilen Assistentzfunktionen mussten Verfahren zur sensorbasierten Selbstlokalisierung entwickelt werden. Als Demonstrator der Arbeiten wird ein elektrischer Personentransporter eingesetzt. Dieser ist durch verschiedene Erweiterungen und aufgrund der Lokalisierung des Zielobjekts in der Lage bei einer Anfrage autonom zu einem Nutzer zu navigieren, diesen aufzunehmen und automatisch zu dem gewünschten Gesprächspartner oder Einsatzort zu navigieren.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge

**Azad, P.:** Visual Perception for Manipulation and Imitation in Humanoid Robotics. 1. Auflage Heidelberg, Berlin: Springer, 2009, (Cognitive Systems Monographs; 4)

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Asfour, T.; Do, M.; Welke, K.; Bierbaum, A.; Azad, P.; Vahrenkamp, N.; Gärtner, S.; Ude, A.; Dillmann, R.:** From Sensorimotor Primitives to Manipulation and Imitation Strategies in Humanoid Robots. In: 14th International Symposium on Robotics Research, Proceedings. Hrsg.: Roland Siegwart. ISRR2009, Lucerne, Switzerland, 31.08.-03.09.2009

**Bierbaum, A.; Schill, J.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Force Position Control for a Pneumatic Anthropomorphic Hand. In: IEEE-RAS 9th International Conference on Humanoid Robots, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 21-27

**Brechtel, S.; Gindele, T.; Vogelgesang, J.; Dillmann, R.:** Probabilistisches Belegtheitsfilter zur Schätzung dynamischer Umgebungen unter Verwendung multipler Bewegungsmodelle. In: Autonome Mobile Systeme 2009, 21. Fachgespräch. Hrsg.: R. Dillmann, J. Beyerer, C. Stiller, J.M. Zöllner, T. Gindele. AMS 2009, Karlsruhe, Germany, 03.-

04.12.2009. Heidelberg, Berlin: Springer, 2009, S. 49-56

**Delles, M.; Rengier, F.; von Tengg-Kobligk, H.; Ley, S.; Kauczor, H.-U.; Unterhinninghofen, R.; Dillmann, R.:** Quadratic phase offset error correction of velocity-encoded magnetic resonance imaging data. In: CARS 2009 Computer Assisted Radiology and Surgery, 23rd International Congress and Exhibition, Proceedings. Hrsg.: Lemke, H.U.; Vannier, M.W.; Inamura, K.; Farman, A.G.; Doi, K.; CARS 2009, Berlin, Germany, 23.-27.06.2009. Heidelberg, Berlin: Springer, 2009

**Do, M.; Romero, J.; Kjellstrom, H.; Azad, P.; Asfour, T.; Kragic, D.; Dillmann, R.:** Grasp recognition and mapping on humanoid robots. In: IEEE-RAS 9th International Conference on Humanoid Robots, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 465-471

**Gindele, T.; Brechtel, S.; Schröder, J.; Dillmann, R.:** Bayesian Occupancy Grid Filter for Dynamic Environments Using Prior Map Knowledge. In: 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IV09, Xian, Shaanxi, China, 03.-05.06.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 669-676

**Göller, M.; Devy, M.; Kerscher, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.; Germa, T.; Lerasle, F.:** Setup and Control Architecture for an Interactive Shopping Cart in Human All Day Environments. In: Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICAR 2009, Munich, Germany, 22.-26.07.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 1-6

**Gonzalez-Aguirre, D.; Asfour, T.; Bayro-Corrochano, E.; Dillmann, R.:** On Environmental Model-Based Visual Perception for Humanoids. In: 14th Iberoamerican Conference on Pattern Recognition, Proceedings. Hrsg.: Eduardo Bayro-Corrochano, Jan-Olof Eklundh. CIARP 2009, Guadalajara, Jalisco, Mexico, 15.-18.11.2009. Berlin; Heidelberg: Springer, 2009, S. 901-909, (Lecture Notes in Computer Science; 5856)

**Hazer, D.; Finol, E. A.; Kostrzewa, M.; Kopaigorenko, M.; Richter, G. M.; Dillmann, R.:** Computational Biomechanics and Experimental Validation of Vessel Deformation based on 4D-CT Imaging of the Porcine Aorta. In: Medical Imaging 2009: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging, Proceedings. Hrsg.: Xiaoping P. Hu, Anne V. Clough. SPIE Medical Imaging 2009, Orlando, FL, USA, 07.-12.02.2009. Bellingham, WA, USA: SPIE, 2009, S. 72621F.1-72621F.9, (Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging; 7262)

**Kerscher, T.; Dillmann, R.:** Elastic actuation for biped walking using fluidic muscles. In: 9th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids09),

Workshop: Modeling, Simulation and Optimization of Bipedal Walking, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009

**Kühnle, J.; Xue, Z.; Grundmann, T.; Verl, A.; Rühl, S.; Eidenberger, R.; Zöllner, J. M.; Zöllner, R. D.; Dillmann, R.:** 6d object localization and obstacle detection for collision-free manipulation with a mobile service robot. In: Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICAR 2009, Munich, Germany, 22.-26.07.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 1-6

**Lösch, M.; Gärtner, S.; Knoop, S.; Schmidt-Rohr, S.R.; Dillmann, R.:** A human body model initialization approach made real-time capable through heuristic constraints. In: 14th International Conference on Advanced Robotics, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICAR 2009, Munich, Germany, 22.-26.06.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 1-6

**Röhl, S.; Speidel, S.; Sudra, G.; Gehrig, T.; Müller-Stich, B.-P.; Gutt, C.; Dillmann, R.:** A surface model for intraoperative soft tissue registration. In: CARS 2009 Computer Assisted Radiology and Surgery, 23rd International Congress and Exhibition, Proceedings. Hrsg.: Lemke, H.U.; Vannier, M.W.; Inamura, K.; Farman, A.G.; Doi, K.; CARS 2009, Berlin, Germany, 23.-27.06.2009. Heidelberg, Berlin: Springer, 2009, S. 106-112

**Roennau, A.; Kerscher, T.; Ziegenmeyer, M.; Zoellner, J. M.; Dillmann, R.:** Six-legged walking machine in rough terrain based on foot point planning. In: 12th International Conference on Climbing and Walking Robots, Proceedings. Hrsg.: O. Tosun, H. L. Akin, M. O. Tokhi, G. S. Virk. CLAWAR 2009, Istanbul, Turkey, 09.-11.09.2009. Singapore 596224: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2009, S. 591-598

**Ruehl, S. W.; Xue, Z.; Zoellner, J. M.; Dillmann, R.:** Integration of a loop based and an event based framework for control of a bimanual dextrous service robot. In: IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics 2009, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Robio 2009, Guilin, China, 19.-23.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2010

**Speidel, S.; Benzko, J.; Krappe, S.; Sudra, G.; Azad, P.; Müller-Stich, B. P.; Gutt, C.; Dillmann, R.:** Automatic Classification of Minimally Invasive Instruments Based on Endoscopic Image Sequences. In: Medical Imaging 2009: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling, Proceedings. Hrsg.: Michael I. Miga, Kenneth H. Wong. SPIE Medical Imaging 2009, Orlando, FL, USA, 07.-12.02.2009. Bellingham, WA, USA: SPIE, 2009, S. 72610A.1 - 72610A.8, (Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling; 7261)

**Strand, M.; , Dillmann, R.:** Approximation and Segmentation of Objects in Pointclouds using Superquadrics. In: Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Information and Automation. Hrsg.: IEEE

Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICIA 2009, Zhuhai/Macau, China, 22.-25.06.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 36

**Sudra, G.; Katic, D.; Braun, M.; Speidel, S.; Castrillon-Oberndorfer, G.; Eggers, G.; Marmulla, R.; Dillmann, R.:** Wissensbasierte Modellbildung und Situationsinterpretation für eine kontextbezogene Chirurgieassistenz. In: Informatik 2009, Im Focus das Leben - 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik 2009, Proceedings. Hrsg.: Stefan Fischer, Erik Maehle, Rüdiger Reischuk. 39. GI-Jahrestagung, Lübeck, Germany, 28.09.-02.10.2009. Bonn, Germany: Bonner Köllen Verlag, 2009, S. CD-ROM, (GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI); P-154)

**Ulbrich, S.; Ruiz, V.; Asfour, T.; Torras, C.; Dillmann, R.:** Rapid Learning of Humanoid Body Schemas with Kinematic Bezier Maps. In: IEEE-RAS 9th International Conference on Humanoid Robots, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 431-438

**Unterhinninghofen, R.; Ley, S.; Dillmann R.:** Consistency of Flow Quantifications in tri-directional Phase-Contrast MRI. In: Medical Imaging 2009: Image Processing, Proceedings. Hrsg.: Josien P. W. Pluim; Benoit M. Dawant. SPIE Medical Imaging 2009, Orlando, FL, USA, 07.-12.02.2009. Bellingham, WA, USA: SPIE, 2009, S. 72592C.1-72592C.8, (Image Processing; 7259)

**Vahrenkamp, N.; Berenson, D.; Asfour, T.; Kuffner, J.; Dillmann, R.:** Humanoid Motion Planning for Dual-Arm Manipulation and Re-Grasping Tasks. In: 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. IROS 2009, St. Louis, USA, 11.-15.10.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 2464-2470

**Welke, K.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Active Multi-View Object Search on a Humanoid Head. In: 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICRA 2009, Kobe, Japan, 12.-17.05.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 417-423

**Wieland, S.; Gonzalez-Aguirre, D.; Vahrenkamp, N.; Asfour, T.; Dillmann, R.:** Combining Force and Visual Feedback for Physical Interaction Tasks in Humanoid Robots. In: IEEE-RAS 9th International Conference on Humanoid Robots, Proceedings. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 439-446

**Xue, Z.; Kasper, A.; Zoellner, J. M.; Dillmann, R.:** An automatic grasp planning system for service robots. In: Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics. Hrsg.: IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. ICAR 2009, Munich, Germany, 22.-26.07.2009. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 2009, S. 1-6

### Beiträge in Zeitschriften:

**Göller, M.; Steinhardt, F.; Kerscher, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:** Robust Navigation System Based on RFID Transponder Barriers for the Interactive Behavior-Operated Shopping Trolley InBOT. In: Industrial Robot, Band 4, Heft 36, 2009, S. 377-388

**Knoop, S.; Vacek, S.; Dillmann, R.:** Fusion of 2d and 3d sensor data for articulated body tracking. In: Robotics and Autonomous Systems, Band 57, Heft 3, 2009, S. 321-329

**Ley-Zaporozhan J, Unterhinninghofen R, Rengier F, Markl M, Eichhorn J, von Tengg-Koblick H, Ley S.:** Four-dimensional visualization of thoracic blood flow by magnetic resonance imaging in a patient following correction of transposition of the great arteries (d-TGA) and uncorrected aortic coarctation.; In: Acta Radiologica, Band 8, Heft 50, 2009, S. 909-913

**Tamosiunaite, M.; Asfour, T.; Wörgötter, F.:** Learning to reach by reinforcement learning using a receptive field based function approximation approach with continuous actions. In: Biological Cybernetics, Band 100, Heft 3, 2009, S. 249-260



## Forschungsbereich

**Intelligente  
Sensor-Aktor-Systeme****Institut für Anthropomatik**

Leiter:	Prof. Dr. U. D. Hanebeck
Sekretärin:	Dr. D. Gambichler
Akadem. Mitarbeiter:	M. Baum, Dr. F. Beutler, E. Bogatyrenko, P. G. Dunau (ab 01.11.2009), H. Eberhardt (ab 01.02.2009), A. Hekler (ab 01.01.2009), V. M. Klumpp (F), P. Krauthausen (F), D. Lyons (ab 01.04.2009), B. Noack (ab 01.03.2009), F. Packi (ab 15.10.2009)
Doktorandin:	A. Pérez Arias (F)
Techniker:	C. Gröbel (ab 15.08.2009), W. Rihm (bis 30.04.2009)
Techn. Mitarbeiter:	W. Bleier, H. Merkle
Fotolaborantin:	A. Oberle

**Lehrstuhl-Einleitung**

(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-Netzwerken, Medizintechnik, verteilten Messsystemen 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 nichtlinearen 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 Methoden 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. 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 Informationsverarbeitung 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.

### **Drahtlose Lokalisierung von Objekten in Indoor-Umgebungen**

(F. Packi)

Zum Verfolgen von bewegten Objekten im dreidimensionalen Raum können Schallwellen von ortsfesten bekannten Senderpositionen genutzt werden, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten bei den mobilen Empfängern ankommen. Über deren unterschiedliche Signallaufzeit kann eine Lageschätzung stattfinden, die - wie schon im vorangegangenen Abschnitt beschrieben - zu Zwecken der Telepräsenz oder für andere Indoor-Tracking-Anwendungen nutzbar ist.

Um dem Benutzer ein hohes Maß an Ergonomie zu bieten, wurde ein drahtloses System mit geringen Abmessungen und niedrigem Gewicht entwickelt, das in Form eines Rucksacks direkt am Körper getragen wird. Basierend auf eingebetteter Hardware kann die Position und Blickrichtung des Benutzers quasi in Echtzeit ermittelt werden und in die Berechnung der Lage in der virtuellen (bzw. entfernten) Umgebung eingehen. Die Visualisierung findet dann auf einem Head-Mounted-Display auf Basis der ermittelten Kamera-Perspektive statt.



*Benutzer in der Telepräsenzumgebung.*

*Der Rucksack enthält das Trackingssystem, es wird durch Akkus gespeist.*

### **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 rela-

tiven Genauigkeit zur Verfügung, um einen möglichst realistischen Eindruck zu erreichen.



*Stereo-Head-Mounted-Display, das mit Mikrofonen und einem Gyroskopwürfel ausgestattet wurde, und ein Handtracker, bestehend aus 4 Mikrofonen*

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.

## **Intentionserkennung in der Mensch-Roboter-Kooperation**

*(P. Krauthausen)*

Die menschliche Kommunikation und Kooperation basiert wesentlich 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 den humanoiden Roboter ARMAR genutzt werden kann.

Für die Intentionserkennung wird am ISAS ein stochastischer Ansatz mit hybriden dynamischen Bayesnetzen verfolgt. Als probabilistische, graphische Modelle erlauben Bayesnetze die explizite Modellierung kausaler Zusammenhänge zwischen Situationen, Intentionen, Aktionen und Beobachtungen. Im Mittelpunkt der systemtheoretischen Betrachtungen steht die Behandlung nichtlinearer Abhängigkeiten zwischen Variablen sowie Szenarien, in denen gemischtwertige Mengen von Zufallsvariablen auftreten.

In den nächsten Schritten werden die automatische Spezialisierung der kausalen Modelle an die vorliegende Situation zur Laufzeit und die Bestimmung der Modellparameter aus Lerndaten untersucht. Bei der situationsbedingten Inferenz steht die Aufwandsreduktion im Vordergrund, um die mit dem Detailgrad der Modellierung steigende Modellgröße zu kompensieren. Die Herausforderungen bei der Bestimmung der Modellparameter sind die geringen Datenmengen und die einheitliche Betrachtung der gemischtwertigen Mengen von Zufallsvariablen. Als Testumgebung wird ein virtueller Haushalt im weiträumigen Telepräsenzsystems des ISAS verwendet.

## Miniaturisierte Laufroboter

(A. Hekler, M. Huber)

Zur Evaluierung von entwickelten Verfahren aus den Bereichen Zustandsschätzung (z. B. kooperative Positionsschätzung), Einsatzplanung (z. B. Sensoreinsatzplanung) und modellprädiktiver Regelung (z. B. Bahnplanung) wird am ISAS eine Testumgebung mit miniaturisierten Laufrobotern aufgebaut. Diese Roboter verfügen über sechs, voneinander unabhängige, aktorische Freiheitsgrade, sodass neben den Grundbewegungsmustern Rotation, Vorwärts- und Seitwärtslaufen auch beliebige Überlagerungen dieser drei Basisbewegungen ausgeführt werden können. Diese Bewegungsvielfalt ermöglicht die Realisierung von unterschiedlichen kinematischen Modellen. Für den autonomen Betrieb verfügen die Laufroboter über Funkkommunikation, einen Lithium-Polymer-Akkumulator zur Energieversorgung sowie einen Mikrocontroller zur Bewegungssteuerung. Mit einer Deckenkamera, die ihren gesamten Aktionsraum überblickt, können zudem die tatsächlichen Positionen der einzelnen Roboter ermittelt werden. Diese können zum einen zu Kontrollzwecken verwendet werden, zum anderen lassen sich dadurch auch eine Vielzahl von verschiedenen Sensoren, wie beispielsweise Ultraschallsensoren zur Abstandsmessung, emulieren.



ISAS  
Miniaturisierte  
Laufroboter

## Modellbasierte Schätzung der Herzbewegung

(E. Bogatyrenko)

Robotergestützte Operationen am schlagenden Herzen, wie z. B. die Legung von Bypässen, erfordern von einem Chirurgen eine ständig hohe Konzentration. Zur Erleichterung und Verbesserung der chirurgischen Arbeit bei Herzoperationen wird am ISAS ein computerbasiertes Chirurgesystem mit dem Ziel entwickelt, den Chirurgen bei Operationen am schlagenden Herzen zu unterstützen. Dafür sollen die Chirurgieinstrumente automatisch mit der Bewegung des Herzens synchronisiert werden.

Für die Synchronisation ist die Rekonstruktion der Herzbewegung für jeden Patienten notwendig. Damit auch die Bewegung in den Bereichen des Herzens, die nicht für die Messung zugänglich sind, rekonstruiert werden kann, werden Methoden zur modellbasierten Schätzung der Herzbewegung entwickelt, wobei die Informationen über die Bewegung der Herzoberfläche mit einem Kamerasystem gewonnen werden. Aktuell werden elementfreie Methoden zur Modellierung der Herzoberfläche entwickelt. Im Gegensatz zu FEM-Methoden erlauben diese eine schnellere Anpassung des Modells an den Patienten und dadurch einen besseren operativen Einsatz. Die Evaluierung des Systems erfolgt anhand

der Messungen der Bewegung des druckluftgesteuerten künstlichen Herzens.

Das Projekt wird im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs GRK 1126 Intelligente Chirurgie gefördert.

### **Multilateration Tracker**

*(P. G. Dunau)*

In Kooperation mit der Comsoft GmbH erfolgt die Entwicklung eines Trackingsystems für die zivile Luftfahrt. In der Luftraumüberwachung ist es wichtig, für eine sehr genaue Positionsbestimmung zu sorgen, um die Sicherheit zu garantieren und eine effektive und effiziente Nutzung des Luftraums zu ermöglichen. Ziel dieses Projekts ist, ein kostengünstiges System zu entwickeln, das eine genaue Luftraumüberwachung ermöglicht.

Beim Multilaterationsproblem sind die Positionen der Sensoren bekannt. Zudem senden die Flugzeuge Signale aus mit dem Ziel, die eigene Position zu bestimmen. In den Sensoren werden Empfangszeitpunkte und die zugehörigen Identifikationen des Flugzeugs gemessen. Ausgehend von den Empfangszeitpunkten werden die Positionen der Flugzeuge bestimmt. Klassische Verfahren subtrahieren die Empfangszeitpunkte voneinander und erzeugen damit Zeitdifferenzen, sog. Time Differences of Arrival (TDOAs). Diese Subtraktion resultiert im Verlust von Informationen.

Am ISAS werden zunächst nichtlineare Filterverfahren auf TDOA Messungen angewendet. In einer Weiterentwicklung erfolgt die Schätzung der Position auf der Basis der Empfangszeitpunkte. Damit wird eine genauere Lokalisierung ermöglicht. Die Leistungssteigerung des Verfahrens wird anhand von Simulationen und mit realen Messungen in Experimenten gezeigt.

### **Nichtlineare Zustandsschätzung**

*(M. Baum, F. Beutler, H. Eberhardt, M. Huber, V. M. Klumpp, D. Lyons, B. Noack)*

Die Zustandsschätzung ermöglicht das Schließen nicht direkt zugänglicher Systemzustände aus fehlerbehafteten Messungen. Typische Anwendungen ergeben sich in Ortungsaufgaben (z. B. Fahrzeugnavigation, Roboterlokalisierung), in der Signalverarbeitung (z. B. Kanalschätzung, Frequenzdemodulation) oder bei der Rekonstruktion verteilter Phänomene (z. B. Schadstoffverteilungen, Lawinendetektion). Für nichtlineare dynamische Systeme mit stochastischen Störeinflüssen ist dieses Problem noch nicht befriedigend gelöst, da bei der rekursiven Verarbeitung die Komplexität der auftretenden Wahrscheinlichkeitsdichten 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, auf Raumeinteilungsverfahren beruhende Repräsentationen, sowie Dichten aus orthogonalen Funktionsreihen. Ein weiterer Ansatz ist die Approximation der Systemfunktionen durch bedingte Dichten, die durch Gaußmisch- und

hybride Dichten dargestellt werden.

In vielen Fällen ist es erforderlich, Wahrscheinlichkeitsdichten höherer Ordnung zu verarbeiten. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn bestimmte Parameter und Eigenschaften des betrachteten Systems unbekannt sind. Hierzu werden Verfahren untersucht, die es erlauben den Systemzustand anhand einer Menge oder einer Verteilung von Wahrscheinlichkeitsdichten zu beschreiben, wodurch sich alle unbekanntes Größen berücksichtigt lassen.

### **Sensor-Aktor-Netzwerke**

*(M. Huber, D. Lyons, B. Noack, 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 oder im Grundwasser.

Am ISAS entwickelte, modellbasierte Verfahren für Sensor-Aktor-Netzwerke erlauben die Rekonstruktion und Identifikation eines komplexen verteilten Phänomens (wie z. B. der Schadstoffkonzentration) mittels einer geringen Anzahl von Sensormesswerten. Mit der systematischen Behandlung der auftretenden Unsicherheiten kann der Informationsgewinn zukünftiger Messungen präzisiert werden, wodurch eine optimale Einsatzplanung der Netzwerkknoten bezüglich eines geringen Energie- und Kommunikationsbedarfs sowie einer hohen Messgenauigkeit durchführbar ist. Für die Bewertung des Informationsgewinns zukünftiger Messungen werden am ISAS neuartige informationstheoretische Maße erforscht.

Ein weiterer Aspekt zur Reduktion des Kommunikations- und Rechenaufwands 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 unbekannter stochastischer Abhängigkeiten als besondere Herausforderung. Am ISAS werden zu diesem Zweck robuste Verfahren entwickelt, die eine konservative Abschätzung dieser Abhängigkeiten vornehmen. Zu diesen Verfahren zählt insbesondere die Erweiterung stochastischer Schätzmethoden um mengenbasierte Unsicherheitsbeschreibungen. Dadurch sollen unbekanntes Abhängigkeiten systematisch einbezogen und konsistente Schätzergebnisse garantiert werden.

### **Stochastische modell-prädiktive Regelung**

*(A. Hekler, D. Lyons)*

Für viele technische Systeme ist eine qualitativ hochwertige Regelung von großer Bedeutung. Mit Methoden der modell-prädiktiven Regelung (MPC) kann diesem Anspruch Rechnung getragen werden, da diese im Gegensatz zu klassischen Regelungsverfahren nicht nur den aktuellen Systemzustand, sondern auch das zukünftige stellwertabhängige Systemverhalten berücksichtigen.

Die am ISAS entwickelten Verfahren zur stochastischen nichtlinearen modell-prädikti-

ven Regelung (SNMPC) zeichnen sich insbesondere durch die systematische Einbeziehung von Unsicherheiten und Nichtlinearitäten aus, wobei hierfür die am Lehrstuhl entwickelten Techniken zur Dichteapproximation zum Einsatz kommen. Neben klassischen Bewertungsfunktionen für eine Stellgrößensequenz, wie z. B. der quadratischen Abweichung des Zustands, ermöglicht die Berücksichtigung stochastischer Größen zudem deutlich ausdrucksstärkere und anwendungsspezifischere Gütefunktionen. Diese können beispielsweise auf Gauß- oder Dirac-Mischfunktionen basieren.

Die Effektivität der entwickelten Verfahren wird anhand von Simulationen und Experimenten mit einem Team von miniaturisierten Laufrobotern gezeigt.

### Tracking ausgedehnter Objekte

(M. Baum)

Viele technische Systeme müssen sich ein Bild von der Umwelt, in der sie agieren, machen. Dazu gehört oftmals auch das Lokalisieren und Verfolgen von räumlich ausgedehnten Objekten. Ein Beispiel hierfür ist ein mobiler Service-Roboter, der mit einem hochauflösenden Laser-Scanner Personen in seiner Umgebung verfolgt. Im Unterschied zu dem klassischen Tracking-Problem erhält man Messungen von verschiedenen unbekanntenen Punkten auf dem Zielobjekt. Es ist daher nötig, die Ausdehnung des Objektes zusätzlich zu seiner Position mitzuschätzen.

Am ISAS wurden verschiedene neue Ansätze zum Tracking von ausgedehnten Objekten entwickelt. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Unwissenheit über die gemessenen Punkte auf dem Zielobjekt mit mengenbasierten als auch stochastischen Unsicherheiten modelliert werden. Hierdurch wird eine hohe Robustheit gegenüber Fehlern in der Objektmodellierung erreicht. Wird die Objektausdehnung mit einer Ellipse beschrieben, können sogar geschlossene Formeln für das Schätzproblem hergeleitet werden.

### Weiträumige Telepräsenz

(A. Pérez Arias)

Die weiträumige Telepräsenz vermittelt einem Benutzer den Eindruck, sich in einer entfernten realen oder virtuellen Zielumgebung zu befinden. Dort wird er von einem mobilen Roboter, dem Teleoperator, bzw. einem Avatar vertreten. Dieser nimmt visuelle und akustische Sinneseindrücke aus der Zielumgebung auf und überträgt diese in Echtzeit an den Benutzer. Die Bewegungen des Benutzers werden mit einem akustischen Ortungssystem erfasst, an den Teleoperator übertragen und von diesem imitiert. Damit kann der Benutzer die Zielumgebung durch natürliches Umhergehen erkunden. Durch den Einsatz der



Bewegungskompression ist eine weiträumige Bewegung am Einsatzort auch dann möglich, wenn die Benutzerumgebung kleiner als die Zielumgebung ist.

Um einen möglichst realistischen Eindruck beim Kontakt mit Begrenzungen der entfernten Umgebung oder bei der Manipulation von Gegenständen zu gewährleisten, wurde das entwickelte System zur weiträumigen Telepräsenz um eine haptische Komponente ergänzt. Dazu wurde eine neuartige haptische Schnittstelle entwickelt, welche eine weiträumige Bewegung bei gleichzeitiger Übertragung von Kräfteindrücken aus der entfernten Umgebung erlaubt.

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

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

**Baum, M.; Hanebeck, U. D.:** Extended Object Tracking based on Combined Set-Theoretic and Stochastic Fusion. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 1288-1295

**Baum, M.; Hanebeck, U. D.:** Random Hypersurface Models for Extended Object Tracking. In: Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT 2009). Ajman, United Arab Emirates, 14.-17.12.2009. S. 178-183

**Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.:** Gaussian Filtering using State Decomposition Methods. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 579-586

**Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.:** Instantaneous Pose Estimation using Rotation Vectors. In: IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2009). Taipei, Taiwan, 19.-24.04.2009. S. 3413-3416

**Bogatyrenko, E.; Hanebeck, U.D.; Szabo, G.:** Heart Surface Motion Estimation Framework for Robotic Surgery Employing Meshless Methods. In: Proceedings of the 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2009). St. Louis, MO, USA, 11.-15.10.2009. S. 67-74

**Deisenroth, M.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.:** Analytic Moment-based Gaussian Process Filtering. In: 26th International Conference on Machine Learning (ICML 2009). Montreal, Canada, 14.-18.06.2009. S. 225-232

**Ehrhardt, P.; Hanebeck, U. D.; Hengst, S.; Kretz, T.; Pérez Arias, A.; Vortisch, P.:** A Framework for Evaluating the VISSIM Traffic Simulation with Extended Range Telepresence. In: Proceedings of the 22nd Annual

Conference on Computer Animation and Social Agents (CASA 2009). Amsterdam, The Netherlands, 17.-19.06.2009. S. 13-16

**Hanebeck, U.D.; Huber, M.F.; Klumpp, V.:** Dirac Mixture Approximation of Multivariate Gaussian Densities. In: Proceedings of the 2009 IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2009). Shanghai, China, 16.-18.12.2009. S. pp. 3851-3858

**Hanebeck, U. D.; Huber, M.; Kuwertz, A.; Sawo, F.:** Distributed Greedy Sensor Scheduling for Model-based Reconstruction of Space-Time Continuous Physical Phenomena. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 102-109

**Hanebeck, U. D.; Klumpp, V.:** Bayesian Estimation with Uncertain Parameters of Probability Density Functions. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 1759-1766

**Hanebeck, U. D.; Klumpp, V.:** Nonlinear Fusion of Multi-Dimensional Densities in Joint State Space. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 2044-2051

**Hanebeck, U. D.; Klumpp, V.; Noack, B.:** State Estimation with Sets of Densities considering Stochastic and Systematic Errors. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 1751-1758

**Hanebeck, U. D.; Krauthausen, P.:** Intention Recognition for Partial-Order Plans Using Dynamic Bayesian Networks. In: Proceedings of the 12th International Conference on Information Fusion (Fusion 2009). Seattle, Washington, USA, 06.-09.07.2009. S. 444-451

**Hanebeck, U. D.; Pérez Arias, A.:** A Novel Haptic Interface for Extended Range Telepresence: Control and Evaluation. In: Proceedings of the 6th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2009). Milan, Italy, 02.-05.07.2009. S. 222-227

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Huber, M.:** Probabilistic Instantaneous Model-Based Signal Processing applied to Localization and Tracking. In: Journal of Robotics and Autonomous Systems, Selected papers from 2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration (MFI 2006), Band 57, Heft 3, 2009, S. 249-258

**Institut für Anthropomatik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. T. Schultz
Sekretariat:	H. Scherer
Akadem. Mitarbeiter:	C. Amma (ab 15.09.2009), D. Gehrig (F), D. Heger (ab 01.08.2009), K. Laskowski (bis 31.05.2009), F. Putze (F), K. Schaaff (bis 31.05.2009), T. Schlippe, N. T. Vu (ab 01.09.2009), M. Wand, Q. Yang

**Kognitive Systeme****Kognitive Systeme**

Das Cognitive Systems Lab (CSL) am Institut für Anthropomatik (IfA) beschäftigt sich mit menschenzentrierten Technologien und Anwendungen auf der Basis von Biosignalen, wie beispielsweise der Erfassung, Erkennung und Interpretation von Sprache, Muskel- und Hirnaktivitäten. Darüberhinaus wird die Eignung weiterer Biosignale für intuitive und effiziente Mensch-Maschine Schnittstellen untersucht. Derzeit werden Schnittstellen und Anwendungen entwickelt, die auf elektromyographischen, elektroenzephalographischen und biomechanischen Signalen basieren. Im Bereich Multilinguale Spracherkennung werden insbesondere Verfahren und Algorithmen entwickelt, die eine schnelle und effiziente Portierung von sprachverarbeitenden Systemen auf ungesehene Domänen und Sprachen erlauben.

**Analyse, Modellierung und Erkennung menschlicher Bewegungen**

*(C. Amma, D. Gehrig, T. Schultz)*

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 588 "Humanoide Roboter: lernende und kooperierende multimodale Roboter" werden am CSL 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, die augenblickliche Bewegung des Benutzers zu erkennen.

Für die Erkennung der Bewegungen werden Hidden-Markov-Modelle (HMMs) eingesetzt. Ein Schwerpunkt war die Erweiterung des bisherigen Bewegungserkennungssystems von marker- auf video-basierte Eingabewerte. Um Bewegungen mit Hilfe von Videos zu erfassen, wurden optical flow (Optischer Fluss) Histogramme verwendet. Diese Histogramme stellen einen alternativen Eingabevektor für die HMM-Bewegungserkennung dar. Das Verfahren wurde in Kooperation mit der Group on Human Motion Analysis (GoHuMAN) und dem Institut für Sport und Sportwissenschaft (IfSS) evaluiert. Zur Validierung wurden verschiedene Küchenbewegungen parallel mit Vicon und

Videokameras aufgezeichnet und die Erkennungsrate auf beiden Datensätzen miteinander verglichen. Darüberhinaus wurde das Erkennungssystem in einer Weise umgesetzt, die Live-Erkennung ermöglicht.

In einem weiteren Arbeitsbereich werden bewegungsbasierte Benutzerschnittstellen für "Wearable Computing" Systeme entwickelt. Diese Systeme sollen Benutzer bei Alltags- und Arbeitsaufgaben unterstützen und dabei möglichst wenig Aufmerksamkeit und physische Beanspruchung auf sich ziehen. Zu diesem Zweck wurde ein Datenhandschuh mit Bewegungssensoren entwickelt, der ein freies Schreiben in der Luft ermöglicht, vergleichbar dem Schreiben auf einer imaginären Tafel. Dies erlaubt eine komplexe Interaktion mit mobilen Computersystemen, ohne die Notwendigkeit, spezifische Geräte in der Hand zu halten. Die Bewegungen werden mit Beschleunigungs- und Drehratensensoren erfasst. Für die Schrifterkennung werden Hidden-Markov-Modelle (HMMs) eingesetzt. Es wurde ein Datenkorpus mit Schriftdaten unterschiedlicher Schreiber erstellt. Auf diesen Daten wurde eine schreiberunabhängige Erkennungsrate von 81,9% für die Erkennung von Einzelbuchstaben und eine schreiberabhängige Erkennungsrate von 97,5% für die Erkennung ganzer Worte erreicht. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde ein Live-Demonstrationssystem implementiert.

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

*(D. Heger, T. Schultz)*

Ziel des Teilprojektes "Lernen von Handlungswissen, Episoden und Kontext" des SFB 588 ("Humanoide Roboter") ist die Analyse und Beschreibung situativer Benutzereigenschaften, die es dem Roboter ermöglichen, in der Interaktion mit Menschen soziales Verhalten zu erlernen. Hierzu werden typische Formen der Mensch-Roboter-Interaktion im Hinblick auf soziale Verhaltenskomponenten beobachtet und aufgezeichnet. Gegenstand der Analyse sind insbesondere die Tätigkeit eines Benutzers sowie dessen kognitive Belastung und dessen emotionaler Zustand. Am CSL wurde in diesem Rahmen ein System entwickelt, das auf Basis von Elektroenzephalografie (EEG) eine quasi-kontinuierliche Erkennung der kognitiven Belastung des Menschen ermöglicht. Entsprechend dem erkannten kognitiven Belastungszustand der Menschen in seiner Umgebung, kann ein Roboter so ein Verhalten auf angemessene und natürliche Weise adaptieren. In Experimenten unter kontrollierten Bedingungen wurden mit einem benutzerspezifisch trainierten System Erkennungsraten über 90 % erreicht. In Mensch-Roboter-Interaktionsszenarien, in denen der Roboter seine Dialogstrategie auf Basis der erkannten kognitiven Belastung seines Benutzers auswählte, konnten erste empathische Verhaltensweisen demonstriert werden. Laufende Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Integration weiterer Biosignale des Menschen (z. B. Puls, Hautleitfähigkeit, Atemaktivität) zur Verbesserung der Robustheit des Systems. Darüber hinaus befinden sich derzeit Systeme in der Entwicklung, die affektive Zustände und Persönlichkeit eines Menschen anhand multimodaler Biosignale erkennen können. Hierbei liegt ein besonderer Fokus auf der multimodalen Merkmalsextraktion und Merkmalsfusion, um eine robusteste

Modellierung zu ermöglichen.

### **Speaker Recognition**

*(T. Schultz, Q. Yang)*

Die Zuweisung von Stimmen zu Personen unter Verwendung von Informationen aus der Stimme wird als "Speaker Tracking" bezeichnet. In ein Speaker Tracking System gibt man den Audio File eines Sprechers. Ausgegeben werden die Bereiche des Audio Files, in denen der Zielsprecher eine Äußerung macht. Um die Identität eines Sprechers auszugeben, müssen die Namen der zu erkennenden Sprecher zuvor in das System eingegeben werden sowie Beispiel-Äußerungen der Sprecher, die für das Training des Systems verwendet werden. "Speaker Tracking" kann als eine Kombination aus unterschiedlichen Sprecher-Erkennungsdisziplinen verstanden werden wie die Speaker Diarization und die Open-set Speaker Identification. Es gibt viele potentielle Anwendungen wie z.B. das automatische Strukturieren und Indexieren von Audiodaten im Internet ohne manuellen Aufwand. Das Speaker Tracking System, das wir im Rahmen des Quaero Projektes entwickelten, besteht aus zwei Hauptkomponenten: Der Speaker Segmentation und der Open-set Speaker Identification. Für eine gegebene Audiodatei werden zunächst nicht-sprachliche Regionen entfernt, gefolgt von einer Segmentierung der Sprachregionen basierend auf den Wechseln der Sprecher. Die Sprachsegmente werden dann in einem Open-set Speaker Identification (SID) System weiterverarbeitet, um die entsprechenden Sprecher zu erkennen. Unsere Experimente wurden auf den ESTER2-Daten durchgeführt, die aus französischen Nachrichten bestehen. Das Baseline-System erreichte eine Half Total Error Rate in Bezug auf die Zeit (HTER-time) von 25.30% und 31.94% HTER im Bezug auf den Sprecher (HTER-speaker). Nach der Frame-base Score Competition-Methode (FSC) sanken die HTER-time und die HTER-speaker auf 24.098% bzw. 31.319%. Für die Verbesserung des Baseline-Systems wurden verschiedene Ansätze untersucht. Beispielsweise kann multimodale Information kombiniert werden, um die Robustheit des Systems zu erhöhen, wie z. B. aus Video.

### **Spektrale Methoden zur EMG-basierten Erkennung lautloser Sprache**

*(T. Schultz, M. Wand)*

Diese Arbeit präsentiert neue Analysen und Resultate für die Spracherkennung mittels Elektromyographie (EMG), bei der die Aktivität der artikulatorischen Muskeln mittels geeigneter Elektroden direkt an der Hautoberfläche abgegriffen wird. Diese Technik ermöglicht Silent Speech Interfaces, da ein bloßes Artikulieren, ohne Produktion von akustischen Signalen, für die Spracherkennung ausreichend ist. Es hat sich herausgestellt, dass eine hohe Diskrepanz zwischen EMG-Signalen bei hörbarer und lautloser Sprache besteht, was negative Auswirkungen auf die Erkennungsleistung von EMG-basierten Spracherkennern hat.

In dieser Arbeit wird eine Methode der spektralen Analyse vorgestellt, die es ermöglicht, diese Unterschiede zu analysieren und zu quantifizieren.

Auf dieser Grundlage wurde ein spektraler Abbildungsalgorithmus entwickelt, mit dessen Hilfe sich die Erkennung lautloser Sprache im Schnitt um 16,5 % verbessern lässt. Dieser Algorithmus kann auch auf einzelnen Phonemgruppen, wie z. B. Konsonanten und Vokalen, angewendet werden. Die spektrale Analyse der untersuchten EMG-Daten wird durch eine mögliche Verwendung von spektralen Merkmalen bei der Erkennung ergänzt.

### **Kognitive Interaktionssysteme**

*(F. Putze, T. Schultz)*

Im Berichtszeitraum wurde die Entwicklung kognitiver Interaktionssysteme, die sich an die mentalen Zustände ihrer Benutzer anpassen können, vorangetrieben. Es wurde ein voll-autonomer, sprachbasierter Dialogmanager implementiert, der den realisierten Dialogverlauf an die gemessene mentale Auslastung anpassen kann. Die Klassifikation dieser Auslastung erfolgt auf der Basis multimodaler Biosignalströme mit statistischen Methoden. Das System ist für den Einsatz im Fahrzeug entworfen und in den am CSL aufgebauten Fahrsimulator integriert, um dort Benutzerstudien durchführen zu können.

Weitergeführt wurde die Arbeit an einem Rahmenwerk zur Simulation von Dialogen, mit deren Hilfe optimale Strategien für die spätere Interaktion gelernt werden können. Dabei werden für die Simulation und Modellierung des Menschen kognitive Modelle eingesetzt, die z. B. den jeweils aktuellen Zustand des Kurzzeitgedächtnisses modellieren, der die Dringlichkeit bestimmter Interaktionsziele widerspiegelt. Weiterhin wurde im Rahmen einer FYS-Studie begonnen, Interaktionsabläufe zwischen Benutzern und verschiedenen von menschlichen Operatoren simulierten Interaktionssystemen aufzuzeichnen und zu analysieren, um einen Goldstandard für die Entwicklung automatischer Systeme zu ermitteln.

### **Multilinguale Sprachverarbeitung**

*(T. Schlippe, T. Schultz, N. T. Vu)*

Im Arbeitsgebiet "Multilinguale Spracherkennung" wurden am CSL verschiedene Spracherkennungssysteme entwickelt. Im Rahmen des "Quaero-Projektes" wird ein französischer Spracherkennungssystem für Nachrichten und verschiedene Audioquellen im Internet entwickelt und optimiert. Wir haben an verschiedenen Komponenten wie die Signalvorverarbeitung, am Aussprachewörterbuch, am Sprachmodell und am akustischen Modell gearbeitet. Das erste System verwendet Cross-Adaption mit 3-pass Decoding unter der Verwendung verschiedener Techniken wie Feature Space Adaptation (FSA) und Maximum Likelihood Linear Regression (MLLR). Unser erster Spracherkennungssystem liefert 46.6% Wortfehlerrate auf dem 2009 Quaero Development-Set und 36.8% Wortfehlerrate bei dem 2009 Quaero Evaluierungsset.

Zu den wichtigsten Zielen der multilingualen Spracherkennung gehört die Untersuchung von wenig erforschten Sprachen beispielsweise Vietnamesisch. Am CSL wird ein vietnamesischer Spracherkennungssystem für gelesene Sprache entwickelt und optimiert. Als erstes wurde eine umfangreiche Datensammlung von vietnamesischen Text- und Audiodaten durchgeführt. Danach wurde ein Baseline-Spracherkennungssystem mit Hilfe unserer Rapid Adaptation Language Tools (RLAT) entwickelt. Dieses System hat eine Wortfehlerrate von ~27%.

Während der Optimierungsphase haben wir verschiedene besondere Eigenschaften wie Tonalität, einsilbige Wörter und Variation der Dialekte betrachtet. Durch dieses Vorgehen wurde ein besseres Merkmal und akustisches Modell für die Tonalität entwickelt. Daneben wurde das Sprachmodell für das Problem einsilbiger Wörter optimiert. Unser bester vietnamesischer Spracherkenner erreicht eine Wortfehlerrate von 11.7%, was einer relativen Verbesserung von ~ 50% entspricht.

Das Rapid Language Adaptation Toolkit, das eine Sammlung von Sprachmaterial über das Internet ermöglicht, sowie Interfaces für die Erzeugung der für die Sprachverarbeitung benötigten Module bereitstellt, wurde ebenfalls dieses Jahr weiterentwickelt. Neben Text-Normalisierungen für verschiedene Sprachen und Sprachidentifikationen bei der Textdatensammlung wurde beispielsweise eine Funktionalität implementiert (Snapshot-Funktion), die beim Sammeln von Webseiten in Zeitabschnitten Informationen über die Qualität der gesammelten Texte im Bezug auf ein daraus gewonnenes Sprachmodell berechnet und anzeigt (z. B. Perplexität, Out-of-vocabulary Rate, N-Gramm Abdeckung, Anzahl gesammelter Wörter, Vokabulargröße). Aus diesen Informationen werden dann für Analyse Zwecke automatisch Schaubilder generiert, die den Verlauf der Sprachmodell-Merkmale zeigen.

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

- Ambikairajah, E. Chng, E.; Dai, L.; Epps, J.; Guo, W.; Huang, Ch.; Jin, Q.; Karkkainen, I.; Lee, K.; Li, H.; Li, Y.; Ma, B.; Nosratighods, M.; Pervouchine, V.; Schultz, T.; Sim, K.; Sun, H.; Tharmarajah, T.; Tong, R.; You, Ch.; Zhu, D.:** The I4U System in NIST 2008 Speaker Recognition Evaluation. In: Proceedings of ICASSP 2009. ICASSP 2009 (International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Taipei, Taiwan, 19.-24.04.2009. S. 4201-4204
- Fischer, A.; Gehrig, D.; Schultz, T.; Schwameder, H.; Stein, T.:** Bewegungserkennung mit Hidden Markov Modellen. In: Proceedings of DVS 2009. DVS 2009 (Informations- und Kommunikationstechnologien in der Sportmotorik, Tagung der dvs-Sektion Sportmotorik), Darmstadt, Germany, 22.-24.01.2009. S. 179-181
- Gehrig, D.; Kühne, H.; Schultz, T.; Wörner, A.:** HMM-based Human Motion Recognition with Optical Flow Data. In: Proceedings of Humanoids 2009. Humanoids 2009, Paris, France, 07.-10.12.2009
- Jin, Q.; Schultz, T.; Wölfel, M.; Yang, Q.:** Speaker Identification using Warped MVDR Cepstral Features. In: Proceedings of Interspeech 2009. Interspeech 2009, Brighton, Great Britain, 06.-10.09.2009. S. 912-915
- Putze, F.; Schultz, T.:** Cognitive Memory Modeling for Interactive Systems in Dynamic Environments. In: Proceedings of IWSDS09. IWSDS09 (International Workshop on Spoken Dialog Systems Technologie), Irsee, Germany, 09.-11.12.2009
- Schaaff, K.; Schultz, T.:** Towards an EEG-based Emotion Recognizer for Humanoid Robots. In: Proceedings of RO-MAN 2009. IEEE RO-MAN, Toyama, Japan, 27.09.-02.10.2009. S. 792-796
- Schaaff, K.; Schultz, T.:** Towards Emotion Recognition from Electroencephalographic Signal. In: Proceeding of ACII 2009. ACII 2009 (International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction), Amsterdam, Netherlands, 10.-12.09.2009. S. 175-180
- Schultz, T.; Stoimenov, E.:** A Multiplatform Speech Recognition Decoder Based on Weighted Finite-State Transducers. In: Proceedings of ASRU 2009. ASRU 2009, Merano, Italy, 13.-17.12.2009. S. 293-298
- Schultz, T.; Vu, N. Th.:** Vietnamese Large Vocabulary Continuous Speech Recognition. In: Proceedings of ASRU 2009. Hrsg.: ASRU. ASRU 2009, Merano, Italy, 13.-17.12.2009. S. 333-338
- Schultz, T.; Wand, M.:** Towards Speaker-Adaptive Speech Recognition based on Surface Electromyography. In: Proceedings of Biosignals 2009. Biosignals 2009 (International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing), Porto, Portugal, 14.-17.01.2009. S. 155-162

**Institut für Anthropomatik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. A. Waibel
Sekretariat:	S. Dannenmaier, S. Gutmann (ab 23.02.2009)
Akadem. Mitarbeiter:	T. Herrmann, A. S. Hildebrand (ab 15.05.2009, bis 15.08.2009), H. Holzapfel (bis 30.06.2009), K. Joas, K. Kilgour (ab 22.06.2009), M. Kolss (F, bis 31.12.2009), F. Kraft (F), M. Mediani, J. Niehues, M. Rödder (F), C. Saam (ab 15.06.2009), R. Saam (ab 02.06.2009), Dr. S. Stüker (F), Y. Titov, M. Wölfel (F, bis 28.02.2009)

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

3

**Quaero**

*(T. Herrmann, K. Kilgour, M. Kolss, F. Kraft, M. Mediani, J. Niehues, M. Rödder, S. Stüker, Y. Titov)*

Quaero ist ein gemeinschaftliches, französisches Forschungs- und Entwicklungsprogramm mit deutscher Beteiligung, das die Entwicklung von Werkzeugen zur Indexierung und Verwaltung digitaler multimedialer und multilingualer Inhalte in den Mittelpunkt stellt, wie etwa automatische Informationsextraktion, Analyse, Klassifikation und Nutzung. Damit werden Anwendungen sowohl für Fachleute als auch für Konsumenten ermöglicht. Quaero wird für 5 Jahre vom französischen Staat durch OSEO Innovation gefördert.

Die Forschungsarbeiten zielen darauf ab, die Gewinnung von Informationen aus praktisch unbeschränkten Mengen multimedialer und multilingualer Dokumente zu erleichtern, einschließlich geschriebener Texte, Sprach- und Audiodateien sowie Bild- und Videomaterial.

Quaero wurde ins Leben gerufen als Antwort auf die neuen Bedürfnisse der Konsumenten sowie der professionellen Nutzer und als Antwort auf die neuen Herausforderungen in der inhaltlichen Analyse multimedialer Inhalte, die aus der explosionsartigen Vermehrung verschiedener digitaler Informationsarten und -quellen entstanden, die nun jedermann via PC, TV und tragbaren Geräten zur Verfügung stehen.

Wir sind im Programm Quaero an zwei Projekten beteiligt, dem „Core Technology Cluster“ (CTC), das sich mit der Erforschung und Verbesserung der grundlegenden Techniken beschäftigt, auf denen die Anwendungsprojekte aufbauen, sowie dem CORPUS Projekt, das die zum Lernen von statistischen Modellen sowie zur Evaluation der entwickelten Techniken notwendigen Daten sammelt und aufbereitet.

Wir forschen dabei in den Bereichen der automatischen Spracherkennung und der automatischen Übersetzung. Ferner koordinieren wir ein Arbeitspaket, das zum Inhalt hat, die

erforschten Techniken in anschaulichen Demonstratoren zu präsentieren, um den Anwendungsprojekten und der breiten Öffentlichkeit die Nutzungsmöglichkeiten der Forschungsergebnisse zu veranschaulichen.

Die Arbeit im ersten Jahr konzentrierte sich auf die Durchführung der ersten Evaluation, um den Fortschritt bei der Entwicklung der Technik zu dokumentieren. Ferner haben wir die Entwicklung von Demonstratoren im Bereich der Vorlesungsübersetzung sowie im Bereich des natürlichsprachlichen Zugriffs auf Videodaten vorangetrieben.

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

*(F. Kraft, R. Saam)*

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 588 „Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter“, der im Jahr 2009 weiterhin in der dritten Förderphase ist, 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 die Verwendung von Wissen über das visuelle Erfassen des Benutzers.

Forschung an Bildverarbeitungstechnologien wird seit diesem Jahr nun seitens der aus-gegründeten Forschungsgruppe von Professor R. Stiefelhagen fortgeführt.

Im Bereich Dialogverarbeitung wurden im Jahr 2009 die Ergebnisse der einzelnen Experimente aus den Vorjahren zusammenfassend ausgewertet. Im Anschluss daran wurde mit der Erweiterung der Dialogsituationen auf mehrere Parteien begonnen. Es wurden Szenarien entworfen, in denen ein Roboter autonom Dienstleistungen anbietet, wofür er Interaktionspartner sucht und Interaktionen mit ihnen eingeht. Sie sollen in Experimenten umgesetzt werden, sobald die technischen Voraussetzungen gegeben sind (voraussichtlich im April 2010).

Im Bereich Spracherkennung wurde an der akustischen Robustheit geforscht. Die bisherige Vorverarbeitung verwendet eine Frequenzanalyse mit grober physikalischer Frequenzauflösung. Dadurch wird zum einen irrelevante Information ausgeblendet, andererseits gehen durch die ungenaue Modellierung wichtige informationsrelevante Sprachcharakteristika verloren, die aus langfristiger Forschungssicht einen großen Nutzen für die Enthüllung, Trennung von Sprechern, Sprecherlokalisierung und Störgeräuschkompensation haben. Aus diesem Grund wird die Verwendbarkeit eines Analyseverfahrens mit digitalen Phasenregelkreisen untersucht, welches eine frequenz- und phasengenaue Amplitudenschätzung als zuvor liefern soll. Hierfür wurde zur besseren Teamarbeit ein Simulink Modell aufgebaut, welches den Design-Prozess eines Trackers von harmonischen Schwingungen unterstützt.

Im Bereich der Themenerkennung wurde die Qualität von Themenschätzung mit hybriden Sprachmodellen im Vergleich zu tf-idf basierten Methoden bezüglich task error rate (TER) und real time factor (RTF) verglichen. Durch Umwandlung des hybriden Sprachmodells in probabilistic finite state grammars konnten signifikante

Geschwindigkeitsverbesserungen für die Verwendung von hybriden Sprachmodellen erzielt werden.

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

*(T. Herrmann, M. Mediani, J. Niehues)*

Da wirtschaftlicher und kultureller Austausch immer öfter über Ländergrenzen hinweg stattfindet und verschiedensprachige Partner umfasst, kommt der Übersetzung in der Zeit der weltweiten Globalisierung eine Schlüsselrolle zu. Ein Beispiel hierfür 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 manchen Bereichen eine Alternative zum menschlichen Übersetzer sein. Datengetriebene Ansätze, die aus parallelen Texten ihre Übersetzungsmodelle generieren, sind besonders geeignet, schnell an neue Sprachen und neue Domänen angepasst zu werden.

Für die automatische Übersetzung von Nachrichtentexten, aber auch von gesprochener Sprache wie Parlamentsdebatten, Nachrichtensendungen und Vorlesungen, wurden unsere bestehenden Übersetzungssysteme weiterentwickelt und um neue Sprachpaare erweitert. Im Rahmen des internationalen Workshop on Statistical Machine Translation erreichten diese Systeme sehr gute Ergebnisse. Ein neues Verfahren zum diskriminativen Training statistischer Wortalignmentmodelle verwendet zusätzliche, u.a. linguistische, Merkmale und kann Modelle anhand einer kleinen Menge von handnotierten Daten direkt auf die Alignmentfehlerrate hin optimieren. Für die Modellierung von langreichweitigen Wortumstellungen, die ein schwieriges Problem in der automatischen Übersetzung darstellen, wurde an Verfahren gearbeitet, die zusätzliche linguistische Merkmale verwenden. Gesprochene 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, zum einen im Hinblick auf eine bessere Adaption auf die Domäne, die in der Regel im Voraus bekannt ist, und zum anderen mit dem Ziel, einer für das Übersetzungssystem optimierten selbstständigen Segmentierung des Eingangs-Wortstroms. 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 insbesondere für Sprachpaare sicherzustellen, die langreichweitige Wortumstellungen erfordern.

## Simultane Sprach-zu-Sprachübersetzung

(T. Herrmann, F. Kraft, J. Niehues, C. Saam, S. Stüker)

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 Studierende oder Konferenzbesucher fremdsprachige Vorträge oder Gespräche verstehen, ohne die Sprache selber zu beherrschen. Aus diesem Grund arbeiten Forscher am Lehrstuhl von Prof. Alexander Waibel an der simultanen Sprach-zu-Sprachübersetzung von Vorträgen und Reden. In diesem Jahr lag der Entwicklungsschwerpunkt auf der Verbesserung der Grundtechniken. Zusätzlich haben wir an der Erweiterung der Benutzerschnittstelle und der Darstellungskomponenten gearbeitet. Das Übersetzungssystem verwendet statistische Übersetzungsmodelle anstelle von handgeschriebenen 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, sodass 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 Interpreten bewegt sich etwa im Bereich von ein paar Sekunden, wobei menschliche Interpreten 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 ein Problem 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 Interpreten 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.

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

Press, 2009, S. 206-214

**Waibel, A.; Stiefelhagen, R.:** Computers in the Human Interaction Loop. London: Springer, 2009

**Paulik, M.; Waibel, A.:**

Automatic Translation from Parallel Speech: Simultaneous Interpretation as MT Training Data. In: Proceedings of the Automatic Speech Recognition and Understanding. IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding, Merano, Italy, 13.-17.12.2009. S. 496-501

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Niehues, J.; Herrmann, T.; Kolss, M.;**

**Waibel, A.:** The Universität Karlsruhe Translation System for the EACL-WMT 2009. In: Proceedings of the Fourth Workshop on Statistical Machine Translation. Hrsg.: Callison-Burch, C.; Koehn, P.; Monz, C.; Schroeder, J.; Fourth Workshop on Statistical Machine Translation (WMT 2009), Athen, Griechenland, 30.-31.03.2009. Athen: Tehnografia Digital Press, 2009, S. 80-84

**Stüker, S.; Besacier, L.; Waibel, A.; (Hrsg.):**

Human Translations Guided Language Discovery for ASR Systems. In: Interspeech, Brighton, U.K.

**Stüker, S.; Waibel, A. (Hrsg.):**

Porting Speech Recognition Systems to New Languages Supported by Articulatory Feature Models. In: Speech and Computer, SPECOM 2009, St. Petersburg, Russia, 21.05.2009

**Niehues, J.; Kolss, M.:** A POS-Based Model for Long-Range Reorderings in SMT. In: Proceedings of the Fourth Workshop on Statistical Machine Translation. Hrsg.: Callison-Burch, C.; Koehn, P.; Monz, C.; Schroeder, J.; Fourth Workshop on Statistical Machine Translation (WMT 2009), Athen, Griechenland, 30.-31.03.2009. Athen: Tehnografia Digital

## Forschungsbereich

**Maschinensehen für  
Mensch-Maschine-  
Interaktion**
**Institut für Anthropomatik**

Leiter:	Prof. Dr. R. Stiefelhagen
Akadem. Mitarbeiter:	K. Bernardin (F), M. Bäuml (ab 20.10.2009), Dr. H. Ekenel (F), M. Fischer, H. Gao, Dr. K. Nickel (F), L. Rybok

**Suche in Bild- und Videodaten – Projekt Quaero**

*(H. Ekenel, M. Fischer, H. Gao, R. Stiefelhagen)*

Quaero ist ein gemeinschaftliches, französisches Forschungs- und Entwicklungsprogramm mit deutscher Beteiligung, das die Entwicklung von Werkzeugen zur Indexierung und Verwaltung digitaler multimedialer und multilingualer Inhalte in den Mittelpunkt stellt, wie etwa automatische Informationsextraktion, Analyse, Klassifikation und Nutzung. Damit werden Anwendungen sowohl für Fachleute als auch für Konsumenten ermöglicht. Quaero wird für 5 Jahre vom französischen Staat durch OSEO Innovation gefördert.

Die Forschungsarbeiten zielen darauf ab, die Gewinnung von Informationen aus praktisch unbeschränkten Mengen multimedialer und multilingualer Dokumente, einschließlich geschriebener Texte, Sprach- und Audiodateien sowie Bild- und Videomaterial, zu erleichtern. Quaero wurde ins Leben gerufen als Antwort auf die neuen Bedürfnisse der Konsumenten und professionellen Nutzer, sowie auf die neuen Herausforderungen in der inhaltlichen Analyse multimedialer Inhalte, die aus der explosionsartigen Vermehrung verschiedener digitaler Informationsarten und -quellen entstanden sind und nun jedermann via PC, TV und tragbaren Geräten zur Verfügung stehen.



*Screenshot unseres  
Systems zum  
Wiederfinden von  
Schauspielern*

Wir sind im Programm Quaero an zwei Projekten beteiligt, dem „Core Technology Cluster“ (CTC), das sich mit der Erforschung und Verbesserung der grundlegenden Techniken beschäftigt, auf denen die Anwendungsprojekte aufbauen, sowie dem CORPUS Projekt, das die zum Lernen von statistischen Modellen sowie zur Evaluation der entwickelten Techniken notwendigen Daten sammelt und aufbereitet.

Wir forschen dabei in den folgenden Bereichen: Detektion und Identifikation von Personen in Standbildern und Videos, Erkennung von Konzepten in Videos sowie die automatische Erkennung des Genres von Videos.

Im Rahmen des Quaero-Projektes wurden von uns bisher ein robuster und sehr effizienter Ansatz zur Detektion von Gesichtern und Gesichtspartien, sowie Systeme zur Filterung von Ergebnissen von Bildersuchmaschinen, zum Wiederfinden von Schauspielern in Filmen und TV-Serien, zur Erkennung des Genres von Videos (bspw. „Sportsendung“, „Spielfilm“, „Fernsehshow“, ...) sowie zur Detektion von Konzepten in Videos entwickelt. Weiterhin wurden im Rahmen des Projektes unsere Methoden zur Gesichtsidentifikation und -analyse kontinuierlich verbessert.

### **Handlungserkennung für die Mensch-Roboter Interaktion**

*(K. Nickel, L. Rybok, R. Stiefelhagen)*

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 588 „Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende multimodale Roboter“, beschäftigt sich unsere Forschungsgruppe mit der Erforschung von Verfahren zum Maschinellen Sehen. Ziel ist es, eine implizite non-verbale Kommunikation eines Menschen mit einem Roboter zu ermöglichen. Hierzu sind vor allem das visuelle Erfassen des Benutzers und seiner Bewegungen notwendig.

Ein Arbeitsschwerpunkt im zurückliegenden Jahr lag auf der videobasierten Erkennung von menschlichen Aktivitäten. Mit deren Hilfe soll es dem Roboter ermöglicht werden, wenige Sekunden nach Betreten eines Raumes, Wissen über die dort herrschende Situation zu erlangen. Dadurch soll er sich direkt auf die jeweiligen Gegebenheiten im Raum einstellen und dementsprechend reagieren können. So könnte der Roboter zum Beispiel nachdem er in einer Küche erkennt, dass sein Benutzer gerade die Spülmaschine ausräumt, ihm seine Hilfe anbieten oder sogar diese Aufgabe gänzlich übernehmen, ohne dass es ihm explizit befohlen werden muss.

Für die Situationserkennung wird ausgenutzt, dass sich menschliche Aktivitäten häufig anhand typischer Bewegungsabläufe voneinander unterscheiden lassen und dies auch unabhängig von den Rahmenbedingungen wie der Ausführungsgeschwindigkeit geschehen kann. Außerdem können die eingesetzten Werkzeuge auf die Art der Aktivität hinweisen. Zum Beispiel kann durch das Vorhandensein eines Messers auf eine Schneideaktivität geschlossen werden. Anstatt jedoch für jedes Werkzeug und jede Bewegungsart einen separaten Erkenner zu entwickeln, werden beide Informationen implizit über bildbasierte Merkmale auf einer niedrigeren Ebene zur Situationsschätzung verwendet.

Den zweiten Arbeitsschwerpunkt im Berichtsjahr bildete das markerlose visuelle Körpertracking, mit dessen Hilfe einzelne Aktionen und Gesten feingranular erkannt wer-

den sollen. Ähnlich zu den in aufwändigen Filmproduktionen eingesetzten Motion-Capturing Verfahren, sollen hierbei die einzelnen Bewegungen des Menschen erfasst werden. Allerdings wäre der Einsatz von Spezialanzügen und Blue/Green-Box Techniken zu einschränkend für den Benutzer in einer Alltagsumgebung. Daher wurden Verfahren untersucht, mit denen die Bewegungen eines vereinfachten menschlichen Körpermodells unter Einsatz einer Stereo-Kamera zuverlässig verfolgt werden können.

Da die Rechenressourcen bei einem Roboter schon allein aufgrund der geringen verfügbaren Platzmenge sehr stark begrenzt sind und diese von einer Vielzahl von Einzelkomponenten, wie Spracherkennung oder Robotersteuerung, beansprucht werden, wurde bei den untersuchten Verfahren ein besonderes Augenmerk auf eine hohe Ausführungsgeschwindigkeit gelegt.

### **Wiedererkennung von Personen in Kameranetzwerken**

*(M. Bäuml, K. Bernardin, M. Fischer, H. K. Ekenel, R. Stiefelhagen)*

Für das Finden, Verfolgen und (Wieder-)Erkennen von Personen in Videos gibt es eine Vielzahl von interessanten Anwendungen. Neben den offensichtlichen Anwendungen im Sicherheitsbereich sind entsprechende Verfahren auch im Multimediabereich, z.B. zum intelligenten Durchsuchen von Filmen und Serien, oder auch im Heimbereich denkbar. Wäre es nicht praktisch, wenn ein intelligentes Haus genau wüsste, wo sich seine Bewohner gerade im Haus befinden und dann z.B. Anrufe genau in das entsprechende Zimmer durchstellt?

In diesem Arbeitsbereich beschäftigen wir uns damit, das Verfolgen und insbesondere Wiedererkennen von Personen auch dann zu ermöglichen, wenn keine biometrischen Merkmale wie z.B. das Gesicht zur Verfügung stehen. Wie Menschen es ganz natürlich für die Wiedererkennung von Personen benutzen, setzen wir unter anderem Art, Farbe und Struktur der Kleidung ein. Diese nicht-biometrischen Merkmale werden z.B. mithilfe von so genannten lokalen Features modelliert und dann zur Wiedererkennung eingesetzt.

Wenn vorhanden, werden auch biometrische Merkmale eingesetzt. Wir haben ein System entwickelt, das mithilfe eines integrierten Ansatzes Gesichter in Videos verfolgt, die Kopfdrehung schätzt und dann eine Identifikation gegenüber einer Datenbank von vorher eingelernten Personen durchführt.

Um die entsprechenden Verfahren auch im Live-Betrieb demonstrieren zu können, befindet sich gerade ein Kameranetz in unserem neuen Büroflügel in der ehemaligen Kinderklinik im Aufbau.



(links) Personenwiedererkennung anhand von Kleidungsmerkmalen. Die drei Bilder ganz links sind jeweils Beispielsichten einer Person, anhand derer die Person innerhalb einer Gruppe von bekannten Personen identifiziert werden soll. Als Ergebnis liefert das System eine Reihenfolge der möglichen Personen, mit der wahrscheinlichsten ganz links. Der rote Rahmen zeigt, dass jeweils die richtige Person an erster Stelle gefunden wurde.

(rechts) Identifikation und Kopfdrehungsschätzung. Durch die Verfolgung der Gesichter über Kopfdrehungen hinweg kann auch dann eine Identifikation erfolgen, wenn die Person nicht direkt in die Kamera schaut.

### Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:

#### Bücher und Buchbeiträge:

**Alex Waibel und Rainer Stiefelhagen (Eds.):**  
Computers in the Human Interaction Loop .  
Human-Computer Interaction Series, Springer  
Verlag, London, 2009

#### Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:

**Hua Gao, Hazim Kemal Ekenel, and Rainer  
Stiefelhagen:**

Pose Normalization for Local Appearance-Based  
Face Recognition. 3rd Int.l Conference on  
Biometrics (ICB 2009), LNCS 5558, pp. 32–41,  
2009

**Hazim K. Ekenel and Rainer Stiefelhagen:**

Face Alignment by Minimizing the Closest  
Classification Distance. IEEE Third International  
Conference on Biometrics: Theory, Applications  
and Systems, September 2009. Washington, DC

**Florian van de Camp, Keni Bernardin and  
Rainer Stiefelhagen:**

Person Tracking in Camera Networks using  
Graph-Based Bayesian Inference. Third  
ACM/IEEE International Conference on  
Distributed Smart Cameras (ICDSC 2009) 30  
August - 2 September, 2009. Como (Italy)

**H.K. Ekenel, R. Stiefelhagen:**

Why is Facial Occlusion a Challenging  
Problem? Intl. Conf. on Biometrics (ICB'09).  
Alghero, Italy, June 2009

**Institut für Anthropomatik****Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. J. M. Zöllner
Sekretariat:	E. Sauer
Akadem. Mitarbeiter:	T. Bär (ab 01.01.2009), T. Gump, D. Nienhüser, T. Schamm, M. Ziegenmeyer
Doktorandin:	A. Pérez Arias (F)
Stipendiat:	F. Steinhardt

**Technisch-Kognitive Assistenzsysteme (TKS)****EFA 2014 - Energieeffizientes Fahren***(T. Schamm)*

Im Rahmen der Innovationsallianz Automobilelektronik werden im Forschungsprojekt Energieeffizientes Fahren 2014 (EFA 2014) Konzepte zur Reduktion des Energieverbrauchs erforscht. Das FZI erforscht dazu im Teilprojekt "Vorausschau" Methoden zur Erfassung des Umfelds sowie die Schnittstelle zum Fahrer, um Situationen vorausschauend analysieren und dem Fahrer entsprechende Hinweise geben zu können. Ein wesentlicher Baustein ist hierbei die Erfassung des Fahrzeugumfelds und die Interpretation der zugehörigen Sensordaten.

In der Umfelderkennung wird dabei zwischen statischen Objekten (z. B. Fahrspuren, Gebäuden) einerseits und semistatischen bzw. dynamischen Objekten (z. B. parkenden Autos, anderen Verkehrsteilnehmern) andererseits unterschieden. Für die Erkennung semistatischer und dynamischer Objekte werden verschiedene Sensoren, wie Kameras und Tiefenbildsensoren eingesetzt. Auf Grundlage der erkannten Objekte wird ein detailliertes Modell des relevanten Fahrzeugumfelds erstellt, welches neben den Objekten auch Relationen der Objekte untereinander berücksichtigt. Mit Hilfe einer iterativen, wahr-scheinlichkeitsbasierten Analyse und Verfeinerung kann auf die momentane Fahrsituation geschlossen werden. Darauf basierend können Betriebsstrategien automatisch angepasst werden beziehungsweise für den Fahrer Empfehlungen generiert werden, die zur Reduktion des Energieverbrauchs beitragen.

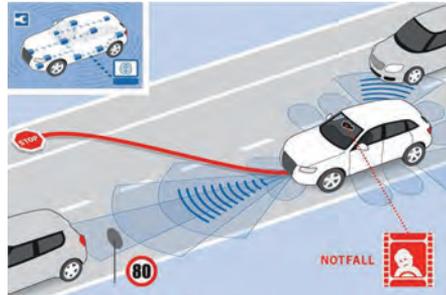


*Objekterkennung und Tracking auf Basis von 3D-Sensorik*

## Fahrerassistenzsysteme

(T. Bär, T. Gump, D. Nienhüser, T. Schamm)

Automobile der nächsten Generationen werden ihren Fahrer immer besser situativ unterstützen können. Der unsichtbare intelligente Beifahrer in Form von Fahrerassistenzsystemen beobachtet ständig die Umgebung, um den Fahrer frühzeitig auf erkannte Risiken aufmerksam zu machen oder nützliche Informationen zu liefern. Neben einer Steigerung des Fahrkomforts kann so gleichzeitig ein Beitrag zur energieeffizienten Fahrweise geleistet werden.



*Fahrspurerkennung mittels 2D-Kamera*

Seit 2006 werden in Kooperation mit der Fa. Harman/Becker Automotive Systems GmbH derartige elektronische Zusatzeinrichtungen für Fahrzeuge entwickelt. Aufbauend auf dem aus Navigationsgeräten bekannten statischen Kartenmaterial werden relevante Aspekte der Fahrzeugumgebung in Form eines dynamischen Umweltmodells repräsentiert und ausgewertet. Auf diese Weise sind ständig Informationen zur Position und zum Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer verfügbar. Wesentliche Teile der Verkehrsinfrastruktur wie Fahrspuren, Verkehrszeichen und Ampeln werden erkannt und im Prozess der Informationsfusion verarbeitet. Darauf aufbauend können auch abstrakte Konzepte abgeleitet werden und so beispielsweise Informationen zum aktuellen Wetter oder zu einer Stausituation bereitgestellt werden.

Die Grundlage dafür wird durch den Einsatz von Sensoren wie Kameras und Tiefenbildsensoren gelegt. Ihre Informationen werden von den im Rahmen dieses Projekts schwerpunktmäßig entwickelten Algorithmen ausgewertet. Neben der reinen Umfelderkennung sind sie auch in der Lage, Konflikte mit bestehenden Informationen zu erkennen und aufzulösen. Besonderer Wert wird auf den Einsatz robuster Algorithmen aus den Bereichen des Maschinensehens und des maschinellen Lernens wie beispielsweise Support Vektor Maschinen gelegt. In Kombination mit der synergetischen Fusion von Sensordaten und anderen Informationsquellen lassen sich so Assistenzsysteme realisieren, die auch in komplexen Situationen wie im Innenstadtbereich oder in Baustellen zuverlässige Ergebnisse liefern.

## TAA - Teilautonome benutzeradaptive Automobile

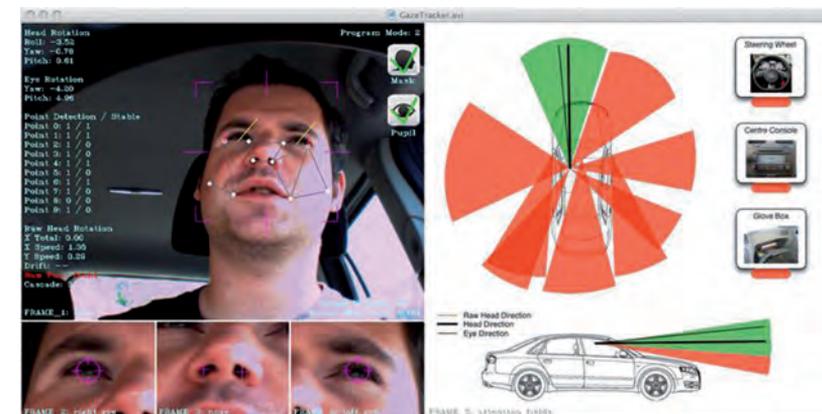
(T. Bär, M. Strand)

Teilautonome benutzeradaptive Automobile werden ihrem Fahrer assistieren - und auf seinen Wunsch hin oder bei Bedarf das Fahren wie ein Autopilot sogar ganz übernehmen. Es unterstützt ihn aktiv beim Autofahren, reagiert auf die Umgebung und passt sich veränderten Umgebungsbedingungen selbständig an. Über eingebaute Sensoren, Kameras und intelligente Software-/Hardware-Systeme nimmt es seine Umgebung wahr und interpretiert diese Informationen. Hierdurch kann das Fahrzeug zum Beispiel den Verkehrsfluss ohne Unterstützung durch den Fahrer beurteilen, Verkehrsschilder erfassen, sich die Vorschriften für die Dauer der Gültigkeit merken und auch selbständig vor Hindernissen warnen. Im Notfall, etwa wenn der Fahrer abgelenkt ist oder akute gesundheitliche Probleme hat, kann es Hindernissen selbständig ausweichen, sich autonom dem Verkehrsfluss anpassen und weiterfahren, bis der Fahrer wieder übernehmen kann, oder bei der nächsten Möglichkeit sicher am Straßenrand zum Stehen kommen.

Der Schwerpunkt des Projekts lag im vergangenen Jahr im Bereich Umgebungs- und Fahrsimulation. Diese dient primär der Entwicklung und Evaluierung von Methoden und Algorithmen durch Einsatz einer echtzeitfähigen Hardware-Plattform und der Evaluierung von Basistechnologien, insbesondere Sensorik und HMI (Human-Maschine-Interface) durch HiL-Tests (Hardware-in-the-Loop). Hierfür wurden entsprechende Simulationswerkzeuge ausgewählt. Eine Fahrsimulation wurde angeschafft und externe Hardware wurde in die Simulation integriert. Dies umfasst die gesamte Pedalerie sowie Sensoren, um den Fahrer, seine Intention und die aktuelle Fitness bzw. den Gesamtzustand von Fahrer und Fahrzeug zu erfassen. Als Cockpit für die Umgebungs- und Fahrsimulation wurde ein Smart fortwo ausgewählt. Die erforderlichen Umbauten wurden spezifiziert und durchge-



unterstützt ihn aktiv beim Autofahren, reagiert auf die Umgebung und passt sich veränderten Umgebungsbedingungen selbständig an. Über eingebaute Sensoren, Kameras und intelligente Software-/Hardware-Systeme nimmt es seine Umgebung wahr und interpretiert diese Informationen. Hierdurch kann das Fahrzeug zum Beispiel den Verkehrsfluss ohne Unterstützung durch den Fahrer beurteilen, Verkehrsschilder erfassen, sich die Vorschriften für die Dauer der Gültigkeit merken und auch selbständig vor Hindernissen warnen. Im Notfall, etwa wenn der Fahrer abgelenkt ist oder akute gesundheitliche Probleme hat, kann es Hindernissen selbständig ausweichen, sich autonom dem Verkehrsfluss anpassen und weiterfahren, bis der Fahrer wieder übernehmen kann, oder bei der nächsten Möglichkeit sicher am Straßenrand zum Stehen kommen.



führt. Darüber hinaus wurde ein Konzept zur Integration der Fahrzeugumgebungsanalyse und des Benutzerverhaltens erarbeitet. So wurden beispielsweise Verfahren zur Erkennung der Blickrichtung des Fahrers mit Hilfe einer Tiefenbildkamera entwickelt. Weiterhin wurde ein Konzept für eine echtzeitfähige Fahrzeugumgebung erarbeitet, in der sowohl Sensordaten aus der Simulation als auch externe Daten unter Verwendung unterschiedlicher Bus-Systeme angebunden werden können.

### Mobile IT

(T. Schamm, M. Strand)

Im Bereich Mobile IT werden neue Technologien zur mobilen Assistenz unter Berücksichtigung ortsbezogener Informationen erforscht und weiterentwickelt. Die Positionsbestimmung soll dabei nahtlos innerhalb und außerhalb von Gebäuden gewährleistet sein und situationsbezogen eine umfassende Entscheidungsassistenz erlauben sowie vernetzte Mobilität unter Einbeziehung unterschiedlichster Verkehrsmittel ermöglichen. Zur Realisierung der mobilen Assistenzfunktionen wurden Verfahren zur sensorgestützten Navigationsplanung und Hindernisvermeidung, sowie Navigationshilfen durch bildgestützte Augmentierung gekoppelt. Als Demonstrator der Arbeiten wird in diesem Projekt ein elektrischer einachsiger Personentransporter eingesetzt, welcher mit Odometrie, sowie 2D- und 3D-Sensorik und einem Touch-Display ausgestattet wurde. Dieser assistiert dem Fahrer, indem er unterschiedliche Hinweise gibt. Er weist zum Beispiel auf nicht befahrbare Flächen (wie z. B. Treppen oder Hindernisse) hin oder erkennt Schilder, die für Personentransporter relevant sind und gibt entsprechende Hinweise. Weiterhin ist im Zusammenhang mit den Lokalisierungsfunktionen ein Navigationshinweis vorhanden, der angibt, wo sich das entsprechende statische oder dynamische Zielobjekt gerade befindet.



### CommRob - Entwicklung eines Intelligenten Einkaufswagens

(F. Steinhardt)

Am FZI wird zusammen mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie 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.

Ein besonderes Augenmerk der Arbeiten lag auf der Entwicklung von

Assistenzfunktionen zur Navigation in dynamischen Umgebungen, insbesondere dem Ausweichen vor dynamischen Hindernissen. Hierfür wurden anhand der Sensordaten dynamische Hindernisse erkannt und verfolgt, um eine optimale Ausweichstrategie zu entwickeln und durchzuführen. Diese berücksichtigt insbesondere die prädizierten Bewegungsmuster der dynamischen Hindernisse.

### **KHG - Bedienerunterstützung bei der Fernhantierung**

*(M. Ziegenmeyer)*

Die Kerntechnische Hilfsdienst GmbH (KHG) wurde von den Betreibern deutscher Kernkraftwerke, der Brennstoffkreislaufindustrie und den Großforschungszentren gegründet, um bei Störfällen die Anlage zu stabilisieren, die Ursache zu analysieren und die Folgen des Störfalles zu beseitigen.

Das FZI beschäftigt sich in dem Projekt mit der Entwicklung von Verfahren für die gezielte Assistenz des Bedieners eines telemanipulierten Fahrzeugs. Für diese Bedienerunterstützung wurde eine 3D-Datenverarbeitung entwickelt, welche die 3D-Daten des RoSi-Systems (Rotierender SICK-Laserscanner) nutzt. Die aufgezeichneten Daten werden in einer 3D-Ansicht visualisiert. Die befahrbaren Bereiche werden visuell hervorgehoben. Hierbei werden auch Öffnungen und Türdurchfahrten genauer analysiert und dem Bediener die Passierbarkeit anschaulich dargestellt.

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

**Nienhüser, D.; Thomas Gump, T.; Zöllner, J. M.:**

A Situation Context Aware Dempster-Shafer Fusion of Digital Maps and a Road Sign Recognition System.

In: Proceedings of the Intelligent Vehicles Symposium 2009. Intelligent Vehicles Symposium 2009, Xian, China, 03.-05.06.2009. S. 1401-1406

**Göller, M.; Steinhardt, F.; Kerscher, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:**

Reactive Avoidance of Dynamic Obstacles using the Behavior Network of the Interactive Behavior-Operated Shopping Trolley InBOT.

In: Mobile Robotics: Solutions and Challenges. Hrsg.: O. Tosun, H. L. Akin, M. O. Tokhi, G.S. Virk. 12th International Conference on Climbing and Walking Robots and Support Technologies for Mobile Machines (CLAWAR09), Istanbul, Türkei, 09.-11.09.2009. World Scientific, 2009, S. 26-33

**Gump, T.; Nienhüser, D.; Liebig, R.; Zöllner, J. M.:**

Recognition and tracking of temporary lanes in motorway construction sites.

In: Proceeding of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2009. IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2009, Xian, China, 03.-05.06.2009. S. 305-310

**Schamm, T.; Strand, M.; Gump, T.; Kohlhaas, R.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:**

Vision and ToF-based driving assistance for a personal transporter.

In: Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009). 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009), München, 22.-26.06.2009

**Strand, M.; Schamm, T.; Benazza, A.; Kerscher, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:**

Control of an autonomous personal transporter towards moving targets.

In: Proceedings of the IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO). IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), Tokyo, Japan, 23.11.2009. S. 18-23

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Göller, M.; Steinhardt, F.; Kerscher, T.; Zöllner, J. M.; Dillmann, R.:**

Robust Navigation System Based on RFID Transponder Barriers for the Interactive Behavior-Operated Shopping Trolley InBOT.

In: Volume 4, Issue 36 of the international Journal Industrial Robot, Emerald Group Publishing Limited, Band 36/2009/4, Heft , 2009, S. 377-388

## Forschungsbereich

## Institut für Anthropomatik

**Projektgruppe  
Bildauswertung und  
Mustererkennung**

Leiter:	Prof. em. Dr. H.-H. Nagel
Akadem. Mitarbeiter:	H. Harland (F, bis 31.08.2009) N. Pirlo (F, bis 31.08.2009)

Im Berichtsjahr wurde das am IAKS entwickelte System zur algorithmischen Transformation von Videos in natürlichsprachliche Beschreibungen der Entwicklungen in den aufgezeichneten Szenen ausgebaut.

Im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Projektes HERMES konnte der im Systemansatz des IAKS entwickelte Situations-Graph-Baum(SGB)-Formalismus so erweitert werden, dass sich damit eine Anordnung von zwei Videokameras abhängig von dem jeweils erfassten Verhalten eines Agenten in Echtzeit steuern lässt. Die in diesen Experimenten verwendeten Kamera-Anordnungen umfassten eine stationäre Videokamera mit einem größeren, fest eingestellten Gesichtsfeld sowie eine oder mehrere Videokamera(s) mit veränderlicher Brennweite auf einem Dreh-/Neige-Kopf. Gesteuert wurden Brennweite sowie Blickrichtung der Videokamera(s) auf dem (den) Dreh-/Neigekopf (köpfen).

Diese Anordnungen wurden von Partnern dazu herangezogen, Fußgänger in den aufgezeichneten (Innenraum- und Freilicht-)Szenen zu detektieren und zu verfolgen. Die dabei gewonnenen Angaben über Position und Bewegungsrichtung des jeweils verfolgten Fußgängers konnten mit dem am IAKS erarbeiteten Ansatz in Echtzeit in natürlichsprachliche Beschreibungen umgewandelt werden.

Unser Systemansatz wurde darüber hinaus ausgebaut zur (besseren) parallelen Bearbeitung von mehreren Aktivitäten eines oder zweier Agenten einschließlich der Detektion und Beschreibung von Interaktionen zwischen diesen Agenten.

Die in diesem Zusammenhang erforderlich werdenden Verallgemeinerungen (H. Harland) konnten herangezogen werden zur algorithmischen Generierung natürlichsprachlicher Beschreibungen der Auswertungsergebnisse von Experimenten, die der detaillierten Untersuchung von Verfahrens- und Parameter-Variationen bei der Detektion, Initialisierung und Verfolgung von Fahrzeugen in Straßenverkehrsszenen dienen (N. Pirlo). Diese Untersuchungen sollen feststellen, bis zu welchem Grad Parameteränderungen noch zur Verbesserung der Gesamtsystem-Leistung herangezogen werden können und in welchen Fällen grundlegendere Änderungen an den eingesetzten Algorithmen unumgänglich erscheinen.

Die angedeuteten System-Modifikationen ermöglichten es weiterhin, in einer Diplomarbeit (H. Ötting: "Zur Nutzung verbesserter OF-Schätzungen bei der datengetriebenen Verfolgung in Straßenverkehrs-Videos") die Gangphasen eines Fußgängers mit Hilfe einer begrifflichen Repräsentation des Schreitvorganges (unter günstigen Umständen) algorithmisch zu erkennen und natürlichsprachlich zu beschreiben.

**Institut für Anthropomatik**

Nachwuchsgruppenleiterin: A. Wörner (F)  
 Sekretariat: Dr. D. Gambichler  
 Akadem. Mitarbeiter: T. Feldmann (F), H. Kühne (F),  
 S. Schulz (ab 01.06.2009)

**Forschungsbereich****Menschliche  
Bewegungsanalyse****AutoTiP: Bewegungsanalyse**

(H. Kühne, A. Wörner)

Das Hauptziel des Bereichs Bewegungsanalyse im Projekt AutoTiP ist der Entwurf von Algorithmen für die Auswertung von Bewegungsinformationen aus Bildfolgen, welche die Grundlage für Anwendungen in der Bewegungserkennung und der Synthese bildet.

Ein Schwerpunkt im Jahr 2009 im Bereich der videobasierten Rekonstruktion und Analyse von Bewegungen war das Clustering von rigiden Elementen aus 3D-Bewegungspunkten. Hierzu wurden menschliche Bewegungen mit Hilfe eines Stereo-Kamerasystems aufgezeichnet und entsprechende Merkmalspunkte im 3D-Raum rekonstruiert und verfolgt. Ziel ist es, rigide bewegende Elemente innerhalb der Punktwolke zu identifizieren, die z.B. Körperteilen wie Ober- und Unterarmen, Kopf oder Torso zugeordnet werden können. Für das Clustering der entsprechenden Teilmengen wurden dabei Merkmale wie Lage, Geschwindigkeit oder Abstandsvarianz genutzt. Die entsprechenden Cluster können im Folgenden dazu verwendet werden eine Modellstruktur zu erstellen und somit die aktuelle Pose zu schätzen, andererseits können die Bewegungen der einzelnen Teile gelernt und zur Bewegungserkennung verwendet werden.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Erweiterung des bisherigen Bewegungserkennungssystems von marker- auf video-basierte Eingabewerte. Hierbei sollten die in der Erkennung bereits bewährten Algorithmen und Komponenten zur HMM-basierten Bewegungserkennung möglichst beibehalten werden und die zu lernenden und zu erkennenden Merkmalsvektoren von Gelenkwinkeln auf videobasierte Daten erweitert werden. Um Bewegungen mit Hilfe von Videos zu erfassen, wurden optical flow (Optischem Fluss) Histogramme verwendet und ein System implementiert, das globale, gewichtete Histogramme aus Videosequenzen erzeugt. Diese Histogramme stellen einen alternativen Eingabevektor für die HMM-Bewegungserkennung dar.

Das Verfahren wurde in Kooperation mit dem Cognitive Systems Lab (CSL) und dem Institut für Sport und Sportwissenschaft (IfSS) evaluiert. Zur Validierung wurden verschiedene Küchenbewegungen parallel mit Vicon und Videokameras aufgezeichnet und die Erkennungsrate auf beiden Datensätzen miteinander verglichen. Es zeigt sich dabei, dass die Erkennungsleistung mit globalen, gewichteten optischen Fluss-Histogrammen mit der bisherigen marker-basierten Erkennung vergleichbar ist und unter guten Bedingungen sogar bessere Resultate liefern kann.

## **AutoTiP: Rekonstruktion und Personentracking**

*(T. Feldmann, A. Wörner)*

Innerhalb des Teilprojekts war das Hauptziel im Jahr 2009 die Bereitstellung von optimierten Methoden für die 3D-Rekonstruktion und die Personennachverfolgung auf Videobilddaten.

Ein Schwerpunkt im Jahr 2009 lag hierbei auf der Verbesserung der Verfahren zur dichten 3D-Volumenrekonstruktion von Menschen mit Hilfe von Multikamerasetups hinsichtlich des Laufzeitverhaltens. Dadurch wird die Übertragbarkeit der eingesetzten Verfahren auf den praktischen Alltagsbereich ermöglicht.

Für die Beschleunigung der Verfahren wurde untersucht, inwieweit sich die bereits zuvor verwendeten bildbasierten Segmentierungsansätze durch Parallelisierung auf Multi-Core-Prozessoren und der Ausnutzung der Rechenwerke von Grafikkarten beschleunigen lassen. Hierzu wurde ein zuverlässiges, aber rechenintensives Verfahren zur Trennung von Personen im Vordergrund und Hintergrund auf der Grafikkarte umgesetzt. Damit konnte gezeigt werden, dass eine robuste, performante Vordergrund-/Hintergrundtrennung von Personen in Kamerabildern mit einem Multikamerasystem mit vier Kameras auf einem einzelnen, aktuellen Rechner (2,4GHz Intel QuadCore mit Geforce 8600GTS) in Echtzeit möglich ist. Ziel der Verlagerung der Berechnung auf die Grafikkarte war zudem, die Kapazitäten des Hauptprozessors für zusätzliche Berechnungen freizuhalten.

Der Hauptprozessor wurde dazu eingesetzt, aus den segmentierten Videoströmen dichte 3D-Voxelrekonstruktionen zu erzeugen. Der bisher im Projekt eingesetzte voxelbasierte Ansatz wurde auch gerade deshalb weiter verfolgt, da er inhärent viele Möglichkeiten zu Parallelisierung bietet. Der Trend zu immer mehr Kernen in aktuellen Hauptprozessoren befördert Ansätze, bei denen - wie bei der Voxelrekonstruktion - große Teile der Daten unabhängig voneinander berechnet werden können. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Ausnutzung paralleler Berechnungen auf dem Hauptprozessor auch die dichte Volumenrekonstruktion in weicher Echtzeit möglich ist. Je nachdem, ob die dichten 3D-Rekonstruktionen eingefärbt werden sollten oder nicht, konnten bei sinnvollen Volumenauflösungen auf dem Rechner Datenraten zwischen circa 8-15 dichten 3D-Rekonstruktionen pro Sekunde erreicht werden.

Anschließend wurde untersucht, in wieweit sich die rekonstruierten, dichten 3D-Volumendaten für die Verfolgung menschlicher Bewegungen eignen. Zu diesem Zweck wurde das ICP-basierte VooDoo-Tracking-Framework vom Lehrstuhl Prof. R. Dillmann integriert, welches bisher hauptsächlich für die Verarbeitung von 2,5D- und 3D-Karten von Lauflängenkameras eingesetzt wurde. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Integration des dichten, multi-kamerasbasierten Rekonstruktionsansatzes und des Trackingframeworks ein Tracking unter weichen Echtzeitbedingungen mit circa 15 Bildern pro Sekunde auf normalen Videosequenzen von kalibrierten Multikamerasystemen durchgeführt werden kann.

Ein weiterer Schwerpunkt im Jahr 2009 war die Verbesserung der dichten Voxelrekonstruktion in zwei Aspekten.

1. Die Implementierung wurde so umgesetzt, dass nun deutlich weniger Speicher verbraucht wird und dadurch eine höhere Volumenauflösung bei gleichem Speicherverbrauch realisiert wurde. Hierzu wurden auch Verfahren untersucht, um die optimale Diskretisierung des Voxelspace bei gegebener Speichergröße und gegebener Kamerakonfiguration vollautomatisch zu ermitteln.
2. Der gesamte 3D-Rekonstruktionsprozess wurde probabilistisch motiviert, d.h. die Vorarbeiten aus dem Vorjahr, die sich nur auf die Bilddaten bezogen, wurden durch probabilistische Fusion in den 3D-Rekonstruktionsprozess integriert, so dass die 3D-Rekonstruktion nun ebenfalls vollständig auf Wahrscheinlichkeiten beruht. Dies ermöglichte eine feedbackgesteuerte Optimierung des Rekonstruktions- und Segmentierungsprozesses in einem geschlossenen Kreislauf, der in statischen Multi-Kamera-Konfigurationen zu deutlich besseren Ergebnissen führt.

### **SFB 588: TP M3: Bewegungs- und Handlungsmodelle: Bewegungsrepräsentation und Normierung Bewegungsrepräsentation, Normierung und Ausführung**

*(S. Schulz, A. Wörner)*

Im Rahmen des SFB 588 werden im Teilprojekt M3 "Bewegungs- und Handlungsmodelle" Modelle und Methoden zur Repräsentation, Normierung und Ausführung menschlicher Bewegungen entwickelt. Diese dienen dazu, die am Menschen beobachtete Bewegung allgemein gültig zu formulieren und auf das Roboter-Szenario in einer Küchenumgebung zu übertragen.

Um eine korrekte Repräsentation der Bewegungsabläufe zu ermöglichen, bedarf es einer Normierung der Datensätze. Die Normierung dient der Bereitstellung von allgemeingültigem Modellwissen, welches um individuelle Aspekte bereinigt wurde. Die Normierung erfolgt nicht auf Basis der gesamten Szene. Deshalb wurde vorab eine zeitliche und räumliche Segmentierung der Bewegungssequenzen durchgeführt. Hierfür wurde ein theoretisches Konzept entwickelt, das es ermöglicht eine Sequenz in beschleunigungs- und geschwindigkeitsabhängige Klassen zu zerlegen. Als Segmentgrenze wird dabei der Wechsel von einer Klasse definiert. Durch die zusätzliche Betrachtung von Ruhelagen und Rauschfilterung kann eine Segmentierung erreicht werden, die auch die manuell gesetzten Grenzen aufgreift und noch feinere Zerlegungen ermöglicht.

Neben der Repräsentation wurden im Rahmen der Bewegungssynthese ein Marionettenaufbau realisiert, deren Gelenke über Servomotoren angesteuert und der entsprechende Bewegungssequenzen als Teilelemente vorgegeben werden.

Im kommenden Jahr ist geplant, die Methoden dazu einzusetzen und zu verbessern, um Bewegungstrajektorien zu generieren, die für den humanoiden Roboter im SFB ausführbar sind und diesem eine am Mensch orientierte Bewegungsausführung ermöglichen.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

**Tagungsbände und Beiträge in  
Tagungsbänden:**

**Gehrig, D.; Kühne, H.; Wörner, A.;**

**Schultz, T.:**

HMM-based Human Motion Recognition with  
Optical Flow Data.

In: Proceedings of Humanoids 2009. Humanoids  
2009, Paris, France, 07.-10.12.2009. S. 425-430

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) Institut für Informationsrecht

Das Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) ist die Dachorganisation für Recht am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Das ZAR vereint unter seinem Dach sämtliche rechtswissenschaftlichen Aktivitäten des gesamten KIT. Dazu gehört insbesondere auch die Begleitung der rechtswissenschaftlichen Lehre in den verschiedenen Fakultäten. Zum einen obliegt dem ZAR die Aufgabe, Rechtsvorlesungen innerhalb der Universität zu konzentrieren. Zu diesem Zweck bietet das ZAR auch den juristischen Lehrbeauftragten anderer Fakultäten eine Heimat und sorgt für die Weiterbildung von Fachvertretern.

Zum anderen soll das ZAR die Ergebnisse rechtswissenschaftlicher Forschung öffentlichkeitswirksam nach außen tragen. Auf diese Weise soll die interessierte Öffentlichkeit über die neuesten Rechtsentwicklungen informiert und für neue rechtliche Fragestellungen sensibilisiert werden, um deren gesellschaftsverträgliche Lösung mitzutragen.

Eine wesentliche Säule, die das Dach des ZAR trägt, bildet das Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR). Es forscht und lehrt auf der Schnittstelle von Informationstechnologie und Recht. Es befasst sich schwerpunktmäßig mit den Rechtsfragen, welche die Digitalisierung und die weltweite Vernetzung in der nationalen und internationalen Informationsgesellschaft aufwerfen. Als einer der Träger des interdisziplinären Studiengangs Informationswirtschaft arbeitet das IIWR eng mit den Kollegen der Fakultät für Informatik wie auch mit den Kollegen der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften zusammen. Das IIWR dient darüber hinaus der Vermittlung rechtlicher Inhalte und Zusammenhänge im Bereich der Informationsgesellschaft an die Öffentlichkeit.

### Kontakt

Prof. Dr. T. Dreier  
Tel. 608-46376  
dreier@kit.edu

Prof. Dr. P. Sester  
Tel. 608-48426  
sester@kit.edu

Prof. Dr. I. Spiecker genannt  
Döhmman  
Tel. 608-43397  
spiecker@kit.edu

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft - Institut für Informationsrecht

### Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. T. Dreier
Sekretariat:	G. Feth, D. von Winterfeld
Akadem. Mitarbeiter:	D. Benthien (ab 15.11.2009), M. Damm (bis 30.09.2009), C. Funk (F, bis 30.11.2009), M. Haag, M.-M. Husumu (ab 15.04.2009, bis 31.07.2009), M. Lorenz, S. Mitsdörffer, Dr. O. Raabe (F), S. Schramm (bis 31.01.2009), K. Stockmar, R. Wacker (F)
Doktorand:	C. Baumann
Doktorandinnen:	E. Euler, L. Specht (ab 01.08.2009)
Stipendiat:	T. Klümper

### Bürgerliches Recht in Verbindung mit Rechtsfragen in der Informationsgesellschaft

## Open Access Online-Zeitschrift “Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law (JIPITEC)”

(T. Dreier)

Auf gemeinsamen Antrag von Prof. Dreier (Karlsruhe), Prof. Spindler (Göttingen) und Prof. Metzger (Hannover) hat die DFG 2009 Anschubmittel zur Gründung der neuen Online-Zeitschrift “Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law (JIPITEC)” gewährt.

Ziel ist die Entwicklung einer mehrsprachigen Open Access-Plattform für Aufsätze, die sich in wissenschaftlicher Tiefe mit Rechtsfragen des deutschen und europäischen Informationstechnologierechts befassen. Damit soll zum einen auch im juristischen Bereich eine Zeitschrift etabliert werden, die dem Grundsatz des Peer-Reviewing verpflichtet ist, zum anderen soll – auch dies bislang in der juristischen Informationsvermittlung noch wenig genutzt – die neue Zeitschrift die inzwischen vorhandenen Möglichkeiten einer originären Verbreitung über das Internet nutzen und damit der „Berliner Erklärung über offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen“ entsprechen.

## Webseite Verbraucherinformationen im Internet für das Ministerium des ländlichen Raumes

(T. Dreier)

Im Auftrag des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum und in Kooperation mit der E-Commerce-Verbindungsstelle in Kehl erstellt das ZAR eine Internetseite, die ab Frühjahr 2010 unter <http://www.verbraucherportal-bw.de> online erreichbar sein wird.

Der private Internetnutzer soll sich in einfacher Sprache über seine Rechte und Pflichten beim Umgang mit dem Internet umfassend informieren können. Auf der

Informationsplattform werden im Bereich des E-Commerce insbesondere der elektronische Vertragsschluss, Rechte des Verbrauchers, Zahlungsmöglichkeiten und deren Risiken, prozessrechtliche Abläufe (Mahnverfahren, Beweiswert von E-Mails, europäisches Mahn- und Bagatellverfahren), Kostenfallen und Rechtsfragen bei Onlineauktionen thematisiert. Darüber hinaus werden Fragen zum eigenen Verhalten im Internet fokussiert, so etwa zu Domainstreitigkeiten, der Beachtung von Urheberrechten und Persönlichkeitsrechten, sowie zu Strafrechtvorschriften und Haftungsfragen. Sicherheitsaspekte, etwa die Absicherung des eigenen PC, der sichere Umgang mit E-Mails und die Verschlüsselung der Daten, aber auch Erläuterungen zu Problemen bei sozialen Netzwerken, Sicherheit im Zahlungsverkehr, Gefahr von Phishing und Pharming sollen dem Nutzer die Gefahren des Internets vor Augen führen, ihm aber auch und vor allem Möglichkeiten eigener Sicherheitsvorkehrungen an die Hand geben. Berücksichtigung finden auch besondere Zielgruppen, wie Minderjährige und Senioren. Trotz bestehender konkurrierender Angebote im Internet soll die neue Plattform durch ihre vielseitige und umfassende Darstellung und ihre fachliche Tiefe eine nach wie vor bestehende Informationslücke auf dem Gebiet des Internetrechts schließen.

### **Theseus/Texto (WP.TEXO.2, T.TEXO.2.1)**

*(T. Dreier, C. Funk, O. Raabe, R. Wacker)*

Im Projekt TEXO wird eine Infrastruktur für Business Webs im Internet der Dienste entwickelt.

Eine Plattform soll ermöglichen, Dienste im Internet zu handeln, zu Mehrwertdiensten zusammenzusetzen und kundenindividuell Dienste in die jeweilige Anwendungsumgebung des Kunden zu integrieren. Es soll so die Grundlage für eine Dienstleistungswirtschaft im Internet geschaffen werden. TEXO erforscht Dienstleistungen, die über das Internet angeboten und abgerufen werden. Untersuchungsgegenstand sind die Dienstleistungen der marktgerechten Gestaltung und softwaretechnischen Entwicklung der Dienste über deren Angebot und Vermittlung in Business Webs bis zu ihrer Nutzung und Weiterentwicklung. Das Arbeitspaket des ZAR (WP2) widmet sich den rechtlichen und regulativen Rahmen und Herausforderungen eines solchen Vorhabens. In diesem Kontext wurde die juristische Methodik analysiert und die rechtlichen Anforderungen an ein technisches System zur Rechtsfolgernermittlung herausgearbeitet und technische Lösungskonzepte dargestellt, welche die juristischen Anforderungen an das Kernsystem der automatisierten Rechtsfolgernermittlung erfüllen.



## MeRegio

(T. Dreier, O. Raabe, M. Lorenz)

Im Rahmen des Forschungsvorhabens MeRegio (BMW Förderschwerpunkt E-Energy) bringt das ZAR seine IT- und energiewirtschaftsrechtliche Expertise in ein Projekt auf der Schnittstelle von IT und Energie ein. MeRegio (minimum emission regions) soll durch Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zu CO<sub>2</sub>-Minimierung und Klimaschutz beigetragen. Herzstück des Konzepts ist die Entwicklung einer "Minimum-Emission"-Zertifizierung und damit die Schaffung eines Instruments, das die Wirksamkeit regionaler Konzepte zur Erhöhung von Energieeffizienz und Reduzierung der Treibhausgasemissionen in hohem Grade nach außen sichtbar macht. Unterstützt wird dieser Prozess durch eine elektronische Handelsplattform und intelligente Zähler. Durch die zeitgenaue und durch Sensoren teilweise sogar innerhalb eines Haushalts ortsgenaue Ermittlung des Energieverbrauchs erhalten die hierbei erhobenen Informationen aus datenschutzrechtlicher Sicht eine neue Qualität. Es handelt sich um hochsensible personenbezogene Daten, die durch die Entflechtung des Energiesektors einer Vielzahl potentieller Adressaten zugänglich sein werden. Daher bestand und besteht ein Schwerpunkt der Tätigkeit unserer Arbeitsgruppe in der Begutachtung datenschutzrechtlicher Szenarien mit dem Ziel, die Anforderungen des einschlägigen Rechts von Anfang an in die Entwicklung der verwendeten Technik zu integrieren. Daneben stehen aber auch Fragen der Regulierung von Kommunikationsstandards und die rechtliche Analyse der IT-Infrastruktur im Zentrum.

## MeRegio Mobil

(T. Dreier, O. Raabe, E. Weis, F. Pallas)

MeRegio Mobil erweitert den bereits bei MeRegio verfolgten Ansatz um den künftig voraussichtlich stark anwachsenden Bereich der Elektromobilität und die daraus resultierenden Anforderungen an das Internet der Energie. Ein zentrales Erfordernis für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen stellt die orts- und versorgerunabhängige Auflademöglichkeit dar, denn andernfalls könnte ein Elektrofahrzeug nur zuhause an der heimischen Steckdose geladen werden. Diese soll in Form einer „intelligenten Steckdose“ entwickelt werden. Das Fahrzeug meldet sich bei dem Energieversorger, der die betreffende Steckdose versorgt, an und kann dort das Fahrzeug laden. Der Strom soll anschließend ähnlich dem Roaming in Mobilfunknetzen über seinen eigenen Versorger abgerechnet werden. Die Elektromobilität führt zudem zu einem deutlichen Anstieg dezentraler Energiespeicherkapazität durch Fahrzeugakkumulatoren. Diese stellen - sofern der Akku entladen ist - variable Verbraucher dar. Bei Versorgungsengpässen könnten sie jedoch durch Rückeinspeisung ins Netz auch als kurzfristige Energiequellen nutzbar sein.



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

**Bartsch, M.:** Sprachwelten und Streitkultur im IT-Bereich. In: Festschrift für Benno Heussen. Hrsg. Jochen Schneider. Otto-Schmidt: Köln 2009 S. 177 ff

**Dreier, T.:** Regulating Information – Some thoughts on a perhaps not quite so new way of looking at intellectual property. In: Technology and Competition – Technologie et concurrence, Contributions in Honor of Hanns Ullrich. Eds.: Drexl u. a. Brüssel: Larcier 2009, S. 35 - 53

**Dreier, T.:** Urhebervertragsrechtliche Grenzen der Verwertung geschützter Werke im Internet. In: Konvergenz der Medien - Konvergenz des Rechts?. Hrsg.: Gundel/Heermann/Leible. Baden-Baden: Nomos 2009, S. 107 - 126

**Dreier, T.:** Thumbnails als Zitate? – Zur Reichweite von § 51 UrhG in der Informationsgesellschaft. In: Festschrift für Achim Krämer zum 70. Geburtstag. Hrsg.: Blaurock/Bornkamm/Kirchberg, De Gruyter: Berlin 2009, S. 225 - 239

**Dreier, T.:** Erinnern Sie sich, als \_\_\_\_ sein Opfer S. erschlug? – Löschung von Berichten aus Online-Archiven aus Gründen des Persönlichkeits-rechts?- In: Schutz von Kreativität und Wettbewerb – Festschrift Loewenheim. Hrsg.: Hilty/Drexl/Nordemann. Beck: München 2009, S. 67–80

**Friedewald, M.; Georgieff, P.; Koch, D.; Neuhäusler, P.; Raabe, O.:** Ubiquitäres Computing - Zukunftsreport für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, BT.Drs.17/405, S. 105-120

**Raabe, O.:** Datenschutz im Internet der Energie. In: Stefan Fischer, Erik Maehle, Rüdiger Reischuk (Hrsg.), Im Focus das Leben, Proceedings zur INFORMATIK 2009, GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 191

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Brühann, U.:** Mindeststandard oder Vollharmonisierung des Datenschutzes in der EG, EuZW 2009, S. 639–644

**Euler, E.:** Recht am Bild der eigenen Sache? – Wie frei sind gemeinfreie Kulturgüter, AfP 2009, S. 459–464

**Flegel, U.; Raabe, O.; Wacker, R.:** Intrusion und Fraud Detection Systeme - Technischer Datenschutz durch Pseudonymisierung, DuD, Jahrgang 33 (2009), Heft 12, S. 735 - 741

**Kirchberg, C.:** Inhaltskontrolle, Verantwortlichkeiten und Regulierung im Netz – Entwicklungen und Perspektiven, Verw 41, S. 511–541

## Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft - Institut für Informationsrecht

Leiter:	Prof. Dr. P. Sester
Sekretariat:	E. Landeta (ab 01.01.2009)
Akademische Rätin:	Dr. Y. Matz
Akadem. Mitarbeiter:	J. Nitsch (bis 30.09.2009), O. Wasmeier (F), O. Wasmeier (F)
Wiss. Hilfskräfte:	A. Gern (ab 01.10.2009), J. Siewert (ab 01.05.2009)

### Forschungsbereich

**Bürgerliches Recht,  
Handels-, Gesellschafts-  
und Wirtschaftsrecht in  
der Informations-  
gesellschaft**

### Institutionelle Reformen in heranreifenden Kapitalmärkten

(P. Sester)

Die zu untersuchenden Kernthesen dieses Forschungsprojektes lauteten: Die Regulierung von Aktienmärkten in heranreifenden Volkswirtschaften und die Übernahme Internationaler Standards für diese Märkte erfolgen grundsätzlich am besten (pareto-superior) im Wege der Selbstregulierung. Als Voraussetzung für die erfolgreiche Selbstregulierung muss ein Konsens zwischen allen betroffenen Akteuren vorliegen. Dieser Konsens muss sich inhaltlich zumindest auf die Entscheidung zugunsten der Selbstregulierung und auf bestimmte übergeordnete Regulierungsziele erstrecken (z.B. Übernahme eines konkreten Internationalen Standards wie IFRS oder OECD-Prinzipien zur Corporate Governance). Außerdem muss der Konsens von derjenigen staatlichen Regulierungsinstanz (Kapitalmarktaufsichtsbehörde) geteilt werden, die prinzipiell über den betreffenden Aktienmarkt herrscht.

Theoretisches Fundament für die Überprüfung dieser These war die ökonomische Theorie der Verfassung. Dabei wurde das maßgeblich von James M. Buchanan entwickelte Konsensparadigma wie folgt spezifiziert: Eine bestimmte Regulierungstechnik bzw. die Zuweisung von Regulierungskompetenzen ist dann zustimmungsfähig, wenn die zu erwartenden Kooperationsvorteile aus der fraglichen Regulierung bei jedem einzelnen betroffenen Akteur unter dem Schleier des Nichtwissens überwiegen. Das Konsensparadigma war ebenfalls auf die Frage anzuwenden, worin überhaupt ein Kooperationsvorteil besteht.

Bei der Analyse von Kosten- und Nutzenaspekten verschiedener Regulierungsinstrumente und -methoden ergab die Untersuchung, dass es gerade für heranreifende Volkswirtschaften nicht zuletzt mit Blick auf Signalling-Effekte vorteilhaft sein kann, Internationale Standards zur Finanzmarktregulierung zu implementieren. Inwieweit bei der Implementierung solcher Standards besser eine "Eins-zu-eins"-Strategie oder eine "Benchmark"-Strategie zu verfolgen ist, hängt davon ab, ob eher eine technische Regulierungsmaterie betroffen ist oder eine, die auf erhebliche Pfadabhängigkeiten in den vorhandenen institutionellen Arrangements bzw. Rechtsordnungen trifft. Hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen einer Regulierung des Aktienmarktes durch nicht-staatliche

Organisationen kommt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass diese Organisationen, insbesondere die Börsen, gegenüber staatlichen Regulierungsinstanzen gerade im Prozess der Entwicklung geeigneter Regelwerke erhebliche Vorteile haben. Denn sie sind eher in der Lage, verschiedene Lösungen über die Zeit auszuprobieren als dies bei Staaten (und politischen Akteuren) der Fall ist, die sich bei Regulierungsfragen mit Blick auf Rechtssicherheit und Kosten keine Experimente leisten können. Dies liegt auch daran, dass Selbstregulierungsinstanzen wie Börsen in einem härteren Regulierungswettbewerb mit anderen Marktplätzen stehen als staatliche Akteure. Die Grenzen der Selbstregulierung liegen insbesondere dort, wo es um Sanktionen bei Regelverstößen sowie um die Aufklärung eines erkannten Regelverstößes geht. Diese Regulierungstheorie wurde anhand einer wirtschaftsgeschichtlichen Betrachtung der Entwicklung, die zum institutionellen Arrangement des brasilianischen Novo Mercado geführt hat, verifiziert.

Als Ergebnis des Forschungsprojekts wurden Rückschlüsse formuliert, die aus der brasilianischen Erfahrung für die Regulierung von Kapitalmärkten gezogen werden können.

Die Arbeiten an diesem Forschungsprojekt mündeten in die Veröffentlichung: *Institutionelle Reformen in heranreifenden Kapitalmärkten: Der brasilianische Aktienmarkt - Eine institutionenökonomische Analyse zu Internationalen Standards, Regulierung und Selbstregulierung*, Berlin 2009.

### **Europäisches Energierecht**

*(P. Sester)*

Der Dritte Binnenmarkt der EU zur Herstellung eines einheitlichen Strom- und Gasmarkts wirft zahlreiche Rechtsfragen zum grenzüberschreitenden Energiehandel und zur Organisationsstruktur von Energieunternehmen auf. Diese Fragen werden im Rahmen eines Projekts erörtert, das im Herbst 2010 in eine umfangreiche Publikation münden wird. Hauptthema ist dabei die Frage nach der effektiven Allokation von Durchleitungskapazitäten und die Übertragung von Regelungstechniken aus dem Handel mit Finanzprodukten auf den Energiehandel.

### **Internationales Privatrecht der Gesellschaften**

*(P. Sester, O. Wasmeier)*

Gesellschaften sind als Zweckverbände von Personen und Kapital unerlässlich für eine auf Arbeitsteilung beruhende Volkswirtschaft. Mit der Globalisierung des Wirtschaftssystems und der Entstehung eines gemeinsamen Binnenmarktes innerhalb der Europäischen Gemeinschaft geht eine Zunahme der grenzüberschreitenden Mobilität von Gesellschaften einher und damit das Problem der Anerkennung ausländischer Gesellschaften in der Rechtsordnung der Bundesrepublik. Dieses ist zentral geknüpft an die Frage des anwendbaren Rechts. Der Gesetzgeber hat sich nunmehr entschlossen, die kollisionsrechtliche Anknüpfung, die diese Frage regelt, die zuvor auf ungeschriebener Spruchpraxis des Bundesgerichtshofs basierte, zu kodifizieren und dabei grundlegend zu reformieren. Danach soll künftig nicht mehr das Recht des Staats Anwendung finden, das am Ort des

effektiven Verwaltungssitzes einer Gesellschaft gilt, sondern das jeweilige Recht des Gründungsstaates. Das vorliegende Projekt untersucht diesen Regelungsentwurf auf seine Auswirkungen und seine Übereinstimmung mit anderen rechtlichen Vorgaben. Dabei wird anhand des supranationalen regulatorischen Rahmens ein integriertes Konzept zu entwickeln sein, das den Schutzinteressen des Staates der tatsächlichen wirtschaftlichen Tätigkeit ebenso Rechnung trägt wie der ökonomischen Struktur von Gesellschaften als Netzwerke von Verträgen privatautonomer Akteure. Insbesondere aus dem Binnenmarktbezug der europäischen Grundfreiheiten und dem gegenwärtigen Stand der sekundärrechtlichen Harmonisierung lassen sich dabei wichtige Erkenntnisse gewinnen. Lohnenswert ist dabei auch ein rechtsvergleichender Blick auf das Nachbarland Schweiz, dessen eigenes, sehr liberales Internationales Privatrecht trotz fehlender Zugehörigkeit zur Europäischen Gemeinschaft einen Modellcharakter besitzt. Schließlich werden auch die ökonomischen Auswirkungen eines durch Öffnung des internationalen Privatrechts entstehenden regulatorischen Wettbewerbs in die Abwägung mit eingestellt, wobei mit der gebotenen Vorsicht aus der Entwicklung des US-amerikanischen Gesellschaftsrechts der letzten drei Jahrzehnte Erkenntnisse gewonnen werden.

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

#### **Bücher und Beiträge:**

**Sester, P.:** Institutionelle Reformen in heranreifenden Kapitalmärkten: Der brasilianische Aktienmarkt - Eine institutionenökonomische Analyse zu Internationalen Standards, Regulierung und Selbstregulierung. Berlin: De Gruyter Recht 2009

**Sester, P.:** Zur Interpretation der Kapitalmarkteffizienz in Kapitalmarktgesetzen, Finanzmarktrichtlinien und -standards. In: Zeitschrift für Unternehmens- und Gesellschaftsrecht (ZGR), Band 38, Heft 2, 2009, S. 310-345

#### **Beiträge in Zeitschriften:**

**Glos, A.; Sester, P.:** Aufsichtsrechtliche Erfassung der Leasing und Factoringunternehmen. In: Wertpapiermitteilungen (WM), 63. Jahrgang, Teil IV, 2009, S. 1209-1216

**Sester, P.:** Die brasilianische Kapitalmarktaufsicht - Status und Konsequenzen der Comissão de Valores Mobiliários im nationalen Finanzsystem. In: Schweizerische Zeitschrift für Wirtschafts- und Finanzmarktrecht (SZW/RSDA), Heft 1, 2009, S. 26 - 44

**Schmalenbach, D.; Sester, P.:** Aufsatz zur Einführung des Flugzeugpfandbriefes. In: Wertpapiermitteilungen (WM), Band noch nicht bekannt, Heft, 2009, S. 725-731

**Sester, P.:** Transparenzkontrolle von Anleihebedingungen nach Einführung des neuen Schuldverschreibungsrechts. In: Archiv für civilistische Praxis (AcP), Band 209, Heft 5, 2009, S. 628-667

**Forschungsbereich**

**Öffentliches Recht,  
Recht der  
Netzwirtschaften,  
Kommunikationsrecht  
einschließlich  
Datenschutzrecht,  
Umweltrecht,  
Europäisches  
Wettbewerbsrecht, allge-  
meines Europarecht**

**Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft -  
Institut für Informationsrecht**

Leiter:	Prof. Dr. I. Spiecker genannt Döhmann
Sekretärin:	A. Pflittner (ab 01.01.2009)
Akadem. Mitarbeiter:	F. Drefs, A. Hadjiani, L. Heuner (ab 01.03.2009), J. Kupper
Stipendiatin:	S. Traub (ab 20.04.2009)
Wiss. Hilfskraft:	Dr. D. Bauer (ab 15.03.2009)
Lehrbeauftragte:	Dr. U. Brühmann, A. van Raay

**Aktuelle Arbeit des Forschungsbereichs**

*(I. Spiecker genannt Döhmann)*

Der öffentlich-rechtliche Lehrstuhl des Instituts für Informations- und Wirtschaftsrecht konzentriert sich auf das Verhältnis Bürger - Staat in informationsrechtlicher Perspektive. Insbesondere geht es um die, vor allem technisch bedingten, Veränderungen, denen Bürger und Staat in der Wissensgesellschaft unterworfen sind und die zur Herausbildung einer neuen Informationsordnung führen. Wissen als Produkt und als wesentliche Vorbedingung von Entscheidung steht im Mittelpunkt. Mit welcher Qualität kann von und durch Wissen gesteuert werden? Welchen Bedingungen müssen Wissensermittlung und -weitergabe genügen? Wie sieht eine Informationsinfrastruktur, z.B. ein System der Dienste, aus?

Konkrete Fragen betreffen die Wissensgewinnung durch den Staat (z.B. Innovationsforschung), den Transfer von Information (z.B. Institutionen und Organisation) sowie die Informationsströme zum Bürger (Informationsfreiheit; staatliche und private Informationstätigkeit) und deren Grenzen (etwa Datenschutz- und Geheimnisschutzrecht). Schließlich ist die Steuerung informationeller Infrastruktur (Telekommunikationsrecht) umfasst.

**Staatliche Steuerung im Regulierungsrecht**

*(D. Bauer, I. Spiecker genannt Döhmann)*

Das Projekt untersucht, wie staatliche Entscheidungen rational gestaltet werden können. Dazu gehört z.B. die Analyse, ob Gesetze ausreichende Wirkungsbedingungen vorfinden, um ihr Ziel zu erreichen und wie Gesetze Wirkungsbedingungen gestalten können. Einen Anwendungsbereich bietet das Feld staatlicher Regulierungstätigkeit. Hier wird oftmals nicht mit dem klassischen Ordnungsrecht (Ge-/Verbot) agiert, sondern zunehmend mit Anreizorientierung.

Ein Teilgebiet des Projekts beschäftigt sich mit Funktionsbedingungen für effiziente

Märkte im Gesundheitswesen. Dazu wurden die ökonomischen und rechtlichen Grundlagen untersucht. Ein weiteres Teilgebiet arbeitete für konkrete Regelungen der gesetzlichen Krankenversicherung heraus, dass Selbstkontrollmechanismen wegen verschiedener verhaltenswissenschaftlich belegter Entscheidungseinschränkungen nur begrenzt effizient sind.

Einen anderen Bereich umfasst die Analyse des verfassungsrechtlichen Schutzes von Unternehmensgeheimnissen in multipolaren Verhältnissen im Telekommunikationsrecht.

Schließlich analysiert ein letzter Teilbereich Regulierungseingriffe im Finanzmarkt.

### **Generierung und Transfer staatlichen Wissens im System des Verwaltungsrechts**

*(D. Bauer, I. Spiecker genannt Döhmann, S. Traub)*

Ein wesentliches Projekt setzt sich mit Informationsströmen unter Beteiligung des Staates auseinander. Dabei geht es um die rechtliche insb. um die verwaltungsrechtliche Integration nicht-rechtlicher Erkenntnisse, etwa Organisation, Verfahren, Gerechtigkeit, Verarbeitung von (internem und externem) Wissen.

Ein Teilprojekt fragt danach, inwieweit eine zwangsweise Mehrfach-Verwendung von Informationen in staatlichen Genehmigungsverfahren Innovationsschutz oder -anreiz bewirkt. Ein anderes Teilprojekt will die Beziehungen der Informationsvermittlung auf der kommunalen Ebene untersuchen. Ein weiteres Teilprojekt erörtert das organisatorische Umfeld von Public Private Partnerships. Von Bedeutung für ein Projekt sind auch Instrumente des privaten Markts, die sich der Staat zu eigen macht.

### **Funktionsbedingungen einer neuen Informationsordnung**

*(L. Heuner, I. Spiecker genannt Döhmann, S. Traub)*

Der tradierte Ansatz des Öffentlichen Rechts, Information vor allem unter dem Aspekt des restringierenden Datenschutzes zu betrachten, ist spätestens mit dem Informationsfreiheitsgesetz IFG überholt. Der Staat beschäftigt sich immer mehr mit Fragestellungen rund um das Thema "Information" - bis hin zur Bereitstellung von Inhalten (Rundfunkrecht) und Infrastruktur (Telekommunikationsrecht).

Fraglich ist, ob diese Entwicklung zu einem gänzlich neuen Rechtsgebiet führt, dem Informationsrecht, das eine neue Informationsordnung des Staates prägt.

Das Projekt untersucht diese Fragestellung unter verschiedenen Blickwinkeln. Dazu gehört zum einen die Frage, inwieweit Datenschutz und Informationsfreiheit zwei Seiten einer Medaille oder aber nur zum Teil miteinander vereinbare Materien sind. Dazu zählt auch die Erweiterung des personenbezogenen Datenschutzes hin zu einem umfassenden Geheimnisschutz. Ein Teilprojekt fragt etwa nach der Bedeutung des IFG für Korruption. Schließlich wird hier untersucht, inwieweit eine Neu-Interpretation des Datenschutzes dazu führen kann, ihm eine Rolle als Motor einer einheitlichen technisch-rechtlichen Ausgestaltung zuzuweisen. Dazu gehört auch die Auseinandersetzung mit den Institutionen im Staat, die Information verwalten.

## **Aktuelle Probleme aus dem Datenschutzrecht**

*(L. Heuner, I. Spiecker genannt Döhmann)*

Die Entwicklungen des Datenschutzrechts stellen die rechtliche Auseinandersetzung in ein intensives Spannungsfeld mit gesellschaftlichen Problemen. Daher setzt sich ein Teilprojekt mit Internetsperren am Beispiel der Sperrung von Internetseiten kinderpornografischen Inhalts auseinander. Andere Fragestellungen betreffen den Umgang mit Geodaten.

## **Aktuelle Fragen des Umweltrechts**

*(S. Traub)*

Das Umweltrecht war lange Vorreiter für das Allgemeine Verwaltungsrecht. Es integrierte interdisziplinäre Ansätze und kreierte neue Instrumente. Informationsgewinnung und -vermittlung spielen hier eine besondere Rolle.

Ein Projekt setzt sich mit den besonderen Umständen der Verjährung bei Altlasten auseinander, wo wegen erst später hinzutretender Information rechtliches Handeln nicht mehr möglich werden kann.

## **Grenzen der Informationsgewinnung**

*(A. Hadjiani, I. Spiecker genannt Döhmann)*

Staatliche und private Informationsgewinnung wird vom Staat reguliert. Dazu zählt z.B. der Datenschutz. Bisher ungeklärt ist, inwieweit Einschränkungen der Gewinnung auch zu Einschränkungen der Verwendung solcher rechtswidrig erlangter Informationen führen. Anhand aktueller Entscheidungen soll dies systematisiert werden. Vor dem Hintergrund verfassungsrechtlicher Vorgaben ist insb. fraglich, ob die Tendenz, einer Abwägung im Einzelfall den Vorzug zu geben, Bestand haben kann gegenüber einem Ansatz, der auf Folgenbeseitigung abstellt.

***Ausgewählte Veröffentlichungen des Forschungsbereiches:***

**Bücher und Buchbeiträge:**

**Bauer, D.:** Ein Organisationsmodell für Rating Agenturen - Ein Beitrag zur regulierten Selbstregulierung am Kapitalmarkt. 1. Auflage. Auflage Baden-Baden: Nomos 2009

**Tagungsbände und Beiträge in Tagungsbänden:**

**Heuner, L.:** Die Sperrung des Zugangs zu kinderpornografischen Seiten im Internet. In: Inside the Cloud - Neue Herausforderungen für das Informationsrecht. Hrsg.: Taeger, J.; Wiebe, A.; DGRI Herbstakademie 2009, Oldenburg, 09.-12.09.2009. S. 107-126

**Spiecker gen. Döhmman, I.:** Protection of Confidential Business Data in the Age of Convergence. In: International Workshop on Communication Regulation in the Age of Digital Convergence: Legal and Economic Perspectives. Hrsg.: Seifert, S.; Krämer, J.; Karlsruhe, 02.08.2008. S. 29-42

**Beiträge in Zeitschriften:**

**Bauer, D.; Jensen, H.:** BIDs - eine Public-Private-Partnership auf dem verfassungsrechtlichen Prüfstand. In: NordÖR - Zeitschrift für Öffentliches Recht in Norddeutschland, Band 12, Heft 5, 2009, S. 191-198

**Traub, S.; Nusser, J.:** Der Verjährungsbeginn nach § 24 Abs. 2 Satz 4 und 5 BBodSchG bei mehrstufigen Altlastensanierungen. In: altlastenspektrum, Heft 2, 2009, S. 76-84

**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.kit.edu  
Tel. 608-48960  
Fax 608-48963

**Interfakultatives Institut für Entrepreneurship**

Leiter:	Prof. G. W. Werner
Akadem. Mitarbeiter:	P. Dellbrügger, D. León-Cadenillas, Dr. A. Presse, I. Zareva

**Fortführung des IEP**

Nach der sehr positiven Evaluierung wird das IEP laut Empfehlung weitergeführt und ist seit Oktober 2009 etatisiert. Es bleibt mit Spannung zu erwarten, wie und mit welcher Besetzung der Professur es ab Oktober 2010 weitergehen wird.

Im Dezember 2009 beendete André Presse seine Dissertation. Das Thema seiner Doktorarbeit lautet: Grundeinkommen – Idee und Vorschläge zu seiner Realisierung.

**Business Administration oder Business Creation & Development?**

Gesellschaftspolitisch wird von allen Seiten gefordert, dass Deutschland mehr neue Unternehmer und Unternehmen braucht, weil man erkennt, dass die sozioökonomische Entwicklung einer nachindustriellen Gesellschaft langfristig auch in Deutschland durch solche Unternehmen geprägt wird.

Die Führung von Unternehmungen ist angesichts der politischen Komplexität wie kulturellen Vielfalt nicht mehr durch die reine, streng wissenschaftliche Betriebswirtschaftslehre ausreichend. Fragen nach Pioniergeist, Wirtschaftsethik, Erfinderdenken als Kunst werden in einer nachindustriellen Gesellschaft immer bedeutsamer. Führende Universitäten bewegen sich im Dreiklang von Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Unternehmensgründungen von Absolvierenden der Universität. Unternehmertum ist mehr als nur Geschäfte zu administrieren, sondern innovativ neue Geschäftsmodelle zum Nutzen der potentiellen Kunden zu kreieren und weiterzuentwickeln. Insofern ist ein interfakultatives Institut für Entrepreneurship sowohl in den Sozialwissenschaften als auch in den Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften anzusiedeln.

**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.

### **Publikationen**

Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen hat sich beachtlich gesteigert. Die Schriftenreihe des IEP umfasst inzwischen 20 Bände. Weitere Publikationen für das Jahr 2010 sind in Vorbereitung. In der Reihe Studienhefte gibt es 4 Publikationen, in der Reihe Impulse aus der Forschung gab es eine Neuerscheinung, und die Reihe Impulse für eine unternehmerische Gesellschaft umfasst mittlerweile 4 Bände.

### **Lehrangebot erweitert**

Aufgrund der Vielzahl an Nachfragen von Studierenden wurde das Seminarangebot nochmals erweitert.

Die Zukunft erfordert ein nachhaltiges Entrepreneurship. Das Seminar „Nachhaltigkeit - Herausforderung für Wissenschaft und Entrepreneurship!“ beschäftigt sich mit der Frage, welche tiefgreifenden methodischen Ansätze benötigt werden, um ein nachhaltiges Wirken in unserem Gesellschaftssystem zu entwickeln.

Das Seminar „Ethische Dimensionen von Wirtschaft und Unternehmen“ fragt nach dem Ort und der Art ethischer Verantwortung.

Künstler und Unternehmer sind Neuerer. Das Seminar „Künstler und Unternehmer“ fragt nach den Gemeinsamkeiten und Unterschieden ihres jeweiligen Habitus.

Das Seminar „Wertschätzung des Kunden“ erschließt den Zusammenhang zwischen der unternehmerischen Neuerung und der Frage nach der Wertschätzung durch den Kunden.

## 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 zentrale Dienstleistungs- und Forschungseinrichtung der Fakultät für Informatik. Es unterstützt sehgeschädigte Studenten aller Fakultäten. 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 (Abteilung Blinden- und Sehbehindertenpädagogik), Hilfsmittelherstellern, Behindertenverbänden, aber auch mit nationalen und internationalen Hochschulen und Organisationen. Das SZS führt nationale und internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte durch bzw. ist an diesen federführend beteiligt.

### Kontakt

Prof. Dr. R. Vollmar (Leiter)  
608-44337  
vollmar@ira.uka.de

J. Klaus (Geschäftsführer)  
608-42760  
joachim.klaus@kit.edu

**Studienzentrum für Sehgeschädigte**

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. R. Vollmar
Geschäftsführer:	J. Klaus
Sekretariat:	B. Hanke
Akadem. Mitarbeiter:	A. Constantinescu (ab 01.08.2009), A. Gaal, G. Jaworek, Dr. K. Müller, A. Scherwitz- Gallegos, S. Schneider

**Unterstützung von  
blinden und  
sehbehinderten  
Studierenden**

**EU Projekt web\_access - Joint Programme on Accessible Webdesign**

*(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 Webdesign 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 sein und somit auch Menschen mit Behinderung zugänglich sein. Zielgruppen sind Webdesigner, Studierende und Hochschulabsolventen im Sozial- und IT-Bereich - mit und ohne Behinderung.

**Karlsruhe lernt - "IT-Schulung von Seniorinnen und Senioren"**

*(J. Klaus, S. Schneider)*

In Fortführung des ESF-Projekts SELBA-USUS widmet sich dieses Projekt der IT-Schulung von Senioren und Seniorinnen. In der Residenz Rüppurr wird seit April 2004 ein Computerarbeitsraum für Heimbewohner angeboten. Zweimal pro Woche betreut ein Student der Universität die Bewohner und vermittelt seniorengerecht den Umgang mit Hard- und Software und den Hilfsmitteln für Sehbehinderte. Dabei stellt er sich auf die konkreten Wünsche der Heimbewohner ein. Das Studienzentrum für Sehgeschädigte unterstützt das Projekt durch spezielle Schulungen im Bildbearbeitungs-, Scan- und Dateiverwaltungsbereich.

**MOBAVIP - Mobility and Orientation for Blind and Visually Impaired Persons**

*(G. Jaworek, J. Klaus)*

Ein Mobilitäts- und Orientierungstraining (MOT) ermöglicht Sehgeschädigten die eigenständige Orientierung und Mobilität im Alltagsleben, sei es Zuhause, am Arbeitsplatz oder

im privaten Umfeld. Dieses Projekt möchte die Notwendigkeit von MOT für blinde und sehbehinderte Menschen in Malta aufzeigen, denn bisher gibt es kein solches Angebot. Orientierungs- und Mobilitätstrainings bieten eine Schlüsselqualifikation, um blinden und sehbehinderten Menschen beim Erreichen ihrer weitestmöglichen Unabhängigkeit zu unterstützen.

Dem Projektkonsortium gehört die National Commission Persons with Disability in Malta an mit Erfahrungen in Themen der Partizipation in behindertenspezifischen Projekten, Provision Solutions in Großbritannien, die Expertise im Bereich Rehabilitation und speziell Mobilitäts- und Orientierungstraining haben. Weiterer Partner ist das Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS) des KIT in Deutschland mit Expertise in der IT-Anwendung zur Unterstützung Blinder und Sehbehinderter im Studium.

### **SUE - Screenreader Usability Extensions BMAS Projekt: Entwicklung eines Screenreaders für graphische Oberflächen unter Linux**

*(A. Gaal, G. Jaworek, J. Klaus, S. Schneider)*

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 Projekts ist es, einen Screenreader für graphische Oberflächen unter Linux zu entwickeln. Dieser soll die gängigen, im Arbeitsumfeld allgemein eingesetzten Anwendungen, wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Internet, Email 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 vier 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 von miniaturisierten und autonomen Sensor-Aktor-Systemen, bieten völlig neue Möglichkeiten, die Umwelt zu beobachten. Statt des passiven Blicks erlauben sie eine Durchdringung verschiedenster Phänomene – mit einer durch die Knotendichte wählbaren Auflösung. Die integrierten Aktoren ermöglichen zudem die gezielte Beeinflussung der Sicht und die Interaktion mit der Umgebung. Außerdem kann durch die große Anzahl von Systemen auch bei einer geringen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der individuellen Sensor-Aktor-Systeme die notwendige Toleranz gegenüber Fehlern und Ausfällen erreicht werden.

Da die Knoten aber typischerweise energieautonom arbeiten müssen, wird die Energie entweder der Umgebung entnommen oder auf dem Knoten gespeichert. Durch dieses stark begrenzte Energiebudget ergeben sich enge Limitierungen für die Messgenauigkeit, die Rechenleistung und die Kommunikationskapazität. Außerdem kommt es durch die bewusste Selbstabschaltung individueller Knoten zum Zweck der Energieeinsparung, möglichen umgebungsbedingten Ausfällen und der inhärenten Mobilität zu regelmäßigen Topologieänderungen. Damit ergeben sich für derartige Sensor-Aktor-Netzwerke neuartige Anforderungen an Kommunikationssysteme, die auf deren spezielle Charakteristika zugeschnitten sind. Dazu gehört ein Verkehrsprofil aus typischerweise sehr kleinen Dateneinheiten mit evtl. hohen Echtzeitanforderungen und die gleichzeitige Verwendung von Knoten als „Endsysteme“ und „Router“. Aus diesen Gründen lassen sich bekannte Verfahren aus der Datenkommunikation bzw. aus der Mobilkommunikation nicht direkt auf Sensor-Aktor-Netzwerke portieren. Ähnliche Fakten gelten auch in Bezug auf die Informationsverarbeitung, da zum

#### **Kontakt**

Prof. Dr. U. D. Hanebeck  
Tel. 608-43909  
Uwe.Hanebeck@kit.edu  
(Sprecher)

einen nur eine geringe 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 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 (Sprecher: Prof. Dr. med. M. W. Böhler, stellvertretender Sprecher: Prof. Dr.-Ing. H. Wörn). An diesem Kooperationsprojekt sind das KIT, die Universität Heidelberg sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum beteiligt.

Das Graduiertenkolleg 1126 beinhaltet in der begonnenen zweiten Förderperiode neun interdisziplinäre Projekte aus den Bereichen präoperative Datenerfassung (D), Planung von chirurgischen Interventionen (P), Navigation (N), Telemanipulation und Mensch-Maschine-Schnittstelle (T).

Am KIT ist in der zweiten Förderperiode der Lehrstuhl für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (Prof. Hanebeck), das Humanoids and Intelligence Systems Laboratories (Prof. Dillmann) und das Institut für Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik (Prof. Wörn) mit vier Teilprojekten vertreten:

### **Teilprojekt M2 – Modellbasierte intraoperative Registrierung von Weichgewebe für ein chirurgisches Assistenzsystem**

Minimalinvasive Eingriffe stellen heutzutage eine hohe Beanspruchung für den Chirurgen dar. Wünschenswert wäre deshalb ein computergestütztes Assistenzsystem, das dem Chirurgen die Arbeit erleichtert, indem es eine präoperative Planung ermöglicht, intraoperativ zusätzliche Daten gewinnt, diese zusammen mit den präoperativen Daten verarbeitet und das Ergebnis in intuitiver Weise präsentiert.

Die Arbeit im Rahmen des Graduiertenkollegs 1126 „Intelligente Chirurgie“ umfasst dabei die intraoperative Registrierung von einem präoperativen Planungsmodell mit intraoperativen Sensordaten. Dafür wurde im Jahr 2009 das aus Endoskopbildern erzeugte Oberflächenmodell weiter optimiert und mit einem präoperativen Volumenmodell initial registriert. Des Weiteren wurde die Integration von Kraftsensorik in ein endoskopisches Instrument durchgeführt, um weitere intraoperative Informationen für die Registrierung zu erhalten.

#### **Kontakt**

Prof. Dr. H. Wörn  
Tel. 608-44006  
woern@ira.uka.de  
(Sprecher)



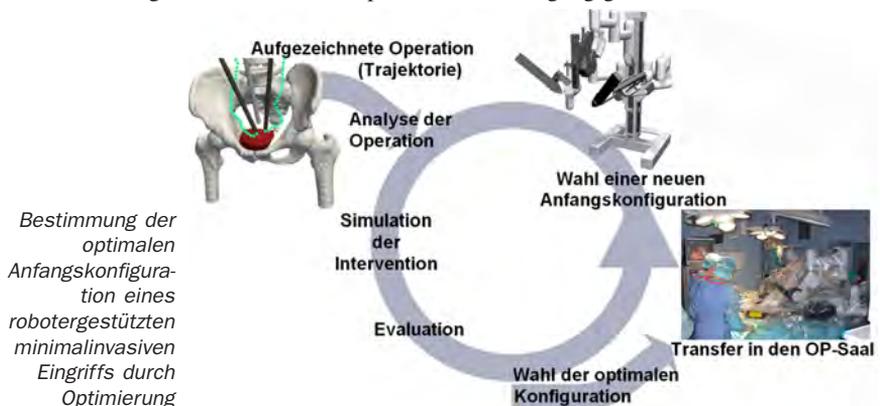
Oberflächenrekonstruktion von OP-Aufnahmen; rechts: Kraft-Momenten-Sensor in Instrument

### Teilprojekt 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 Eintrittspunkte der Instrumente (Trokarpositionen) und die Lage und Position des Manipulatorstativs dahingehend optimiert werden, dass während der Operation keine Kollisionen zwischen den Armen auftreten, die Zielregionen erreichbar sind und der Chirurg genügend Bewegungsspielraum hat. Die Visualisierung der optimierten Trokarpositionen erfolgt durch Erweiterte Realität mit einem Projektor- und Kamerasystem.

Um die Optimierung durchzuführen, wurde eine Simulationsumgebung erstellt, die ein Menschmodell und ein kinematisches Modell des Telemanipulators enthält. Mit der Simulation ist es möglich, die Erreichbarkeit der Zielregionen sowie die Kollisionsgefahr bei realen Operationen zu evaluieren.

Im Jahr 2009 wurde der Fokus auf die mathematische Optimierung gelegt, sowie auf die Erstellung und Umsetzung eines Konzepts, Interventionen des Operateurs algorithmisch zu beschreiben. Die dadurch gewonnene Repräsentation des Arbeitsbereichs soll zudem als Navigationshilfe für den Operateur zur Verfügung gestellt werden.



## **P1 - Modellierung und Simulation von Aortenerkrankungen vor endovaskulärer Therapie**

Bei der endovaskulären aortalen Rekonstruktion (EVAR) von thorakalen- und abdominalen Aortenaneurysmen muss mittel- und langfristig immer noch mit einer erhöhten Komplikationsrate gerechnet werden.

Verantwortlich dafür sind insbesondere Endoleakagen an den Kontaktstellen von Stent-Graft und Aortenwand, sowie die Device-Migration.

In beiden Fällen besteht nur ein unzureichender Kontakt des Endograft-Systems mit der Gefäßwand. Diese Komplikationen sollen mit Ansätzen aus der Festkörper- und Fluidsimulation näher untersucht werden. Ziel ist es, die Therapieplanung weiter zu verbessern. Dazu wird die Positionierung von Stent-Grafts im Patientenmodell simuliert und die Auswirkungen auf Hämodynamik und Gefäßwand untersucht.

## **T2 - Modellbasierte Schätzung der Herzbewegung**

Robotergestützte Operationen am schlagenden Herzen, wie z.B. die Legung von Bypässen, erfordern von einem Chirurgen eine ständig hohe Konzentration. Zur Erleichterung und Verbesserung der chirurgischen Arbeit bei Herzoperationen wird am ISAS ein computerbasiertes Chirurgesystem mit dem Ziel entwickelt, den Chirurgen bei Operationen am schlagenden Herzen zu unterstützen. Dafür sollen die Chirurgieinstrumente automatisch mit der Bewegung des Herzens synchronisiert werden.

Für die Synchronisation ist die Rekonstruktion der Herzbewegung für jeden Patienten notwendig. Damit auch die Bewegung in den Bereichen des Herzens, die nicht für die Messung zugänglich sind, rekonstruiert werden kann, werden Methoden zur modellbasierten Schätzung der Herzbewegung entwickelt, wobei die Informationen über die Bewegung der Herzoberfläche mit einem Kamerasystem gewonnen werden. Aktuell werden elementfreie Methoden zur Modellierung der Herzoberfläche entwickelt. Im Gegensatz zu FEM-Methoden erlauben diese eine schnellere Anpassung des Modells an den Patienten und dadurch einen besseren operativen Einsatz. Die Evaluation des Systems erfolgt anhand der Messungen der Bewegung des druckluftgesteuerten künstlichen Herzens.

Das Projekt wird im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs GRK 1126 Intelligente Chirurgie gefördert .

## **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 dritten Förderphase. Schwerpunkte der aktuellen Arbeiten waren zum einen die Entwicklung des zwei-beinigen Roboters ARMAR-IV, aber auch Arbeiten vor allem im kognitiven Bereich z. B. zum Lernen aus Beobachtung des Menschen, zur Spracherkennung und Dialogführung, audiovisuellen Benutzerverfolgung, Interaktion mit dem Menschen und Handhabung von Objekten.

Basierend auf den erzielten Ergebnissen der letzten zwei Förderperioden wurden in der dritten Förderperiode ab Juli 2008 die Arbeiten an den zentralen Themen des Lernens, der Interaktion sowie des Greifens und der Manipulation fortgesetzt. So wurden Methoden zur Online-Imitation menschlicher Bewegungen, Aktions- und Intentionserkennung, zur haptischen Exploration unbekannter Objekte sowie zur multimodalen Interaktion entwickelt und anhand von Alltagsaufgaben evaluiert. Vorrangiges Hauptaugenmerk lag auf der Integration der entwickelten Komponenten auf die Robotersysteme ARMAR-IIIa und ARMAR-IIIb, die nicht nur mit ihren mechatronischen, sondern vor allem sensomotorischen und kognitiven Fähigkeiten weltweit zu den führenden humanoiden Robotersysteme zählen. Zahlreiche Aufgaben konnten realisiert, integriert und demonstriert werden. Hierzu zählen die interaktive, robuste und autonome Ausführung von Assistenzfunktionen wie das Holen von Getränken aus dem Kühlschrank, das Beladen der Geschirrpülmaschine sowie weitere Hol- und Bringdienstleistungen.

Im Jahr 2009 wurde mit der Entwicklung des humanoiden Roboters ARMAR-IV begonnen, der von mechatronischer Seite eine komplett neue Entwicklung darstellt. ARMAR-IV ist ein zweibeiniger humanoider Roboter mit insgesamt 63 Bewegungsfreiheitsgraden: 9 im Kopf, 8 in jedem Arm, 11 in jeder Hand, 2 im Torso und 7 in jedem Bein. Neben den bisherigen Themenkomplexen des SFB stehen Fragestellungen des zweibeinigen Laufens, insbesondere der Haltungskontrolle und des autonomen Körperbalancierens sowie der Koordination von Laufen und Manipulation im Vordergrund.

### **Kontakt**

Prof. Dr. R. Dillmann  
Tel. 608-43846  
ruediger.dillmann@kit.edu  
(Sprecher)

## Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)

Das FZI ist eine rechtlich selbständige Einrichtung in Form einer Stiftung, die auf eine gemeinsame Initiative von Professoren der Universität Karlsruhe zurückgeht. Die Struktur des FZI ist eigens auf eine anspruchsvolle wissensbasierte 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.

### Kontakt

Prof. Dr. R. Dillmann  
ruediger.dillmann@kit.edu

Prof. em. Dr. h.c. G. Goos  
gerhard.goos@kit.edu

Prof. em. Dr. Dr. h.c. P.  
Lockemann  
peter.lockemann@kit.edu

Prof. Dr. K. D. Müller-Glaser  
klaus.mueller-glaser@kit.edu

Prof. Dr. A. Oberweis  
oberweis@kit.edu

Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Ovtcharova  
jivka.ovtcharova@kit.edu

Prof. Dr. R. Reussner  
reussner@ipd.uka.de

Prof. Dr. h.c. W. Stucky  
stucky@fzi.de

Prof. Dr. R. Studer  
studer@kit.edu

Prof. Dr. W. Tichy  
walter.tichy@kit.edu

Prof. Dr. Ch. Weinhardt  
weinhardt@kit.edu

## Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik

Das Institut für Anwendungen der Informatik ist eine inter-fakultative wissenschaftliche Einrichtung der Universität Karlsruhe. Es hat die Aufgabe, durch interdisziplinäre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Angewandten Informatik allgemein gültige Forschungsgrundlagen und -methoden zu erarbeiten. Daneben hat das Institut ein auf die verschiedenen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Disziplinen abgestimmtes Lehrprogramm über Anwendungen der Informatik durchzuführen.

Eine zentrale Rolle spielen dabei die Lehrveranstaltungen zur Programmier-Grundausbildung, denn das Interfakultative Institut soll diese Veranstaltungen für die gesamte Universität koordinieren und weiterentwickeln. Im Berichtsjahr 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
- Technische Informatik
- Rechneranwendung in Planung und Konstruktion
- Technik der Informationsverarbeitung
- Theoretische Teilchenphysik
- Universitätsrechenzentrum

### Kontakt

Prof. Dr. G. Alefeld  
608-42060, goetz.alefeld@math.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Dillmann  
608-43846  
ruediger.dillmann@kit.edu

Prof. Dr. W. Dörfler  
608-48850,  
willy.doerfler@kit.edu

Prof. Dr. W. Juling  
608-43158  
wilfried.juling@kit.edu

Prof. Dr. J. Kühn,  
608-43372, johann.kuehn@physik.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. D. Seese  
608-46037  
detlef.seese@kit.edu

Prof. Dr. h.c. W. Stucky  
608-43227  
stucky@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Vollmar  
608-44312  
vollmar@ira.uka.de

Prof. Dr. H. Wörn,  
608-44006,  
heinz.woern@kit.edu

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. M. Steinhauser  
608-47149

## 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 eines Stipendiatenprogramms und als Mitausrichter des Tages der Informatik. Mitglieder können alle aktuellen oder ehemaligen Fakultätsangehörigen werden – entsprechende Mitgliedsanträge finden sich unter [www.ffi-ka.de](http://www.ffi-ka.de).

### Aufgaben des FFI

- Organisation von Veranstaltungen; Mitveranstalter “Tag der Informatik”
- Unterstützung / teilweise Trägerschaft von Stipendiatenprogrammen der Fakultät
- Übernahme von Patenschaften für Studierende
- Information der Mitglieder zu News aus der Fakultät per Website und Newsletter
- Unterstützung der Studierenden bei Praktikums- und Jobsuche, insbesondere in der IT-Region Karlsruhe
- Mitveranstalter der Veranstaltungsreihe “Job Talk”, die Einblicke in das Berufsleben von Informatiker/innen gibt

Der Freundeskreis der Fakultät hat auch im Jahr 2009 einige interessante Aktivitäten für Alumni und Studierende veranstaltet.

Am Freitag, den 19. Juni 2009 veranstaltete der FFI u. a. den 6. FFI-Treff im Gastdozentenhaus Heinrich Hertz. Diskutiert wurden die Vor- und Nachteile computerisierter Wahlsysteme. Als Vortragende konnte Dr. Thomas Lindner, 1. Vorsitzender des Freundeskreises, zwei Experten zum Thema “Wahlmaschinen” gewinnen: zum einen Constanze Kurz, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Humboldt-Universität Berlin und Sprecherin des Chaos Computer Clubs, zum ande-

### Kontakt

Dr. T. Lindner  
 (1. Vorsitzender)  
 0721/9638-162  
[thomas.lindner@cas.de](mailto:thomas.lindner@cas.de)

ren Prof. Dr. Jörn Müller-Quade, Leiter des Instituts für Kryptographie und Sicherheit an der Fakultät für Informatik.



*v.l.n.r.: Prof. Dr. J. Müller-Quade, C. Kurz, Dr. T. Lindner*

#### 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 am Karlsruher Institut für Technologie 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 Lehrangebots 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. Weitere 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

#### Kontakt

Prof. Dr. A. Oberweis  
Tel. 608-44516,  
oberweis@kit.edu

Prof. Dr. H. Schmeck  
Tel. 608-44242  
hartmut.schmeck@kit.edu

Prof. Dr. D. Seese  
Tel. 608-46037  
detlef.seese@kit.edu

Prof. Dr. W. Stucky  
Tel. 608-43812  
stucky@aifb.uni-karlsruhe.de

Prof. Dr. R. Studer  
Tel. 608-43923  
studer@kit.edu

Prof. Dr. S. Tai  
Tel. Tel. 608-44283,  
tai@kit.edu

Dr. D. Sommer  
(Geschäftsführer)  
Tel. 608-43710  
daniel.sommer@kit.edu

<http://www.aifb.kit.edu>

sich flexibel an die Aufgaben anpassen, die sie für den Menschen ausführen sollen.

Rund zwei Drittel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Institut AIFB werden in Drittmittelprojekten im Rahmen öffentlicher Förderung (oft mit und für Unternehmen) sowie in Unternehmenskooperationen durchgeführt. Das Institut pflegt intensive Kontakte zu anderen wissenschaftlichen Einrichtungen im In- und Ausland.

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Leiter:	Prof. Dr. A. Oberweis, Prof. Dr. Dr. h.c. W. Stucky
Sekretariat:	M. Fischer
Akadem. Mitarbeiter:	S. Betz, M. Decker, D. Eichhorn, S. Hickl, K. Issel, B. Keuter, Dr. S. Klink, Dr. A. Koschmider, Y. Li, J. Mroziak, R. Povalej, D. Ried, G. Schiefer, P. Stürzel, R. Trunko, Dr. P. Weiß, H. Zhang
Doktoranden:	C. Bartsch, C. Becker, E. Campelo, M. Herfurth, S. Hellfeld, T. Högl, T. Karle, D. Karlin, K. Keferstein, G. Özcan, Z. Podolecheva, C. Richter-von Hagen, T. Schuster, J. Wiesenberger
Ausländische Gäste:	Prof. Dr. X. Chen, Dr. H. Gao

### Forschungsbereich

### Betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme

Die Forschungsgruppe Betriebliche Informationssysteme beschäftigt sich mit Methoden, Vorgehensmodellen und Werkzeugen für das Business Process Engineering und das serviceorientierte Workflow-Management, mit unterschiedlichen Non-Standard-Anwendungen betrieblicher Informationssysteme sowie mit der strategischen Informatik-Planung und -Organisation in Unternehmen.

Das Thema E-Learning wird in der Gruppe schon seit über zehn Jahren behandelt. Weitergeführt wurden im Rahmen des Studiengangs MBI („Master of Business Informatics“) der Virtual Global University (VGU) die E-Learning-Aktivitäten mit dem Kurs „Information Systems Development“. Mit den Ergebnissen des Projekts Studien-Assistenzsysteme soll es Lernenden und Lehrenden ermöglicht werden, umfassende Informationen über studienrelevante Vorgänge einzusehen, um einen effizienten Studienverlauf zu erreichen. Die Arbeiten werden vom Land Baden-Württemberg finanziert und sind Teil des Projekts KIM (Karlsruher Informations-Management).

Im Forschungsbereich Mobile Business werden in dem vom BMWi geförderten Verbundprojekt „MODIFRAME – Entwicklung eines Frameworks für mobile Dienste“ Anwendungsmöglichkeiten mobiler Endgeräte und deren wirtschaftliches Potenzial untersucht, die betroffenen Prozesse analysiert, sowie Geschäftsmodelle und ein Labordemonstrator zur vereinfachten Bereitstellung mobiler Dienste entwickelt.

Im Forschungsbereich IKT-Aus- und -Weiterbildung beteiligt sich das Institut AIFB an einer europäischen Studie „ICT Certification in Europe“, welche eine Initiative zur Standardisierung und besseren Vergleichbarkeit von Zertifizierungsangeboten für IT Professionals in Europa organisiert. Dazu arbeitet das AIFB eng mit den Anbietern von

IT-Zertifizierungen, wie z.B. der IT-Industrie, sowie Verbänden zusammen.

In dem vom BMBF geförderten Verbundprojektprojekt OUTSHORE wird die Entwicklung von Software in geographisch verteilten Umgebungen untersucht. Das Ziel des Projekts ist es, die kritischen Erfolgsfaktoren eines Offshore-Outsourcing-Softwareentwicklungsprojekts zu bestimmen und ein Entscheidungsmodell zu erstellen.

Im vom BMWi geförderten Verbundprojekt Robot2Business werden Methoden entwickelt, die die Modellierung, Analyse und Ausführung von kontextsensitiven Prozessen unterstützen und diese informationstechnisch umsetzen. Hierdurch sollen Prozesse ermöglicht werden, die sich flexibel an eine sich dynamisch ändernde Umgebung anpassen lassen.

Im Projekt KIT-Horus werden Open-Source-Werkzeuge entwickelt, die den gesamten Lebenszyklus prozessorientierter Informationssysteme unterstützen. Hierfür werden Funktionen zur Petri-Netz-basierten Modellierung, Analyse, Ausführung und zum Monitoring von (Geschäfts-)prozessen zur Verfügung gestellt.

Zur Unterstützung des Modellierers bei der Geschäftsprozessmodellierung werden Methoden entwickelt, die eine automatische Ergänzung von Geschäftsprozessfragmenten ermöglichen. Die automatische Geschäftsprozessvervollständigung basiert auf der systematischen Wiederverwendung von Geschäftsprozessmodellen unter Berücksichtigung von Geschäftsregeln.

## Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. H. Schmeck
Sekretariat:	I. Götz
Akadem. Rätin:	Dr. S. Mostaghim
Akadem. Mitarbeiter:	F. Allarding, B. Becker, N. Fredivianus, C. Hirsch, A. Kamper, L. König, L. Liu, M. Mültin, D. Pathmaperuma, F. Pfeiffer, H. Prothmann, Dr. U. Richter, P. K. Shukla, Dr. F. Toussaint, F. Vogel, A. Wiesner, M. Wünsche
Externer Doktorand:	S. Thanheiser (Fiducia IT AG)
Stipendiat:	A. Ismaeel

**Effiziente Algorithmen**

Die methodisch geprägte Forschung der Arbeitsgruppe widmet sich verstärkt dem Bereich des „Organic Computing“. Neben der Koordinationsaufgabe im gleichnamigen DFG-Schwerpunktprogramm wird gemeinsam mit dem Projektpartner Prof. Müller-Schloer (Leibniz Universität Hannover) eine generische Observer/Controller-Architektur für selbstorganisierende technische Systeme weiterentwickelt, die gleichzeitig zuverlässig, robust und adaptiv sind. Besonderes Interesse kommt hierbei der Untersuchung verteilter Architekturen und der Analyse kollektiven Lernens zu. Im Projekt „Organic Traffic Control“ wird dies für die Entwicklung adaptiver und lernfähiger Lichtsignalsteuerungen genutzt, um die Möglichkeiten und Grenzen dezentraler organischer Steuerungssysteme an einem realitätsnahen Szenario zu erforschen. Eng damit verbunden ist die evolutionäre und kooperative Entwicklung von Verhaltensprogrammen in Roboterschwärmen. Die Konzepte des Organic Computing werden innerhalb des Projekts „Organic Computing in Off-highway Machines“ auf mobile Arbeitsmaschinen übertragen.

Die Forschungsarbeiten der Gruppe im Bereich der „naturinspirierten“ Optimierungsverfahren wie Evolutionäre Algorithmen, Ameisenalgorithmen und Particle Swarm Optimization (PSO) liefern Beiträge für die Lösung von Problemen in komplexen Systemen. Besondere Beachtung findet hier die häufig nur unsichere Bewertung von Lösungen aufgrund stochastischer Einflüsse. Der Einsatz Evolutionärer Algorithmen und von Varianten der PSO in der Multikriteriellen Optimierung ist ein weiteres Forschungsthema.

In den Projekten MeRegio und MeRegioMobil wird die Koordinations- und Sprecheraufgabe für die KIT-Beteiligung aus fünf bzw. elf Lehrstühlen wahrgenommen; das Ziel der Forschungsarbeit sind innovative Lösungen für den effizienten Betrieb dezentralisierter Energiesysteme. Maxime des Forschungsvorhabens MeRegio ist die Steigerung der Energieeffizienz durch die Integration fortschrittlicher Informations- und Kommunikationstechnologien in alle Teile der Energie-Wertschöpfungskette.

MeRegioMobil hat zum Ziel, durch den Einsatz dieser Technologien mobile elektrische Speicher in Fahrzeugen effizient in das bestehende Energiesystem zu integrieren.

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 sind in den KIT-Schwerpunkt „COMMputation“ eingebettet, der Forschungsprojekte des KIT bündelt, in denen Kommunikations- und Informationsverarbeitungsinfrastrukturen für vernetzte, adaptive Anwendungssysteme gebündelt werden. Weitere Details zu den Projekten des Lehrstuhls sind über das WWW zugänglich.

**Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)**

Forschungsbereich

Leiter:	Prof. Dr. D. Seese
Sekretärin:	I. Götz
Akadem. Mitarbeiter:	R. Küstermann, J. Melcher
Stipendiaten:	J. Dermietzel (DFG), A. Safari

**Komplexitätsmanagement**



In der Forschungsgruppe wurden in diesem Jahr folgende Themenschwerpunkte bearbeitet: „Intelligente Systeme im Finance“, „Komplexität und Struktur“, „Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen“ sowie „Strukturen auf großen B2C/C2C Marktplätzen“. Zentraler methodischer Rahmen aller Themen ist die Untersuchung der Abhängigkeit von Modell- und Problemkomplexität von strukturellen Parametern und die Entwicklung algorithmischer Lösungen zur Komplexitätsreduktion und Problemlösung.

Der Schwerpunkt „Intelligente Systeme im Finance“ konzentrierte sich in diesem Jahr auf die Themen (a) „Agentenbasierte Finanzmärkte“, (b) „Financial News and Data Services (FINDS)“ und (c) „Strategisches Risikomanagement“. Im Fokus dieses neuen Forschungsprojekts (c) stehen die Robustheit bei der Optimierung von Portfolios, sowie die Ermittlung von Unternehmensstrategien unter besonderer Berücksichtigung eines dynamischen Risikomanagements. Die Forschungsaktivität richtete sich auf die Untersuchung unterschiedlicher Schätzverfahren in der Asset Allocation und den daraus resultierenden Auswirkungen auf die optimale Portfoliostruktur. Außerdem kommen Algorithmen aus dem Bereich der evolutionären Programmierung und künstlicher Immunsysteme zum Einsatz.

Im Thema „Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen“ wurden die Teilthemen (a) „Empirische Untersuchungen zur Prozessmessung“, (b) „Intelligente Steuerung von Dienstleistungsprozessen“ und (c) „Subjektorientierte Geschäftsprozessmodellierung von IST-Prozessen mit Business Process Patterns“ bearbeitet. Im Rahmen des Teilprojekts (b), das im Juli erfolgreich abgeschlossen wurde, wurde ein Ansatz zur

Modellierung von Geschäftsprozessen mittels ausführbarer Produktmodelle entwickelt, der die Flexibilisierung und Optimierung von Dienstleistungsprozessen zum Ziel hat. Die erhöhte Flexibilität dieser Prozessmodelle wird von intelligenten Agenten dazu genutzt, die Ausführung der Geschäftsprozesse basierend auf dem aktuellen Systemzustand und den zu optimierenden Messgrößen zu steuern. Zur Optimierung kommen dabei Relational Reinforcement Learning, Genetische Algorithmen und Particle Swarm Algorithmen zum Einsatz. Erwähnenswert für Teilprojekt (c) ist der erfolgreiche Aufbau von Kooperationen zu diesem Themenkomplex mit SAP-Research, der jCOM1 AG und dem CyberForum und die erfolgreiche Organisation und Durchführung der ersten internationalen Tagung S-BPM ONE 2009 zum Themenkomplex Subjektorientierte Geschäftsprozessmodellierung.

Weitere Informationen und Einzelheiten zu den restlichen Themenschwerpunkten findet man unter <http://www.aifb.kit.edu/web/Komplexitätsmanagement> und im Jahresbericht des Instituts AIFB.

**Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren**

**Forschungsbereich**

Leiter:	Prof. Dr. R. Studer
Sekretariat:	A. Eberhardt, B. Kühner, G. Schillingner
Wiss. Assistenten/ Projektleiter:	Dr. S. Agarwal, Dr. S. Bloehdorn, Dr. P. Haase, PD Dr. P. Hitzler, Dr. A. Harth, Dr. S. Lamparter, Dr. S. Rudolph, Dr. J. Völker, D. Vrandecic
Akadem. Mitarbeiter:	S. Blohm, F. Dengler, D. Herzig, J. Hoxha, Q. Ji, M. Junghans, M. Kröttsch, G. Ladwig, H. Lewen, U. Lösch, M. Maleshkova, C. Michels, N. Nikitina, Dr. G. Qi, P. Sorg, S. Speiser, T. Tran Duc, Y. Trimponias, A. Wagner

**Wissensmanagement**

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 sechsten und siebten Rahmenprogramms der EU im Themengebiet Wissenstechnologien und Service Engineering. Ziel der im Jahr 2006 angelaufenen Projekte NeOn (Lifecycle Support for Networked Ontologies) und X-Media (Large Scale Knowledge Use and Exchange Across Media) sowie der im Jahr 2008 gestarteten Projekte SOA4All (A web of billions of services) und Active (Knowledge-powered Enterprise) ist die Erarbeitung von grundlegenden Technologien für die nächste Generation von Wissensmanagementlösungen und deren Umsetzung auf Anwendungsszenarien.

Auch an nationalen Projekten ist die Gruppe beteiligt. Das BMBF fördert die neu begonnenen Projekte iGreen (IT für Wissensmanagement im Agrarbereich), WisNetGrid und InterLogGrid (Entwicklung von Grid-Infrastrukturen und ihr Einsatz in der Logistik), sowie CollabCloud (Entwicklung eines Informationsmediators zum Zugriff auf verteilte Daten). Im DFG-Projekt ExpresST (Expressive Querying for Semantic Technologies), dem Nachfolger des 2009 abgeschlossenen Projektes ReaSem, werden Anfragesprachen für semantische Technologien entwickelt. Das Ziel des DFG-Projekts Multipla (Multi-Ontology Learning) ist die Entwicklung von Methoden zum automatischen Lernen von fachspezifischen Ontologien. Des Weiteren ist die Gruppe am DFG-Graduiertenkolleg IME (Informationswirtschaft und Market Engineering) beteiligt.

Die Forschungsgruppe kooperiert eng mit dem Forschungsbereich Information Process Engineering IPE am Forschungszentrum Informatik (FZI), dem Karlsruhe Service Research Institute (KSRI) sowie mit dem ausgegründeten Unternehmen ontoprise GmbH. Weiterhin bestehen zahlreiche Verbindungen zu europäischen Forschungseinrichtungen und Firmen.

## 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.

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)  
608-48370  
weinhardt@kit.edu

Prof. Dr. T. Dreier  
Tel.: 608-46376  
thomas.dreier@kit.edu

Prof. Dr. R. Studer  
Tel. 608-43923  
studer@kit.edu

# **Einrichtungen der Fakultät**

## **Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte**

### 3.3 Die zentralen Einrichtungen und ihre Berichte

#### Dekanat

Dekan:	Prof. Dr. H. Wörn
Prodekane:	Prof. Dr. R. Reussner
Studiendekan	
Informatik:	Prof. Dr. F. Bellosa
Studiendekan	
Informationswirtschaft:	Prof. Dr. M. Zitterbart
Sekretärin:	I. Himpel
	A. Böhlinger (Teilzeit, ab 15.10.2009)
	I. Schierholz (Teilzeit, ab 29.10.2009)
	Tel. 608-43976
Akadem. Mitarbeiterin:	S. Natzeck (Teilzeit, bis 19.04.2009)
	B. Dörrscheidt (ab 20.04.2009)
	Tel. 608-48660
Akadem. Mitarbeiter:	A. Fischer
	Tel. 608-46190

**Dekanat**

**Öffentlichkeitsarbeit**

**Informations-  
management/  
Web-Präsenz**

#### Fakultätsgeschäftsführung

Geschäftsführer:	Dr. W. Denz
Stellv. Geschäftsführer:	Dr. P. Steinhaus (ab 01.05.2009)
Sekretärin:	A. Römer
	Tel. 608-43761
Akadem. Mitarbeiter:	T. Griesbaum
	Tel. 608-44001
	Dr. B. Grohmann (bis 31.10.2009)
	Tel. 608-6390
Mitarb. Verwaltungsdienst:	M. Fritsch
	Tel. 608-44002
Leitung:	Dr. R. Endsuleit
Akadem. Mitarbeiterin:	J. Trautz (Teilzeit, bis 31.08.2009)
Mitarb. Verwaltungsdienst:	B. Armbruster (Teilzeit)
	U. Brauch (Teilzeit)
	Tel. 608-44204
	M. Müller (Teilzeit)
	Tel. 608-43390

**Fakultäts-  
geschäftsführung**

**Studien- und  
Prüfungsangelegen-  
heiten**

## Dekanat

Die Hauptaufgabengebiete des Dekanats sind:

- Leitung der Fakultät
- Entwicklung von Forschungs- und Lehrstrategien
- Berufungen
- Promotionen und Habilitationen
- Öffentlichkeitsarbeit und Informationsmanagement / Web-Präsenz

## 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
- Lehrunterstützung
- 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 sowie 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 Fachrichtungen Informatik und Informationswirtschaft (Diplom, Bachelor, Master) sowie für Studierende des Austausch- und Aufbaustudiums. 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 der Prüfungsausschüsse der Fakultät sowie der Kommission für das Aufbaustudium
- Mitwirkung in den Studienkommissionen und der Auswahlkommission der Fakultät
- Betreuung des Umstellungsprozesses der Diplomstudiengänge auf Bachelor- und Master-Studiengänge
- Modulkoordination und Pflege der Modulhandbücher für die Bachelor- und Master-Studiengänge
- Betreuung des Lehrpersonals insbesondere in Bezug auf Fragen zum Prüfungsrecht
- 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 Studiengangwechsler, 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 und Stipendien.

## Lehrunterstützung

Ziel des Projekts Lehrunterstützung ist die organisatorische, technische und didaktische Unterstützung des Lehrbetriebs in den Grundlagen- und Wahlpflichtfächern mithilfe einer fakultätsweiten Arbeitsgruppe Lehrunterstützung an der Fakultät für Informatik (ALFI).

In Informationsveranstaltungen und Arbeitstreffen wird 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.

Im Berichtsjahr werden die gesammelten Erfahrungen aus den Vorjahren hinsichtlich der Organisation und Durchführung von Grundlagenlehrveranstaltungen den beteiligten Übungsgruppenleitern und Dozenten zur Verfügung gestellt.

Die Umstellung auf den Bachelor-/Masterstudiengang Informatik zum Wintersemester 2008/2009 sowie die Einführung der elektronischen Prüfungsverwaltung wurden im vergangenen Jahr aktiv begleitet.

Das in diesem Zusammenhang aufgebaute Wissen wird den neu hinzugekommenen Mitarbeitern auf unterschiedlichen Wegen zur Verfügung gestellt:

- In regelmäßigen Arbeitstreffen werden die neuen Mitarbeiter mit den bereits erfahrenen Mitarbeitern zusammengeführt. Am Beispiel der im letzten Semester durchgeführten oder im aktuellen Semester noch laufenden Lehrveranstaltungen werden jüngste Erfahrungen und Änderungen in Organisation und Technik ausgetauscht.
- Im Kontext einzelner Lehrveranstaltungen werden individuell aufkommende Fragen von ALFI beantwortet. Hinweise, die auch für weitere Lehrveranstaltungen von Interesse sein könnten, werden unmittelbar an die verantwortlichen Dozenten weitergegeben.
- Für die asynchrone Wissensvermittlung wird ein anleitendes Handbuch zur Unterstützung der Lehre an der Fakultät für Informatik gepflegt und um nützliche, aktuelle Hinweise angereichert. Das Handbuch steht allen Mitarbeitern der Fakultät unter <http://alfi.ira.uka.de> zur Verfügung.

In Zusammenarbeit mit der kww (die wissenschaftliche Weiterbildung der Universität Karlsruhe) werden kurz vor Beginn eines jeden Semesters Schulungen für angehende Tutoren angeboten, bei denen sich die Studenten hinsichtlich der Präsentation von Lehrstoff und dessen Vermittlung weiterbilden können.

### **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, Erstellungsprozess für den Jahresbericht und das Personalverzeichnis
- 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 bisherigen WWW-Servers der Fakultät
- Betreuung der "i3v"-gestützten Informatiksysteme in der Fakultätsbibliothek (Erwerbung, Katalogisierung und Ausleihe sowie Recherche im "i3v")
- Rechnergestützte Einteilung der Studierenden des Vordiploms und der Bachelor-Studiengänge in Tutorien der Grundlagenvorlesungen („WebInScribe“). Bei diesem Verfahren werden die Tutorienwünsche der Studierenden webgestützt erfasst und die Einteilung

weitgehend automatisch durchgeführt. Im Sommersemester 2009 und im Wintersemester 2009/2010 konnten insgesamt über 5000 Einteilungsfälle auf 265 Tutorien zu insgesamt 14 Vorlesungen mittels „WebInScribe“ erfolgreich und zur großen Zufriedenheit der Studierenden realisiert werden.

- 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
- Verwaltung der Schließsysteme
- Ausstattung von Dienst- und Lehrräumen der Fakultät
- Organisation von Umzügen und Entsorgungsmaßnahmen
- 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

## Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)

Die Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS) ist der Dienstleister der Fakultät für Informatik zur technischen Unterstützung aller Einrichtungen sowie der Lehre. Das Aufgabenspektrum lässt sich in drei Bereiche unterteilen:

- Datennetz
- IT-Dienste
- Multimedia

Generelle Zielsetzung 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. 100 Arbeitsplätzen und der Betreuung der Rechnersysteme in der Fakultätsbibliothek verantwortlich. Hinzu kommt die Bereitstellung von Microsoft-Software für Aktivitäten im Rahmen von Forschung und Lehre.

Die Betreuung der beiden Multimedia-Hörsäle der Fakultät und des Multimedia-Labors, sowie die technische Unterstützung der Referenten, Betreuung von Präsentationen, Teleseminaren und ähnlichen Projekten erfolgt durch die Arbeitsgruppe Multimedia.

Alle genannten Bereiche werden jeweils von wissenschaftlichen, technischen und studentischen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen betreut.

### Kontakt

Leiter:  
K. Scheibenberger  
Tel. 608-43980

IT-Dienste:  
O. Hopp  
Tel. 608-43973

Datennetz:  
L. Roth  
Tel. 608-44058

Multimedia:  
G. Guigas  
Tel. 608-46280

**Abteilung Technische Infrastruktur (ATIS)**

Leiter:	K. Scheibenberger	
Sekretärin:	I. Kentz (Teilzeit) Tel. 608-4321	
Systemtechniker:	L. Roth	<b>Datennetz</b>
	H. Irmer	
Akadem. Mitarbeiter:	O. Hopp	<b>IT-Dienste</b>
	I. Pansa	
Systemtechniker/-in:	W. Fritsch	
	A. Laub	
	L. Nunner (bis Mai 2009)	
	H. Scholl	
Systemtechniker:	G. Guigas	<b>Multimedia</b>

**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), über den Betrieb von DHCP/DNS und VPN, bis zum Betrieb von Sicherheitssystemen (Firewalls).

Die Erweiterung des Datennetz-Backbones auf die Durchsatzrate von (brutto) 10 Gigabit pro Sekunde wurde fortgeführt. Partiiell stehen 1 Gigabit-Anschlüsse im Etagenbereich von Geb. 50.34 bereits zur Verfügung. Diese Maßnahmen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Maßnahmen der Serverkonsolidierung und -virtualisierung im Bereich IT-Dienste.

Datennetzerweiterungen und Umbaumaßnahmen wurden im Geb. 50.34 (Prof. Beckert) und in der Technologiefabrik (Prof. Henkel, Karl, Tahoori) vorgenommen. Ein wesentlicher Schwerpunkt im Bereich Datennetz war der Bezug der ehemaligen Kinderklinik (Geb. 50.20) Ende September 2009. Hier stehen auf den jeweiligen Etagen im Bereich des Etagenverteilers für die Forschungsgruppen Stellplätze zur Verfügung, die Platz für bis zu drei Serverschränke bieten. Die Stromversorgung des zentralen DV- und des Serverraums im Untergeschoss sowie der Etagenverteiler ist über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) gepuffert und desweiteren über ein auf dem Gelände vorhandenes Notstromaggregat abgesichert. Dieses soll allerdings laut Betriebstechnik mittelfristig abgebaut werden. Für die künftige Nutzung des zentralen Serverraums im UG muss in Abhängigkeit von der abzuführenden Wärmeleistung die Klimatisierung voraussichtlich angepasst werden, beispielsweise durch den Einsatz gekühlter Racks. Die derzeit mögliche Abführung einer Wärmeleistung von ca. 10-15KW über Luft und Austausch im Dachgeschoss lässt sich nach Aussage des Bauamts nicht erweitern.

Im Zusammenhang mit dem Start des KIT gibt es inzwischen den DNS-Namensraum

kit.edu zunächst ergänzend zu uni-karlsruhe.de. Die für die Fakultät erforderlichen DNS-Domänen institut.kit.edu wurden beim KNN-Gremium beantragt. Die Zuständigkeit dafür wurde an die ATIS delegiert und die neuen Domänen wurden zeitnah in das DNS-System der Fakultät aufgenommen. Damit ist ein System, das bisher bspw. unter [www.informatik.uni-karlsruhe.de](http://www.informatik.uni-karlsruhe.de) erreichbar war, auch unter [www.informatik.kit.edu](http://www.informatik.kit.edu) ansprechbar. Die Umstellung auf institut.kit.edu als führende DNS-Domäne (gegenüber institut.uni-karlsruhe.de) kann in 2010 sukzessive erfolgen.

Auf der Basis einer Anforderung aus der Telematik wurde begonnen, das DNS-Managementwerkzeug DNSadm der ATIS und die DNS-Serverfähigkeiten dahingehend zu erweitern, dass auch sog. Quad-A-DNS-Records für IPv6-Systeme erzeugt werden können. Die Erweiterungen werden zunächst nur für die Telematik verfügbar sein, aber in Zukunft mit der breiten Einführung von IPv6 für eine große Nutzergruppe interessant werden.

### **Arbeitsgruppe Zentrale IT-Dienste**

Diese Gruppe stellt Mehrwertdienste wie beispielsweise E-Mail, WWW, BSCW und FTP sowie Microsoft-Software-Produkte bereit und betreibt die zentralen Rechnerpools der Fakultät. Auch die Rechnersysteme der Fakultätsbibliothek sowie des ZAR werden von dieser Arbeitsgruppe betreut.

Die Virtualisierung und die damit verbundene Konsolidierung von Serversystemen wurden weiter vorangetrieben. Inzwischen werden in der von der ATIS bereitgestellten VMware-Infrastructure (ESX-Server) neben zentralen Systemen auch bereits von einigen Forschungseinrichtungen produktive, virtuelle Server betrieben. Diese liegen netztechnisch in den IP-Subnetzen der Einrichtungen. Solche virtuellen Systeme können völlig eigenständig von den Forschungsgruppen administriert oder als Managed System von der ATIS bereitgestellt werden. Um auch für Nutzerdaten genügend Speicherplatz bereitstellen zu können, sollte die Umgebung in 2009 noch um Speicherkapazität erweitert werden. Ein entsprechendes System zeigte sich im produktiven Betrieb in einer virtualisierten Infrastruktur schließlich aber als nicht ausreichend performant, entsprechend muss dieses Thema in 2010 weiter verfolgt werden.

Das in 2008 beschaffte und in Betrieb genommene Groupware-System OX Hosting Edition von der Fa. Open-Xchange wurde auf ein Redhat-Linux-basiertes Basissystem umgestellt, da für die zentralen Dienste Redhat-Linux seit langem produktiv eingesetzt wird. Inzwischen wird das Groupwaresystem auch für die Koordinierung der Informatik-Kolloquien genutzt, ebenso im Streaming-Projekt im Multimediabereich (s. Abbildung 1).

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 (Prof. Hartenstein) weiter geführt. Eine Studienarbeit für ein Konzept zur Nutzung des Provisionierungsdienstes von KIM-IDM wurde abgeschlossen (s. [www.atis.informatik.kit.edu/959.php](http://www.atis.informatik.kit.edu/959.php)). Diese Arbeit wurde in der ATIS in Abstimmung mit der KIM-IDM-Gruppe durchgeführt und steht im Zusammenhang mit der Neugestaltung der Benutzerverwaltung (Identity und Account-Management) der

Informatik.

Die Ausstattung der Arbeitsplätze des öffentlichen Studentenpools (50.34, Raum -140/-141), des zentralen Praktikumpools (50.34, Raum -143) und der Fakultätsbibliothek wurde weiter verbessert. Seit dem 1. Quartal 2009 steht der ehemalige Hülka-Schulungsraum (50.34, Raum -142) als weiterer Praktikumpool zur Verfügung, der beispielsweise für das Programmierpraktikum im Grundstudium genutzt wird. Die von IBM kostenfrei bereitgestellte Entwicklungsumgebung Rational Software Architect wurde für dieses Programmierpraktikum installiert und steht im kompletten Poolbereich zur Verfügung.

### **Arbeitsgruppe Multimedia**

Der Gruppe Multimedia obliegt die technische Betreuung der Multimediaumgebung der Fakultät. Dazu gehört:

- Die Betreuung der Multimediahörsäle für Veranstaltungen in den beiden Multimediahörsälen der Fakultät. Die Betreuung reicht von einer einmaligen Einweisung bis zur technischen Abwicklung der Veranstaltungen (z.B. Teleseminare, Videokonferenzen).
- Die Unterstützung von Multimediaprojekten. Hier leistet die ATIS mit Arbeitsgruppen Hilfestellung bei Problemlösungen bzgl. Projekten und Präsentationen.
- Die Evaluation neuer Techniken im Multimedia-Umfeld, um die Handhabung der Multimedia-Umgebung für den Nutzer einfacher zu gestalten, z.B. für Teleseminare.

Ende 2008 wurde ein Projekt zur Entwicklung einer Streaming-Lösung gestartet, um Studierenden die Möglichkeit zu bieten, online/live, d.h. räumlich entkoppelt, an einer Vorlesung teilzunehmen. Ebenso sollen die Studierenden auf aufgezeichnete Vorlesungen Zugriff erhalten (offline), was einer zeitlichen Entkoppelung entspricht. Welche Vorlesungen live übertragen und/oder aufgezeichnet werden sollen, wird über eine integriertes Termin-Management festgelegt, dazu wurde die Groupware-Anwendung über eine Webservice-Schnittstelle eingebunden. Die Streaming-Lösung bietet sich bspw. auch für Kolloquien an. Eine grobe Übersicht der Gesamtlösung zeigt die folgende Abbildung 1, die markierten Komponenten wurden im Rahmen des Projekts entwickelt (weitere Details finden sie auf den ATIS-Webseiten [www.atis.informatik.kit.edu](http://www.atis.informatik.kit.edu)). Das Projekt wurde so weit vorangetrieben, dass im Wintersemester 2009/2010 erste Tests mit einzelnen Vorlesungen durchgeführt werden konnten. Es ist geplant, diese Lösung ab dem Sommersemester 2010 produktiv einzusetzen.

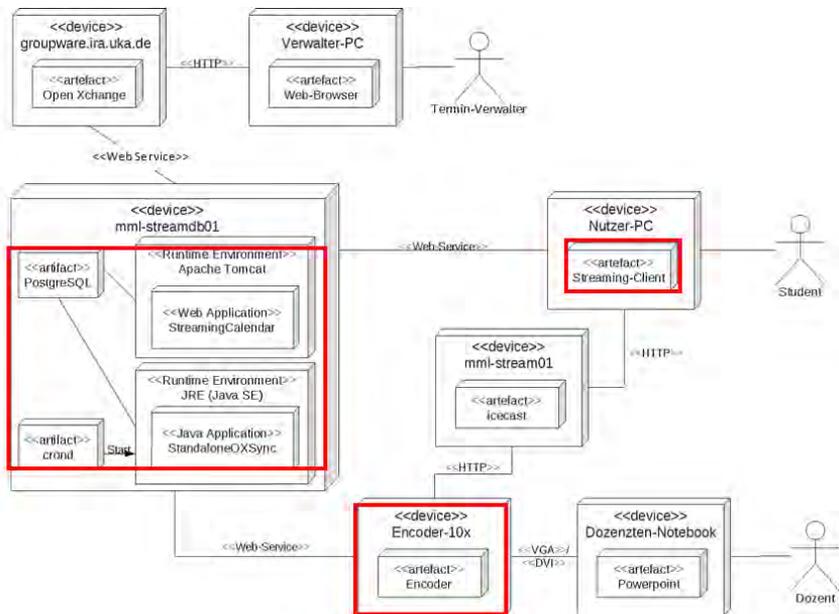


Abbildung 1 Streaming-Lösung

Alle oben genannten Bereiche und Arbeiten werden 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.

### Fachbibliothek Informatik

Die Fachbibliothek für Informatik steht seit 1972 allen Forschungsbereichen der Fakultät als zentrale Präsenzbibliothek zur Verfügung. Seit ihrem Bestehen 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 2008 standen den Nutzern der Informatik-Bibliothek 52.900 Bücher und 253 gedruckte und elektronische Zeitschriften zur Verfügung.

Die langen Öffnungszeiten, montags bis freitags von 9 bis 22 Uhr und samstags von 9 bis 12.30 Uhr, der umfassende Bestand an Spezialliteratur zum Fach Informatik und die angenehmen Lernbedingungen für die Studierenden trugen auch im Jahre 2009 wieder viel 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 im Internet unter <http://www.informatik.kit.edu/2236.php>

#### Kontakt

Leitende Bibliothekarin:

S. Gerber (ab 06.08.2008  
bis 31.12.2009)

M. Erfort (ab 01.01.2010)  
Tel. 608-43979

# **Die Lehre im Jahr 2009**

#### 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
- 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, 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 im 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 breit ist das 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.

#### 4.1.2 Bachelorstudiengang Informatik

Im Zuge der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor/Masterstudiengänge, wurde zum Wintersemester 2008/2009 ein grundlegend reformierter Bachelorstudiengang Informatik eingeführt.

Diese Studienplätze werden zulassungsfrei vergeben. Der 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 Bachelorsstudiums steht die praxisorientierte Ausbildung. Dazu werden grundlegende Fachkenntnisse und der Überblick über die Fachgebiete der Informatik vermittelt.

Der Umfang dieser Module wird gemäß den Vorgaben des Europäischen Credit Transfer Systems (ECTS) durch Leistungspunkte (credits) gemessen. Das Studienangebot gliedert sich in Fächer, welche wiederum aus mehreren Modulen bestehen.

1. Die Module des Kernstudiums setzen sich gemäß der folgenden Tabelle zusammen:

Fach	Modul	LP
Theoretische Informatik	Grundbegr. der Informatik	4
	Algorithmen I	6
	Theoret. Grundlagen der Informatik	6
	Algorithmen II	6
Praktische Informatik	Programmieren	5
	Softwaretechnik I	6
	Praxis der Softwareentwicklung	6
	Betriebssysteme	6
	Kommunikation u. Datenhaltung	8
	Programmierparadigmen	6
Technische Informatik	Technische Informatik	12
Mathematik	Höhere Mathematik	15
	Lineare Algebra	14
Schlüsselqualifikationen	Teamarbeit in der Softwareentwicklung	2

2. Im Vertiefungsstudium sind folgende Leistungen zu erbringen:

- **Ergänzungsfach** im Umfang von 21 Leistungspunkten sollen Kenntnisse in einem der vielen Anwendungsgebiete der Informatik vermitteln. Es werden Module in der Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau, Mathematik, Physik, Jura und Wirtschaftswissenschaften angeboten.
- **Module des Wahlfachs** sind von den Studierenden frei wählbar. Dabei muss beachtet werden, dass mindestens zwei Stammmodule belegt werden müssen und außerdem ein Proseminar mit mindestens 3 Leistungspunkten absolviert werden muss. Das Wahlfach hat einen Umfang von 29 Leistungspunkten.
- **Schlüsselqualifikationen** bestehen aus überfachlichen Veranstaltungen zu gesellschaftlichen Themen und fachwissenschaftlichen Ergänzungsangeboten, welche die Anwendung des Fachwissens im Arbeitsalltag vermitteln. In diesem Bereich sind 6 Leistungspunkte zu erbringen.
- **Bachelorarbeit** mit 15 Leistungspunkten.

#### 4.1.2 Masterstudiengang Informatik

Der zum Wintersemester 2008/2009 eingeführte Masterstudiengang Informatik wurde im Zuge der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor-/Masterstudiengänge entwickelt.

Die Studienplätze werden direkt von der Universität Karlsruhe über ein Zulassungs- und Auswahlverfahren vergeben. Das Studium kann sowohl 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 Informatik ab.

Das Masterstudium ist folgendermaßen aufgebaut:

- **2 Vertiefungsfächer** mit jeweils mindestens 15 Leistungspunkten
- Ein **Wahlfach**, dessen Umfang davon abhängt, wie viel Leistungspunkte in den Vertiefungsfächern erbracht wurden. Die Module des Wahlfachs sind frei aus dem Informatikangebot wählbar. Es müssen jedoch mindestens 3 Stammmodule sowie Seminare/Praktika im Umfang von mindestens 12 Leistungspunkten erbracht werden.
- Das **Ergänzungsfach** besteht aus einem oder mehreren Modulen und hat einen Umfang von 15-18 Leistungspunkten.
- Die **Masterarbeit** sollte im vierten Semester angefertigt werden und wird mit 30 Leistungspunkten angerechnet.

## 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-/Masterstudiengänge 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 Bachelorstudiengang Informationswirtschaft

Im Zuge der deutschlandweiten Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor-/Masterstudiengänge, wurde zum Wintersemester 2005/06 ein grundlegend reformierter Bachelorstudiengang 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.

Der Umfang dieser Module wird gemäß den Vorgaben des Europäischen Credit Transfer Systems (ECTS) durch Leistungspunkte (credits) gemessen. Darüber hinaus werden für eine bessere internationale Vergleichbarkeit neben den deutschen Noten zusätzlich ECTS-Noten (grades) vergeben.

1. Die Module des Kernstudiums setzen sich gemäß der folgenden Tabelle zusammen.

<b>Fach</b>	<b>Modul</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>	
Betriebswirtschaftslehre	Grundlagen der BWL	4/4	8	
	Betriebswirtschaftslehre	4/0	8	
Volkswirtschaftslehre	Volkswirtschaftslehre	3/0	5	
Informatik	Grundlagen der Informatik	4/1	10	
	Algorithmen I	3/2	6	
	Theoretische Informatik	3/1	7	
	Technische Informatik	3/1	6	
	Angewandte Informatik	4/2	8	
	Mathematik	Mathematik I	4/2	8
	Mathematik II	4/2	8	
Operations Research	Einführung in das OR	4/4	9	
Statistik	Statistik	8/0	10	
Recht	Einführung in das Privatrecht	4/0	4	
	Wirtschaftsrecht	6/0	9	
	Verfassungs- und Verwaltungsrecht	4/0	6	
		<b>62/18</b>	<b>112</b>	

**Im zweiten Vertiefungsstudium sind folgende Leistungen zu erbringen:**

- Module aus dem Fach Informatik im Umfang von 18 Leistungspunkten
- ein Modul im Umfang von 9 Leistungspunkte aus dem Fach BWL/VWL/OR
- ein Modul Recht (6 Leistungspunkte)
- ein mindestens sechswöchiges Betriebspraktikum (8 Leistungspunkte) als Voraussetzung für die Anmeldung zur letzten Modulprüfung (bereits für das 4. Semester empfohlen)
- Teilnahme an zwei Seminaren aus zwei verschiedenen Fächern (Wirtschaftswissenschaften, Informatik, Recht) im Umfang von je 3 Leistungspunkten
- Bachelorarbeit (12 Leistungspunkte)

**4.2.2 Masterstudiengang Informationswirtschaft**

Der zum Wintersemester 2006/2007 eingeführte Masterstudiengang Informationswirtschaft wurde im Zuge der Umstellung der Diplomstudiengänge auf Bachelor-/Masterstudiengänge entwickelt. Er wurde im Jahr 2009 akkreditiert.

Die Studienplätze werden direkt vom Karlsruher Institut für Technologie 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 und Operations Research sowie ein interdisziplinäres Seminar. Im Wahlpflichtbereich müssen folgende Leistungen erbracht werden:

- Module aus dem Fach Informatik im Umfang von 33 Leistungspunkten
- Ein Modul aus dem Fach Betriebswirtschaftslehre (9 Leistungspunkte)
- Ein Modul aus dem Fach Betriebswirtschaftslehre/ Volkswirtschaftslehre/Operations Research (9 Leistungspunkte)
- Zwei Module aus dem Fach Recht (18 Leistungspunkte)
- Eine Master-Arbeit im Umfang von 30 Leistungspunkten

**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.

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 Das Lehrangebot im Jahr 2009

### 4.3.1 Lehrbeauftragte

- Bartsch*, Prof. Dr. Michael, Kanzlei Bartsch und Partner  
(Vertragsgestaltung im EDV- Bereich)
- Becker*, Dr.-Ing. Steffen, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik  
(Modellgetriebene Softwareentwicklung)
- Bender*, Dr. rer. nat. Jan, Engineer Driver Assistance Harmann/Becker Automotive Systems GmbH (Einführung in die Graphische Datenverarbeitung)
- Bless*, Dr.-Ing. Roland, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Multimediakommunikation, Next Generation Internet)
- Brühann*, Dr.Ulf, Lehrbeauftragter am Institut für Informationsrecht  
(Europäische Entwicklungen im Informationsrecht, Seminar „Europäisches Datenschutzrecht“)
- Delling*, Dipl.-Inform. Daniel, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Informatik (Algorithmen für Routenplanung)
- Dietrich*, Detlef, Steuerberater  
(Steuerrecht I, Steuerrecht II)
- Dürr*, Dr. Martin, Principal AT Kearney, München  
(Praxis der Unternehmensberatung)
- Eichinger*, Dipl.-Inform. Frank, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Programmstrukturen und Datenverarbeitung  
(Kommunikation und Datenhaltung)
- Feldbusch*, Dr. Fridtjof, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informatik (Vorlesung: Intelligente Datensysteme)
- Geisler*, Dr. Jürgen, Abteilungsleiter IITB  
(Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen, Patentrecht)
- Göbel*, Dr. Klaus, IBM Deutschland R&D, Projekt Manager  
(Hochverfügbarkeit und Skalierbarkeit moderner Unternehmensserver am Beispiel System Z)
- Hamann*, Dr. Claude-Joachim, TU Dresden, Fakultät für Informatik  
(Real-Time Scheduling Theory)
- Härri*, Dr. ès sc. Jérôme, Nachwuchsgruppenleiter Verkehrstelematik am Institut für Telematik (Traffic Telematics)
- Hein*, Dr.-Ing. Björn, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik (Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern)
- Heizmann*, Dr.-Ing. Michael, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Fraunhofer Institut IITB  
(Einführung in die Informationsfusion)
- Hoff*, Dr. Alexander, Rechtsanwalt, Kanzlei Bartsch und Partner  
(Arbeitsrecht I, Arbeitsrecht II)
- Katz*, Dipl.-Inform. Bastian, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische

- Informatik (Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze)
- Kounev*, Dr.-Ing. Samuel, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für  
Programmstrukturen und Datenverarbeitung  
(Performance Engineering of Enterprise Software Systems)
- Koziolak*, Dr.-Ing. Heiko, ABB Forschungszentrum Deutschland  
(Softwaretechnik)
- Lazich*, Prof. Dr. Dejan, Mitarbeiter der Forschungsabteilung MICRONAS  
(Signale und Codes (Modulhandbuch S.308, SigCo), Embedded Security)
- Melullis*, Dr. Klaus, Vorsitzender Richter am BGH a.D.  
(Aktuelle Fragen des Patentrechts)
- Mülle*, Dipl.-Inform. Jutta, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für  
Programmstrukturen und Datenorganisation  
(Workflowmanagement-Systeme: Grundlagen, Aufbau, Einsatz)
- Nöllenburg*, Dipl.-Inform. Martin, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für  
Theoretische Informatik (Algorithmen zur Visualisierung von Graphen)
- Pankratius*, Dr. rer. pol. Victor, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für  
Programmstrukturen und Datenverarbeitung  
(Vorlesung: Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen; Vorlesung:  
Multikern-Rechner und Rechnerbündel, Vorlesung: Empirische Softwaretechnik)
- Parrend*, Dr. Pierre, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik  
(Entwicklung sicherer Software)
- Peinsipp-Byma*, Dr. Elisabeth, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer Institut IITB  
(Mensch-Maschine-Systeme in der Automatisierungstechnik und Szenenanalyse)
- Rackowsky*, Dr. rer. nat. Jörg, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für  
Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik (Robotik in der Medizin)
- Sauer*, Dr.-Ing. Olaf, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut IITB  
(Mensch-Maschine-Systeme in der Automatisierungstechnik und Szenenanalyse)
- Schmidt*, Dipl.-Inform. Andreas, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum  
Informatik (Informationsintegration und Web-Portale)
- Schöller*, Dr.-Ing. Marcus, NEC Europe Ltd.  
(Netzicherheit – Architekturen)
- Schütte*, Dr. Christoph-Hubert, Universitätsbibliothek  
(Die digitale Bibliothek)
- Stern*, Dipl.-Inform. Mirco, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für  
Programmstrukturen und Datenverarbeitung (Kommunikation und Datenhaltung)
- Waldhorst*, Dr. rer. nat. Oliver, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Telematik  
(Mobilkommunikation)
- Worsch*, Dr. rer. nat. Thomas, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kryptographie  
und Sicherheit (Grundbegriffe der Informatik)

### 4.3.2 Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik Sommersemester 2009 Lehrveranstaltungen im Grundstudium

Lehrveranstaltung	Dozenten	SWS
<b>Vorlesungen</b>		
Algorithmen I mit Übung (Balnf/Balwi)	Sanders, P.; Käufel, T.; Geisberger, R.; Singler, J.	4
Internetrecht	Dreier, T.	2
Rechnerorganisation	Karl, W.	3
Tutorenseminar zu Softwaretechnik I	Tichy, W. F.	2
BGB für Fortgeschrittene	Sester, P.	2
Übungen zu Rechnerorganisation	Karl, W.; Asfour, T.	1
Privatrechtliche Übung	Dreier, T.	2
TI-Basispraktikum Mobile Roboter	Bierbaum, A.; Schröder, J.; Dillmann, R.	4
Tutorenseminar zu Rechnerorganisation	Karl, W.	2
Tutorenseminar zu Algorithmen I	Sanders, P.; Käufel, T.; Geisberger, R.; Singler, J.	2
Informatik IV	Prautzsch, H.	4
Übungen zu Informatik IV	Prautzsch, H.; Chen, Q.; Diziol, R.	2
Technische Informatik II	Karl, W.	3
Übungen zu Technische Informatik II	Asfour, T.; Karl, W.	1
Tutorenseminar zu Informatik IV	Prautzsch, H.; Chen, Q.; Diziol, R.	2
Tutorenseminar zu Technische Informatik II	Karl, W.	2
Übungsschein zum Modul "Programmieren" (für BA/Wiederholer)	Snelting, G.; Lohner, D.	2
Softwaretechnik I mit Übung (Balnf)	Tichy, W. F.; Höfer, A.; Meder, D.	4
Öffentliches Recht II	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Rechnerstrukturen	Karl, W.	3
Übungen zu Rechnerstrukturen	Karl, W.; Buchty, R.	2
Kognitive Systeme mit Übung	Waibel, A.; Dillmann, R.; Rybok, L.; Titov, Y.; Azad, P.; Ulbrich, S.; Fischer, M.	4
Tutorenseminar zu Rechnerstrukturen	Karl, W.; Buchty, R.	2
Kommunikation und Datenhaltung	Zitterbart, M.; Eichinger, F.; Stern, M.	4
Übungen zu Kommunikation und Datenhaltung	Zitterbart, M.; Röhrich, M.; Eichinger, F.; Heidinger, C.; Stern, M.; Hartmann, B.-O.	2
Echtzeitsysteme mit Übung	Längle, T.; Wörn, H.	4
Tutorenseminar zu Kognitive Systeme	Waibel, A.	2
Tutorenseminar zu Kommunikation und Datenhaltung	Zitterbart, M.; Eichinger, F.; Heidinger, C.; Hartmann, B.-O.	2

Tutorenseminar zu Echtzeitsysteme	Wörn, H.	2
Multilinguale Mensch-Maschine-Kommunikation	Schultz, T.; Putze, F.; Schlippe, T.	4
Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle	Schöllner, M.	2
Theorembeweiser und ihre Anwendungen	Snelting, G.; Wasserrab, D.	3
Die digitale Bibliothek	Schütte, C.-H.	2
Advanced Web Applications	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Link, S.; Pansa, I.	2
Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen	Buchmann, E.; Mülle, J.	2
Modelle der Parallelverarbeitung	Worsch, T.; Vollmar, R.	2
Microkernel Construction	Bellosa, F.; Neider, R.	2
Formale Systeme II DiplInf	Schmitt, P. H.	3
Markenrecht	Matz, Y.; Sester, P.	2
Übungen zu Graphisch- geometrische Algorithmen	Umlauf, G.	2
Unschärfe Mengen	Hanebeck, U. D.; Klumpp, V. M.	3
Vertragsgestaltung im EDV-Bereich (Inwi)	Bartsch, M.	2
Lokalisierung mobiler Agenten	Hanebeck, U. D.; Baum, M.	3
Algorithmen für planare Graphen	Wagner, D.	2
Übung zu Theorembeweiser und ihre Anwendungen	Snelting, G.; Wasserrab, D.	1
Systementwurf und Implementierung	Bellosa, F.; Stöß, J.	2
Parallelrechner und Parallelprogrammierung	Juling, W.	2
Graphisch-geometrische Algorithmen	Umlauf, G.	2
Biologisch Motivierte Robotersysteme	Kerscher, T.; Dillmann, R.	2
Maschinelle Übersetzung	Waibel, A.	2
Algorithmen zur Visualisierung von Graphen	Nöllenburg, M.	2
Algorithmen in Zellularautomaten (mit Übungen)	Vollmar, R.; Worsch, T.	3
Ausgewählte Kapitel der Kryptographie	Müller-Quade, J.	2
Tutorien Öffentliches Recht I/II	Hadjiani, A.; Spiecker genannt Döhmann, I.	k. A.
Modellgetriebene Software-Entwicklung (BaInf.; Dipl.Inf.; Malnf.; Balnwi; Dipl.Inwi; Malnwi)	Becker, S.	2
Komponentenbasierte Software-Entwicklung (BaInf.; Dipl.Inf.; Malnf.; Balnwi; Dipl.Inwi; Malnwi)	Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	2
Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse (Content-Based Image and Video Retrieval)	Stiefelhagen, R.; Ekenel, H.	2

Intelligente Datenanalyse	Feldbusch, F.	2
Grundlagen der Computersicherheit	Müller-Quade, J.; Kraschewski, D.	2
Öffentliches Informationsrecht	Spiecker genannt Döhmann, I.	1
Telekommunikationsrecht	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Übungen zu Algorithmen für planare Graphen	Wagner, D.; Rutter, I.	2
Moderne Entwicklungsumgebungen am Beispiel von .NET(Malnf, Dipl.Inf, Malnwi)	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Jannesari Ladani, A.	2
Robotik 3 (Sensoren in der Robotik)	Kasper, A.; Azad, P.; Dillmann, R.	2
Performance Engineering of Enterprise Software Systems	Kounev, S.	2
Übung zu Spezifikation und Verifikation von Software	Beckert, B.	1
Algorithmen für Routenplanung	Delling, D.	2
Fortgeschrittene Objektorientierung	Snelting, G.	3
Echtzeitsysteme im Internet: Grundlagen, Eigenschaften zur Automatisierung, Normung	Steusloff, H.	2
Spezifikation und Verifikation von Software (Formaler Entwurf und Verifikation von Programmen)	Beckert, B.	3
Übungen zu Algorithmen für Routenplanung	Wagner, D.; Delling, D.	1
Mobilkommunikation	Waldhorst, O.; Furthmüller, J.; Baumung, P.	2
Verteilte Betriebssysteme (Distributed Operating Systems)	Bellosa, F.; Liefländer, G.	3
Real-Time Scheduling Theory	Hamann, C.-J.	2
Steuerrecht II	Dietrich, D.	2
Datenbankimplementierung und -Tuning	Lockemann, P.; Böhm, K.	3
Mensch-Maschine-Systeme in der Automatisierungstechnik und Szenenanalyse	Peinsipp-Byma, E.; Sauer, O.	2
Sprachtechnologie und Compiler II	Snelting, G.	2
Vertiefung im Privatrecht (BGB/HGB/Gesellschaftsrecht)	Sester, P.	2
Vorlesung zum "Praktikum Forschungsprojekt Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Hekler, A.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.	2
Übung zu Sprachtechnologie und Compiler II	Snelting, G.; Braun, M.; Graf, J.	2
Übung zu Fortgeschrittene Objektorientierung	Snelting, G.; Lochbihler, A.; Giffhorn, D	2
Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze	Katz, B.	2

Übungen zu Algorithmen zur Visualisierung von Graphen	Wagner, D.; Nöllenburg, M.	1
Embedded Security	Lazich, D.	1
Übung zu Entrepreneurship II	Häußner, L. P.; Werner, G. W.; León Cadenillas, D.	1
Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.	3
Übungen zu Signale, Codes und Chiffren II	Geiselmann, W.	1
Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen	Pankratius, V.; Otto, F.	2
Patentrecht (Inwi)	Geissler, B.	2
Software-Engineering for Embedded Systems	Al Faruque, M. A.; Henkel, J.; Ebi, T.	1
Model Checking	Sinz, C.	2
Übungen Verteilte Betriebssysteme	Liefländer, G.; Kupferschmied, P.	1
Automatisches Beweisen	Käufel, T.; Sanders, P.	2
Europäisches und Internationales Recht	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Entrepreneurship II	Werner, G. W.	2
Arbeitsrecht II	Hoff, A.	2
Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Schmidt-Eisenlohr, F.	2
Kurven und Flächen im CAD I	Umlauf, G.	2
Vertragsgestaltung	Sester, P.	2
Low Power Design	Henkel, J.	2
Lesegruppe Software-Technik (Balnf.; Dipl.Inf.; Malnf.; Balnwi; Dipl.Inwi; Malnwi)	Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	1
Next Generation Internet	Bless, R.; Martin, D.; Wippel, H.	2
Mustererkennung	Beyerer, J.	2
Medizinische Simulationssysteme 2	Unterhinninghofen, R.; Suwelack, S.; Dillmann, R.	2
Übungen zu Model Checking	Sinz, C.	1
Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse	Stiefelhagen, R.	2
Robotik in der Medizin	Raczkowsky, J.	2
Mikroprozessoren I	Karl, W.; Buchty, R.	2
Steuerungstechnik für Werkzeugmaschinen	Wörn, H.; Tchouchenkov, I.	2
Robotik 2 (Programmieren von Robotern)	Schmidt-Rohr, S.; Gindele, T.; Dillmann, R.	2
<b>Seminare</b>		
Einfache Zellularautomaten	Schulz, M.; Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Stein, D.; Mönnich, H.; Mehrwald,	

	M.; Weede, O.	2
XML - Grundlagen, Verarbeitung und Anwendungen	Sautter, G.; Böhm, K.; Müller, J.; Mülle, J.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.; Riechmann, M.; Raczkowsky, J.; Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Stein, D.; Mönnich, H.; Mehrwald, M.; Weede, O.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Link, S.; Pansa, I.	2
Future Internet	Zitterbart, M.; Waldhorst, O.; Mies, S.	2
Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Andres, F.; Presse, A.; Werner, G. W.	2
Programmierparadigmen (Diplomanden und Doktoranden)	Snelting, G.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Karl, W.; Mattes, O.; Kramer, D.	2
Speichertechnologie und Speicherorganisation	Karl, W.; Mattes, O.; Nowak, F.	2
Software-Entwicklung mit Eclipse	Reussner, R.; Martens, A.; Krogmann, K.	2
Tutorenseminar zu Rechnerstrukturen	Karl, W.; Kramer, D.	2
Übungen zu Kommunikation und Datenhaltung	Mülle, J.; Böhm, K.; Zitterbart, M.; Schosser, S.; Röhricht, M.	2
Tutorenseminar zu Kognitive Systeme	Dillmann, R.	2
Tutorenseminar Kommunikation/Datenhaltung	Böhm, K.; Zitterbart, M.	2
Tutorenseminar zu Echtzeitsysteme	Brinkschulte, U.	2
Seminar zum Gesellschafts- und Kapitalmarktrecht	Sester, P.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Emig, C.; Link, S.; Momm, C.;	2
SOA-Entwicklungsmethoden und -werkzeuge	Abeck, S.; Link, S.; Momm, C.; Emig, C.	2
Softwaresicherheit	Snelting, G.	2
Programmierparadigmen (Diplomanden und Doktoranden)	Snelting, G.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Wagner, D.; Bauer, R.; Baur, M.; Delling, D.; Gaertler, M.; Görke, R.; Holzer, M.; Katz, B.; Krug, M.; Mecke, S.; Meinert, S.; Nöllenburg, M.; Rutter, I.	2
Entrepreneurship und Ethik - Worin gründet ein Existenzgründer seine Existenz?	Häußner, L. P.; Rohrhirsch, F.; Werner, G. W.	2
Unternehmerisches Handeln	Häußner, L. P.; Werner, G. W.; Loer, T.	2
Vertrauen führt - Wege zu einem erfolgreichen Füreinander Leisten	Häußner, L. P.; Zürker, S.; Werner, G. W.	2

Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Hekler, A.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.	3
Sichere Hardware in der Kryptographie	Müller-Quade, J.; Henrich, C.; Kempka, C.	2
Seminar zum Gesellschafts und Kapitalmarktrecht	Sester, P.	2
Intelligente Industrieroboter	Wörn, H.; Hein, B.; Kaiser, B.; Notheis, S.; Steiger, A.; Zimmermann, S.; Tauro, R. A.; Mende, M.; August, W.	2
Datenschutz und Gesellschaft	Böhm, K.; Burghardt, T.; Heidinger, C.; Buchmann, E.; Nagenborg, M.; Hartmann, B.-O.; von der Weth, C.	2
Konzeption, Bewertung und Simulation identitätsbezogener Dienste in hochverteilten Umgebungen	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Labitzke, S.; Schell, F.	2
Analyse sozialer Netzwerke mit Data-Mining-Methoden	Böhm, K.; Yue, J. Z.; Hütter, C.; Kühne, C.; Mülle, J.; von der Weth, C.	2
Rekonfigurierbare Eingebettete Systeme	Bauer, L.; Shafique, M.; Henkel, J.	2
Networks on Chips (NOCs) for Multi Processor Systems (MPSoC) Design	Al Faruque, M. A.; Henkel, J.	2
Code Compression for Embedded Processors	Bonny, T.; Henkel, J.	2
On Chip Sensors	Iqbal, N.; Bauer, L.; Henkel, J.	2
Multicore for Multimedia Processors	Iqbal, N.; Bauer, L.; Henkel, J.	2
Doktorandenseminar	Tichy, W. F.; Schäfer, C.	2
Organic Computing	Ebi, T.; Henkel, J.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.; Burghart, C.; Göger, D.; Gorges, N.; Graf, J.	2
Rechtsfragen der Informationsgesellschaft	Dreier, T.	2
Diplomandenseminar	Waibel, A.	2
Aktuelle Fragen des Patentrechts	Melullis, K.	2
Zellularautomaten	Schulz, M.; Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Bildauswertung und -fusion	Bader, T.; Belkin, A.; Beyerer, J.; Emter, T.; Frese, C.; Gheta, I.; Grinberg, M.; Gruna, R.; Heizmann, M.; Sander, J.; Schleipen, M.; Vagts, H.-H.; Mai, M.; Werling, S.	2
Stochastische Schätzer: Kalman-Filter und mehr	Baum, M.; Bogatyrenko, E.;	

	Hanebeck, U. D.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.; Hekler, A.; Eberhardt, H.;	
	Noack, B.; Lyons, D.	2
Virtualisierung	Karl, W.; Mattes, O.; Nowak, F.	2
Transactional Memory	Karl, W.; Kramer, D.; Schindewolf, M.	2
Programmiermodelle für heterogene parallele Rechnerstrukturen	Karl, W.; Buchty, R.; Kramer, D.	2
Formale Programmentwicklung	Schmitt, P. H.; Ulbrich, M.; Engel, C.;	
	Weiß, B.; Beckert, B.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Karl, W.; Kramer, D.; Buchty, R.; Mattes, O.;	
	Nowak, F.; Schindewolf, M.	3
Modellprüfung und Modellbasierte Testgenerierung	Schmitt, P. H.; Werner, F.; Farago, D.	2
Zertifizierung von Software	Reussner, R.	2
Web Engineering	Juling, W.; Nußbaumer, M.; Freudenstein, P.;	
	Majer, F.	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar (IAKS Schultz)	Schultz, T.	2
Europäisches Datenschutzrecht	Brühann, U.;	
	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse Seminar zum Praktikum: Forschungsprojekt "Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Stiefelhagen, R.; Ekenel, H.; Waibel, A.	2
	Baum, M.; Bogatyrenko, E.;	
	Hanebeck, U. D.; Hekler, A.;	
	Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.;	
	Eberhardt, H.; Lyons, D.; Noack, B.	2
Medizinische Simulationssysteme	Unterhinninghofen, R.; Dillmann, R.	2
Sensornetze	Dudek, D.; Wilke, J.; Haas, C.;	
	Zitterbart, M.	2
SOA-Entwicklungsmethoden	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Link, S.;	
	Pansa, I.	2
Partikelsysteme	Umlauf, G.	2
Parametrisierte Algorithmen für NP- schwere Probleme	Krug, M.; Bauer, R.; Rutter, I.; Wagner, D.	2
Dependability in Embedded Systems	Amrouch, H.; Henkel, J.	2
Wie und wozu misst man Information?	Janzing, D.	2
Kognitive Automobile: Wahrnehmung, Sensordatenverarbeitung und Ausführung	Gindele, T.; Dillmann, R.	2
Mitarbeiter und Diplomandenseminar	Sanders, P.; Käufel, T.; Batz, V.;	
	Geisberger, R.; Luxen, D.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P.; Käufel, T.	2

Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.; Engel, C.; Ulbrich, M.; Weiß, B.; Werner, F.	2
Mitarbeiter- und Diplomanden-Seminar	Bellosa, F.; Liefländer, G.; Kellner, S.; Neider, R.; Kupferschmied, P.; Merkel, A.; Stöß, J.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Nußbaumer, M.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Henkel, J.; Al Faruque, M. A.; Amrouch, H.; Bauer, L.; Ebi, T.; Feldbusch, F.; Hameed, F.; Iqbal, N.; Kobbe, S.; Rehman, S.; Shafique, M.; Srouji, S.	3
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Instituts-Seminar	Böhm, K.; Tichy, W. F.; Lockemann, P.; Sautter, G.; Reussner, R.	2
Institutsseminar	Wörn, H.; Braun, D.	2
Diplomanden- und Studienarbeiter-Seminar	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Diziol, R.; Chen, Q.; Bayer, D.; Umlauf, G.	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar	Müller-Quade, J.; Geiselman, W.	2
Seminar für Mitarbeiter und Diplomanden	Hartenstein, H.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Killat, M.; Höllrigl, T.; Schell, F.; Härri, J.; Jetter, O.; Labitzke, S.; Mittag, J.; Dinger, J.	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; Wörn H.	2
<b>Praktika</b>		
Roboterpraktikum	Dillmann, R.; Vahrenkamp, N.	4
Praktikum "Forschungsprojekt Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Bogatyrenko, E.; Hekler, A.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.	4
Algorithmentechnik	Sanders, P.; Batz, V.; Luxen, D.	2
Web-Technologien	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Link, S.; Pansa, I.	2
Data Warehousing und Mining	Böhm, K.; Eichinger, F.; Bracht, M.; Hartmann, B.-O.	2
Basispraktikum Netze unter UNIX	Zitterbart, M.; Mussgnug, G.	4
ACM ICPC Praktikum (Malnf, Dipl.Inf, Malnwi)	Tichy, W. F.; Wagner, D.; Meder, D.; Rutter, I.; Krug, M.	4

Compilerpraktikum	Sneltling, G.; Braun, M.; Graf, J.	3
Praktikum Simulation von Rechnernetzen	Hartenstein, H.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Mittag, J.	2
Multicore-Programmierung	Karl, W.; Kramer, D.; Mattes, O.	4
Web Engineering	Juling, W.; Nußbaumer, M.; Majer, F.; Freudenstein, P.; Buck, J.	2
Kryptoanalyse	Müller-Quade, J.; Geiselmann, W.; Kraschewski, D.	4
Angewandte Computer-Algebra	Müller-Quade, J.; Döttling, N.; Kempka, C.; Sobreira de Almeida, A. P.	3
Multicore-Technologie	Karl, W.; Buchty, R.; Nowak, F.	4
Geometrisches Modellieren	Prautzsch, H.; Diziol, R.	4
Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren	Bauer, L.; Henkel, J.; Amrouch, H.	4
Projektpraktikum Technologien für das Future Internet	Zitterbart, M.; Bless, R.; Baumung, P.; Waldhorst, O.; Völker, L.; Martin, D.; Mies, S.; Hübsch, C.; Mayer, C.; Backhaus, H.; Werle, C.; Röhricht, M.; Wippel, H.	2
Entwurf Eingebetteter Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.	4
Geometrisches Modellieren	Prautzsch, H.; Diziol, R.	4
Entwurf von Eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren	Bauer, L.; Bonny, T.; Henkel, J.	4
Telematik	Zitterbart, M.; Bless, R.; Baumung, P.; Heep, B.; Conrad, M.	2
Entwurf Eingebetteter Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Kaiser, F.	4
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Mönlich, H.; Stein, D.	4
Multikern Praktikum - Werkzeuge, Modelle, Sprachen(Malnf, Dipl.Inf, Malnwi)	Tichy, W. F.; Pankratius, V.; Otto, F.	2
Humanoide Roboter	Dillmann, R.; Asfour, T.	2
Hands-on-AI: Natürlichsprachliche Dialogsysteme	Holzapfel, H.; Waibel, A.	2
Systementwurf und Implementierung - Praktikum	Bellosa, F.; Stöß, J.; Kupferschmied, P.	2
Anthropomatik:		
Bewegungsbasierte Applikationssteuerung	Kühne, H.; Schulz, S.; Wörner, A.	4
Basispraktikum "Programmierwettbewerb Peer-To-Peer Systeme"	Böhm, K.; Hartmann, B.-O.; Yue, J. Z.	2

Ubiquitäre Informationssysteme	Decker, C.; Juling, W.; Riedel, T. A.; Berchtold, M.	2
eXtreme Programming Praktikum (MInf, Dipl.Inf)	Tichy, W. F.; Gelhausen, T.; Höfer, A.; Jannesari Ladani, A.	4
Systems Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Medizinische Simulationssysteme	Speidel, S.; Dillmann, R.	2
Projektpraktikum Sensornetze	Zitterbart, M.; Kuntz, A.; Haas, C.; Hergenröder, A.; Dudek, D.; Wilke, J.; Horneber, J.	2
Praktikum: Spieleprogrammierung mit XNA (Blockveranstaltung 2.4.-17.4.) (MInf,Dipl.Inf)	Tichy, W. F.; Schäfer, C.; Schimmel, J.	4
Basispraktikum Technische Informatik - Hardware-naher Systementwurf	Karl, W.; Mattes, O.; Nowak, F.	4
Projektpraktikum Robotik und Automation I (Software)	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Projektpraktikum Robotik und Automation II (Hardware)	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Basispraktikum Systemarchitektur	Liefländer, G.; Merkel, A.	4
Biosignale	Schultz, T.; Wand, M.; Gehrig, D.	2
Projektpraktikum Maschinelles Lernen - Anwendungen	Zöllner, J. M.; Lösch, M.; Dillmann, R.	4
Verteilte eingebettete Systeme in Java	Bellosa, F.; Eickhold, J.; Saballus, B.	2
Software Performance Engineering mit Eclipse	Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	4
<b>Arbeitsgemeinschaften</b>		
Dynamische Simulation in der Computergraphik	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Bayer, D.; Bender, J.; Pizarro, F.	
Arbeitsgemeinschaft Software-Sicherheit	Snelting, G.	2
Kolloquium "Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Hekler, A.; Huber, M.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.	
Identitätsmanagement im universitären Kontext	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.; Labitzke, S.	2
Arbeitstreffen des GRKs 1194	Becker, J.; Böhm, K.; Hanebeck, U. D.; Hartenstein, H.; Henkel, J.; Müller-Glaser, K. D.; Sanders, P.;	

	Wagner, D.; Wörn, H.; Zitterbart, M.	2
Sensornetze	Zitterbart, M.; Kuntz, A.	2
CAGD-Projekte	Prautzsch, H.; Diziol, R.; Bayer, D.; Chen, Q.	k. A.
Human Tasks	Abeck, S.; Link, S.	2
Identitätsmanagement in serviceorientierten Architekturen	Abeck, S.	2
Gepulste Neuronale Netze	Feldbusch, F.; Henkel, J.	2
Dienstentwurf	Abeck, S.; Gebhart, M.	2
Netsicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.; Schöller, M.	2
P2P/Overlay-Netze	Zitterbart, M.; Baumgart, I.	2
Benutzerinteraktion	Abeck, S.; Hoyer, P.	2
IT-Management	Abeck, S.; Pansa, 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.	1

## Wintersemester 2009/2010

### Lehrveranstaltungen im Studiengang Informatik

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Dozenten</b>	<b>SWS</b>
<b>Vorlesungen</b>		
Grundbegriffe der Informatik	Worsch, T.	2
Übung zu Grundbegriffe der Informatik	Worsch, T; Schulz, M.	1
Tutorien Betriebssysteme	Bellosa, F.; Kupferschmied, P.; Neider, R.	1
Programmieren (Bachelor)	Sneltling, G.	2
Theoretische Grundlagen	Müller-Quade, J.	3
Übung zu Theoretische Grundlagen	Müller-Quade, J.; Döttling, N.;	
	Kraschewski, D.	1
Digitaltechnik und Entwurfsverfahren	Dillmann, R.; Asfour, T.	3
Übungen zu Digitaltechnik und Entwurfsverfahren	Asfour, T.; Dillmann, R.; Wieland, S.	1
Betriebssysteme / Systemarchitektur	Bellosa, F.	3

Tutorium Öffentliches Recht und Privatrecht	Dreier, T.; Damm, M.; Hadjiani, A.	k. A.
Handels- und Gesellschaftsrecht (Inwi)	Sester, P.	2
BGB für Anfänger (Inwi)	Sester, P.	4
Software-Entwicklung 13	Batz, V.; Sanders, P.; Luxen, D.	4
Software-Entwicklung (10)	Karl, W.; Kramer, D.; Mattes, O.	4
Software-Entwicklung (7)	Hanebeck, U. D.; Eberhardt, H.; Lyons, D.	4
Öffentliches Recht I	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Privatrechtliche Übung	Dreier, T.	2
Datenschutzrecht (Inwi)	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Software-Entwicklung 17 (Balnf)	Tichy, W. F.; Höfer, A.; Meder, D.	4
Software-Entwicklung 5 (Balnf)	Böhm, K.; Hartmann, B.-O.; Hütter, C.	4
Tutorenseminar zu Programmieren I	Snelting, G.; Lochbihler, A.; Lohner, D.; Giffhorn, D.	2
Tutorenseminar zu Theoretische Grundlagen	Müller-Quade, J.	2
Tutorenseminar zu Grundbegriffe der Informatik	Worsch, T.	2
Tutorenseminar zu Digitaltechnik und Entwurfsverfahren	Dillmann, R.; Asfour, T.; Wieland, S.	2
Software-Entwicklung 12 (Balnf)	Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.; Burger, E.	4
Software-Entwicklung 15 (Balnf)	Snelting, G.	4
Software-Entwicklung 16 (Balnf)	Snelting, G.	4
Software-Entwicklung 11 (Balnf)	Müller-Quade, J.; Kempka, C.; Sobreira de Almeida, A. P.	4
Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht	Dreier, T.	2
Testing Digital Systems I	Tahoori, M. B.	2
Public Key Kryptographie mit Übungen (Inwi)	Geiselman, W.	3
Tutorenseminar zu Formale Systeme	Beckert, B.	2
Vernetzte IT-Infrastrukturen	Juling, W.	2
Software-Architektur	Reussner, R.	2
Softwaretechnik	Koziolek, H.; Happe, J.	4
Algorithmentechnik mit Übung	Wagner, D.; Hartmann, T.; Pajor, T.	4
Tutorenseminar zu Betriebssysteme / Systemarchitektur	Bellosa, F.; Kupferschmied, P.; Neider, R.	2
Öffentliches Medienrecht (Inwi)	Kirchberg, C.	2
Formale Systeme	Beckert, B.	4
Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen	Geisler, J.	2
Entrepreneurship I - Unternimm dich selbst	Werner, G. W.	2
Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.	3
Technological Entrepreneurship	Bräse, S.; Runge, W.	

	Werner, G. W.	2
Drahtlose Sensor-Aktor-Netze	Zitterbart, M.; Haas, C.; Kuntz, A.	2
Biosignale und Benutzerschnittstellen	Schultz, T.; Wand, M.	4
Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES II)	Henkel, J.	2
Übung zu Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Jetter, O.	1
Rechnergestützte kontinuierliche Produktionssysteme	Steusloff, H.	2
Parallele Algorithmen	Sanders, P.; Luxen, D.; Batz, V.	2
Hochleistungskommunikation	Zitterbart, M.; Dudek, D.	2
Workflowmanagement-Systeme	Mülle, J.	2
Multikern-Rechner und Rechnerbündel (Malnf, Malnwi, Dipl.Inf, Dipl.Inwi)	Pankratius, V.; Meder, D.	2
Stochastische Informationsverarbeitung	Hanebeck, U. D.; Krauthausen, P.	3
Verteilte Datenhaltung	Böhm, K.	3
Public Key Kryptographie	Müller-Quade, J.; Henrich, C.	3
Hochverfügbarkeit und Skalierbarkeit moderner Unternehmensserver am Beispiel System Z	Bellosa, F.; Göbel, K.	2
Heterogene parallele Rechensysteme	Karl, W.; Buchty, R.	2
Datawarehousing und Mining	Böhm, K.	3
Analyse und Modellierung menschlicher Bewegungsabläufe	Wörner, A.; Schultz, T.	2
Lab:		
Low Power Design and Embedded Systems	Henkel, J.; Iqbal, N.	1
Urheberrecht	Dreier, T.	2
Unterteilungsalgorithmen	Chen, Q.; Prautzsch, H.	2
Algorithm Engineering	Sanders, P.; Singler, J.; Batz, V.; Luxen, D.; Geisberger, R.	2
Web Engineering	Nußbaumer, M.; Juling, W.	2
Lesegruppe Software-Technik	Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.	1
Spezifikation und Verifikation von Software	Schmitt, P. H.	3
Power Management	Bellosa, F.	2
Telematik	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Übungen zu Telematik	Zitterbart, M.; Röhrich, M.; Finster, S.	1
Systems-Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Öffentliches Informationsrecht	Spiecker genannt Döhmann, I.;	
Multimediakommunikation	Bless, R.; Baumgart, I.	2
Vorlesung zum Praktikum: Forschungsprojekt		

"Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Baum, M.; Beutler, F.; Hanebeck, U. D.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.; Bogatyrenko, E.; Eberhardt, H.; Hekler, A.; Lyons, D.; Noack, B.	2
Sprachtechnologie und Compiler	Snelting, G.	4
Übung zu Sprachtechnologie und Compiler	Braun, M.; Snelting, G.	2
Markenrecht	Sester, P.; Matz, Y.	2
Signale und Codes	Lazich, D.	2
Einführung in die Computergraphik	Bender, J.	2
Software-Engineering für Eingebettete Systeme	Feldbusch, F.; Henkel, J.	1
Umweltrecht	Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Informationsintegration und Web-Portale	Schmidt, A.; Mülle, J.; Paoli, H.; Sautter, G.; Böhm, K.	2
Übung zu Entrepreneurship I	Werner, G. W.; Häußner, L. P.; León Cadenillas, D.	1
Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES I)	Feldbusch, F.	2
Tutorenseminar zu Algorithmentchnik	Hartmann, T.; Pajor, T.; Wagner, D.	2
Grundlagen der Automatischen Spracherkennung	Waibel, A.; Stüker, S.	4
Ubiquitäre Informationstechnologien	Juling, W.; Decker, C.	2
Praxis der Unternehmensberatung	Dürr, M.	2
Traffic Telematics	Härri, J.; Hartenstein, H.	2
Netzwerk- und IT-Sicherheitsmanagement	Hartenstein, H.; Dinger, J.; Jetter, O.	2
Maschinelles Lernen	Zöllner, J. M.; Lösch, M.; Bär, T.; Dillmann, R.	2
Steuerungstechnik für Roboter und Werkzeugmaschinen I	Wörn, H.	2
Robotik 1 (Einführung in die Robotik)	Dillmann, R.; Welke, K.; Do, M.	2
Advanced Web Applications	Abeck, S.; Hoyer, P.; Gebhart, M.; Pansa, I.; Dikanski, A.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Burghart, C.	2
Projektmanagement in der Produktentwicklung	Becker, C.	2
Empirische Softwaretechnik (Dipl.Inf, Dipl.Inwi, Malnf, Malnwi)	Pankratus, V.; Höfer, A.; Tichy, W. F.	2
Software-Entwicklung 22	Waibel, A.; Saam, C.	4
Computational Complexity	Tveretina, O.; Sinz, C.	1
Entscheidungsverfahren für die Softwareverifikation	Sinz, C.; Tveretina, O.	2
Übungen zu Entscheidungsverfahren		

für die Softwareverifikation	Sinz, C.; Tveretina, O.	1
Mikroprozessoren II	Karl, W.	2
Tutorien im Öffentlichen Recht	Hadjiani, A.; Heuner, L.; Spiecker genannt Döhmann, I.	
Arbeitsrecht I	Hoff, A.	2
Steuerrecht I	Dietrich, D.	2
Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung	Beyerer, J.	4
Randomisierte Algorithmen	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Einführung in die Informationsfusion	Heizmann, M.	2
Medizinische Simulationssysteme	Speidel, S.; Röhl, S.; Dillmann, R.	2
Netze und Punktwolken	Diziol, R.; Prautzsch, H.	2
Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern	Hein, B.	2
Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine-Schnittstellen	Stiefelhagen, R.	4
Einführung in Multimedia	Deussen, P.	2
Software-Entwicklung 8	Hartenstein, H.; Beyerer, J.	4
Software-Entwicklung 1	Abeck, S.; Hoyer, P. Gebhart, M.	4
Software-Entwicklung 2	Abeck, S.; Dikanski, A.; Pansa, I.	4
Praxis der Telematik	Zitterbart, M.; Röhrich, M.; Finster, S.	1
<b>Seminare</b>		
Inside Eclipse	Reussner, R.; Kuperberg, M.; Krogmann, K.	2
Virtualisierung	Karl, W.; Kramer, D.; Mattes, O.	2
Technologien des Internets	Zitterbart, M.; Baumung, P.; Wippel, H.	2
Motion Capturing	Wörner, A.; Feldmann, T.	2
Simulation und virtuelle Realität in der Medizin	Hazer, D.; Dillmann, R.; Unterhinninghofen, R.	2
Speichertechnologie und Speicherorganisation	Karl, W.; Kramer, D.; Mattes, O.	2
Informatik in der Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Riechmann, M.; Burgner, J.; DeMauro, A.; Ciucci, M.; Stein, D.; Mönnich, H.; Mehrwald, M.	2
Interdisziplinäres Seminar aus Informationswirtschaft	Geyer-Schulz, A.; Spiecker genannt Döhmann, I.; Dillmann, R.	2
Robotik und Medizin	Wörn, H.; Riechmann, M.; Raczkowsky, J.;	

	Burgner, J.; Ciucci, M.; DeMauro, A.; Stein, D.; Mönnich, H.; Mehrwald, M.; Weede, O.	2
Europäisches Datenschutzrecht	Brühann, U.; Spiecker genannt Döhmann, I.	2
Mensch-Roboter-Kooperation	Wörn, H.; Burghart, C.; Göger, D.; Gorges, N.; Graf, J.	2
Intelligente Industrieroboter	Wörn, H.; Hein, B.; Kaiser, B.; Notheis, S.; Steiger, A.; Zimmermann, S.; Tauro, R. A.; Mende, M.; August, W.	2
SOA-Entwicklungsmethoden	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Pansa, I.; Dikanski, A.	2
Europäisches Wirtschaftsrecht	Sester, P.	k.A.
Programmierparadigmen (Diplomanden und Doktoranden)	Snelting, G.; Giffhorn, D.; Hammer, C.; Lochbihler, A.; Lohner, D.; Wasserrab, D.	2
Dependability in Embedded Systems	Henkel, J.; Amrouch, H.	2
Organic Computing	Henkel, J.; Ebi, T.	2
Multicore for Multimedia Processors	Henkel, J.; Iqbal, N.; Ahmed, W.	2
Rekonfigurierbare Eingebettete Systeme	Henkel, J.; Bauer, L.; Shafique, M.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Ahmed, W.; Amrouch, H.; Bauer, L.; Ebi, T.; Feldbusch, F.; Feng, J.; Hameed, F.; Iqbal, N.; Kobbe, S.; Rehman, S.; Shafique, M.; Srouji, S.; Henkel, J.	3
StereoVideo Processing	Henkel, J.; Iqbal, N.	2
Menschzentrierte Systeme: Methoden, Architekturen und Anwendungen	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Eberhardt, H.; Hekler, A.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Lyons, D.; Noack, B.; Pérez Arias, A.	2
Ambient Assisted Living: Intelligente Umgebungen und Mobile Informationssysteme für ein selbständiges Leben im Alter	Burghart, C.; Stork, W.; Studer, R.	2
Multikern - Seminar (Dipl.Inf, Dipl.Inwi)	Tichy, W. F.; Jannesari Ladani, A.; Otto, F.	2
Entrepreneurship und Ethik - Worin gründet ein Existenzgründer seine Existenz?	Häußner, L. P.; Rohrhirsch, F.; Werner, G. W.	2
Unternehmerisches Handeln	Häußner, L. P.; Werner, G. W.; Loer, T.	2
Entrepreneurship und Gesellschaftsordnung	Andres, F.; Presse, A.; Werner, G. W.	2

Speaker Recognition and Biometrics	Schultz, T.; Yang, Q.	2
Seminar zum Praktikum: Forschungsprojekt "Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Eberhardt, H.; Hekler, A.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Lyons, D.; Noack, B.; Pérez Arias, A.	2
Mitarbeiterseminar zur Praxis der Softwareentwicklung	Snelting, G.; Giffhorn, D.; Braun, M.	2
Vom Mensch zum Roboter	Feldmann, T.; Wörner, A.	2
Algorithmen für Sensornetzwerke	Sanders, P.	
Praktische Kryptoanalyse	Schieferdecker, D.; Wagner, D.; Völker, M.	2
Bildverarbeitung für die Mensch-Maschine-Interaktion	Müller-Quade, J.; Kraschewski, D.; Sobreira de Almeida, A. P.	2
Doktorandenseminar	Stiefelhagen, R.	2
Instruction-Set Customization for Algorithmische Geometrie	Tichy, W. F.; Otto, F.	1
Program Analysis	Nöllenburg, M.; Rutter, I.; Katz, B.; Krug, M.; Wagner, D.	2
Kognitive Interaktionssysteme	Taghdiri, M.; Schmitt, P. H.	2
Kollaborative Datenschutzmechanismen	Schultz, T.; Putze, F.	2
Future Internet	Böhm, K.; Buchmann, E.; Burghardt, T.; Heidinger, C.	2
Humanoide Roboter	Zitterbart, M.; Bless, R.; Mies, S.	2
Advanced Query Processing and Optimization in Databases	Asfour, T.; Dillmann, R.; Ulbrich, S.	2
Forschungsseminar	Böhm, K.; Heine, M. J.; Khachatryan, A.	2
Studien- und Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.; Beckert, B.; Sinz, C.;	
Ubiquitäre Informationstechnologien	Taghdiri, M.	2
Hochverteilte IT-Systeme im Internet	Tahoori, M. B.	3
Doktorandenseminar	Decker, C.; Scholz, M.; Riedel, T. A.;	
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hartenstein, H.; Labitzke, S.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Goos, G.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Karl, W.	3
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Hanebeck, U. D.	3
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Müller-Quade, J.; Geiselmann, W.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Bellosa, F.; Merkel, A.; Kupferschmied, P.;	
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Neider, R.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.;	

	Pansa, I.; Dikanski, A.	2
Diplomanden- und Mitarbeiterseminar	Schultz, T.	2
Instituts-Seminar	Böhm, K.; Tichy, W. F.; Lockemann, P.; Sautter, G.; Reussner, R.; Krogmann, K.; Kuperberg, M.; Jannesari Ladani, A.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Goos, G.; Beck, M.	2
Mitarbeiter-Seminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Prautzsch, H.; Schmitt, A.	2
Diplomandenseminar (IBDS Prautzsch/Schmitt)	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Bayer, D.	2
Diplomandenseminar	Vollmar, R.; Worsch, T.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Sanders, P.; Singler, J.; Batz, V.; Luxen, D.; Geisberger, R.	2
MW: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Nußbaumer, M.	2
Seminar für Mitarbeiter und Diplomanden	Hartenstein, H.; Killat, M.; Schell, F.; Schmidt-Eisenlohr, F.; Höllrigl, T.; Härrig, J.; Dinger, J.; Labitzke, S.; Mittag, J.; Jetter, O.; Tielert, T.	2
TecO: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Juling, W.; Decker, C.; Riedel, T. A.; Scholz, M.	2
Institutsseminar	Wörn, H.; Braun, D.	2
ITM: Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Zitterbart, M.; Gamer, T.	2
Doktorandenseminar	Sanders, P.	2
ITI Wagner Forschungsseminar	Wagner, D.; Bauer, R.; Görke, R.; Katz, B.; Meinert, S.; Nöllenburg, M.; Rutter, I.; Krug, M.; Pajor, T.; Völker, M.; Hartmann, T.	2
Diplomandenseminar	Schmitt, P. H.; Werner, F.; Engel, C.; Weiß, B.; Ulbrich, M.	2
Kolloquium Informatik	Dozenten der Informatik; Wörn, H.	2
Mitarbeiter- und Diplomandenseminar	Sinz, C.	
<b>Praktika</b>		
Power Management - Praktikum	Bellosa, F.; Merkel, A.; Kellner, S.	2
Software-Entwicklung 20	Zitterbart, M.; Dudek, D.; Furthmüller, J.; Haas, C.	4
Multilingual Speech Processing	Schultz, T.; Schlippe, T.	2
Projektpraktikum Robotik und Automation I (Software)	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Verteilte Software-Entwicklung in der Praxis-Kooperation mit der Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) in Brasilien	Tichy, W. F.; Mäkiö, J.	4

Nachrichtengekoppelte Parallelrechner	Vollmar, R.; Worsch, T.; Singler, J.	4
Projektpraktikum Mobile Roboter	Dillmann, R.; Oberländer, J.; Wieland, S.	4
Praktikum "Verteilte Datenhaltung"	Bestehorn, M.; Burghardt, T.; Böhm, K.	2
Praktikum Mobilkommunikation	Zitterbart, M.; Baumgart, I.; Kuntz, A.	2
Anthropomatik: Bewegungs-basierte Applikationssteuerung	Kühne, H.; Schulz, S.; Wörner, A.	4
Praktikum: Forschungsprojekt "Intelligente Sensor-Aktor-Systeme"	Hanebeck, U. D.; Baum, M.; Beutler, F.; Bogatyrenko, E.; Klumpp, V. M.; Krauthausen, P.; Pérez Arias, A.; Eberhardt, H.; Hekler, A.; Lyons, D.; Noack, B.	4
Projektpraktikum Robotik und Automation II (Hardware)	Wörn, H.; Längle, T.; Tchouchenkov, I.	4
Web Engineering	Juling, W.; Nußbaumer, M.; Majer, F.	2
Algorithm Engineering	Wagner, D.; Krug, M.	4
Multikern-Praktikum: Werkzeuge, Modelle, Sprachen (Malnf, Malnw, Dipl.Inf, Dipl.Inwi)	Pankratius, V.; Otto, F.; Tichy, W. F.; Schimmel, J.	2
Praktikum: Multicore-Programmierung	Karl, W.; Kramer, D.; Buchty, R.	4
Praktikum: Multicore-Technologien	Karl, W.; Buchty, R.; Nowak, F.	4
Software-Entwicklung 21	Zitterbart, M.; Backhaus, H.; Wippel, H.	4
Software-Entwicklung 3	Beckert, B.	4
Automatische Spracherkennung	Waibel, A.; Stüker, S.	2
Software-Entwicklung 18	Wagner, D.; Rutter, I.	4
Praktikum zur Vorlesung Systems-Engineering im Projektmanagement	Schweizer, G.; Preis, H.	2
Kryptographie und Datensicherheit	Geiselmann, W.; Kraschewski, D.; Müller-Quade, J.	4
Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren	Henkel, J.; Bauer, L.	4
Entwurf Eingebetteter Systeme	Henkel, J.; Feldbusch, F.	4
Web-Technologien	Abeck, S.; Gebhart, M.; Hoyer, P.; Pansa, I.; Dikanski, A.	2
Software-Entwicklung 19 (BaInf)	Wörn, H.; Winkler, L.; Matthias, R.; Notheis, S.	4
Lego Mind Storms (Ich, Robot.)	Bierbaum, A.; Schröder, J.; Dillmann, R.; Speidel, S.	4
Basispraktikum "Mobile Systeme" Formale Entwicklung objektorientierter Software	Zitterbart, M.; Meier, D. Schmitt, P. H.; Engel, C.; Weiß, B.	2

Basispraktikum Technische Informatik -		
Hardware-naher Systementwurf	Karl, W.; Mattes, O.; Nowak, F.	4
Software-Entwicklung 4	Beyerer, J.	4
Algorithmen und Medizin	Wörn, H.; Raczkowsky, J.; Mönnich, H.;	
	Riechmann, M.; Stein, D.	4
Software-Entwicklung 6	Dillmann, R.	4
Software-Entwicklung 14	Schultz, T.	4
<b>Arbeitsgemeinschaften</b>		
Benutzerinteraktion	Abeck, S.; Hoyer, P.	2
ISAS-Kolloquium	Hanebeck, U. D.; Beutler, F.; Klumpp,	
	V. M.; Pérez Arias, A.; Bogatyrenko, E.;	
	Eberhardt, H.; Hekler, A.; Lyons, D.;	
	Noack, B.; Baum, M.; Krauthausen, P.	2
Arbeitstreffen des GRKs 1194	Hanebeck, U. D.	2
CAGD-Projekte	Prautzsch, H.	2
Sensornetzwerke	Feldbusch, F.; Henkel, J.; Feng, J.	2
Dynamische Simulation in der Computergraphik	Schmitt, A.; Prautzsch, H.; Bayer, D.;	
	Bender, J.; Pizarro, F.	2
IT-Management	Abeck, S.; Pansa, I.	2
Dienstentwurf	Abeck, S.; Gebhart, M.	2
Arbeitsgemeinschaft Sicherheit	Zitterbart, M.; Völker, L.	2
Ringvorlesung des Graduiertenkollegs 1194		
"Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke"	Hanebeck, U. D.	2
Sensornetze	Zitterbart, M.; Dudek, D.; Hergenröder, A.	2
Identitätsmanagement im universitären Kontext	Hartenstein, H.; Höllrigl, T.; Schell, F.	2
Identitätsmanagement	Abeck, S.; Dikanski, A.	2
Service Composition	Zitterbart, M.; Baumung, P.	2
Arbeitsgemeinschaft P2P/Overlay-Netze	Zitterbart, M.; Baumgart, I.	2
<b>Vorlesungen für andere Fachrichtungen</b>		
Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.	2
Übungen zu Vernetzte IT-Infrastrukturen	Nußbaumer, M.; Juling, W.	1
Übungen zu Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure I	Wörn, H.; Längle, T.; Graf, J.	2

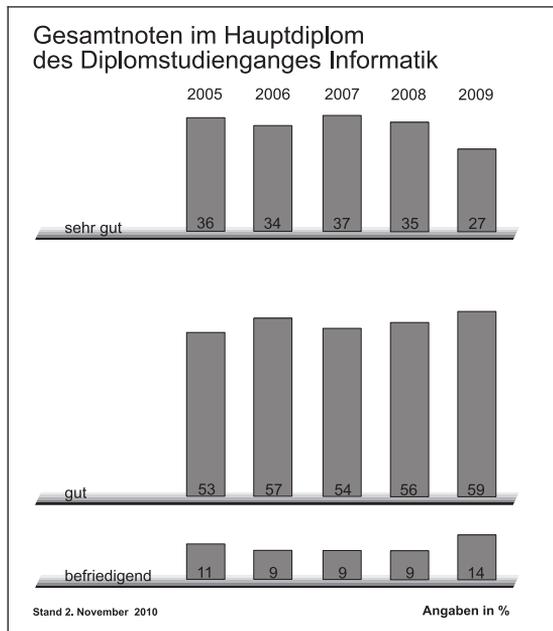
## 4.4 Studienbegleitende Statistik

### 4.4.1 Ergebnisse im Studiengang Informatik

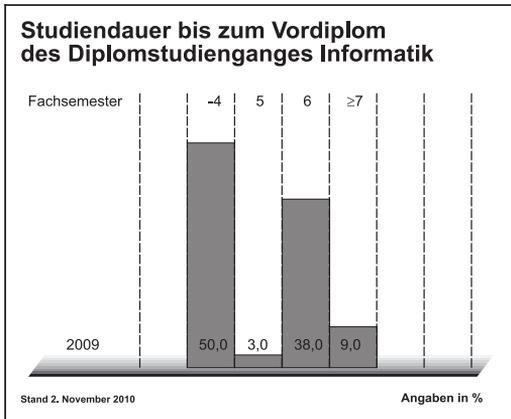
#### Studienergebnisse im Vordiplom

Im Jahr 2009 legten 175 Studierende die Diplom-Vorprüfung in Informatik ab und erreichten eine durchschnittliche Studiendauer im Vordiplom von 5,08 Fachsemestern. Gegenüber dem Vorjahr benötigten die Studierenden also etwas mehr Zeit für das Vordiplom. Die besten Abschlüsse in der Diplom-Vorprüfung 2009 erzielten:

<p>         cand. inform. Andreas Bihlmaier          cand. inform. Roman Prutkin       </p>	<p>         mit der Gesamtnote 1,0          mit der Gesamtnote 1,0       </p>
---	---



*Mit 2,7 als Gesamtnotendurchschnitt der Diplomvorprüfung hat sich der Notendurchschnitt gegenüber dem Vorjahr leicht verbessert.*



*Die Hälfte (50%) der Studierenden schließt ihr Vordiplom in 4 bis 5 Semestern ab.*

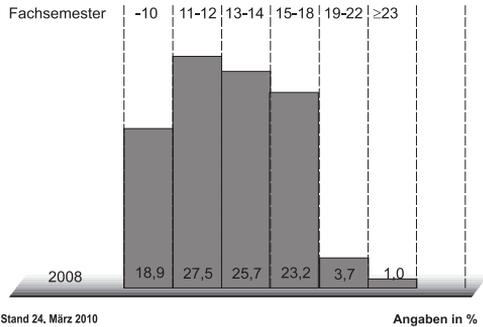
### Studienergebnisse im Hauptdiplom

Im Jahr 2009 wurden durch Studierende der Fakultät 275 Studienarbeiten und 295 Diplomarbeiten angefertigt. Davon wurden 41 Studienarbeiten und 84 Diplomarbeiten durch andere Fakultäten betreut. 269 Diplominformatikerinnen und Diplominformatiker erhielten ihr Diplomzeugnis. Mit ausgezeichneten Leistungen schlossen ab:

Dipl.-Inform. Stefan Rolf Bach	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Martin Bäuml	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Moritz Helge Kobitzsch	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Achim Christian Kuwertz	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Christoph Schneider	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Roland Sedler	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Markus Westphal	mit der Gesamtnote 1,0
Dipl.-Inform. Jochen Matthias Speck	mit der Gesamtnote 1,0

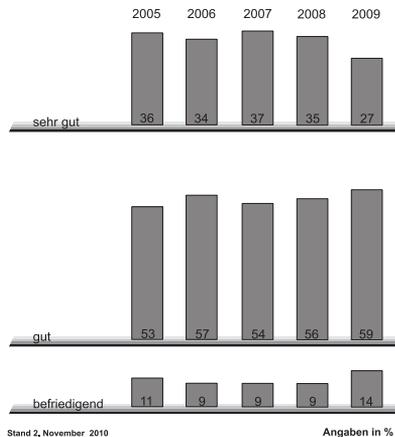
Mit durchschnittlich 14 Fachsemestern (Median 13) ist die mittlere Studiendauer leicht höher als im letzten Jahr. Auffällig bleibt der Anteil der Diplomabschlüsse mit hoher Semesterzahl. Dies ist zum großen Teil dadurch bedingt, dass Studierende ihr Studium aus gesundheitlichen Gründen oder bedingt durch eigene Firmengründungen unterbrechen und es später doch noch zum Abschluss führen.

### Studiendauer bis zum Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informatik



Die relativ gute Durchschnittsnote von 1,9 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.

### Gesamtnoten im Hauptdiplom des Diplomstudienganges Informatik



4

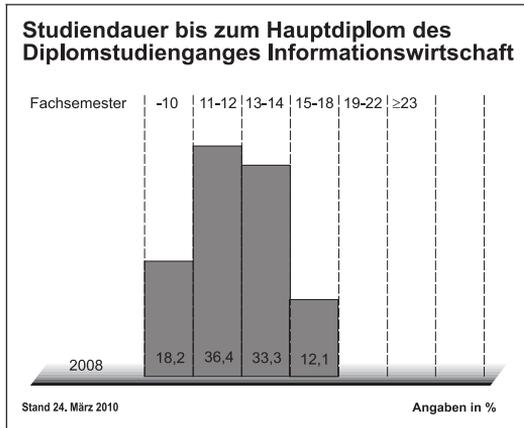
#### 4.4.2 Ergebnisse im Studiengang Informationswirtschaft Studienergebnisse im Diplomstudiengang

Der Studiengang läuft seit dem Wintersemester 2004/05 aus, weswegen sich im Jahr 2009 nur noch Studierende im Hauptstudium befinden.

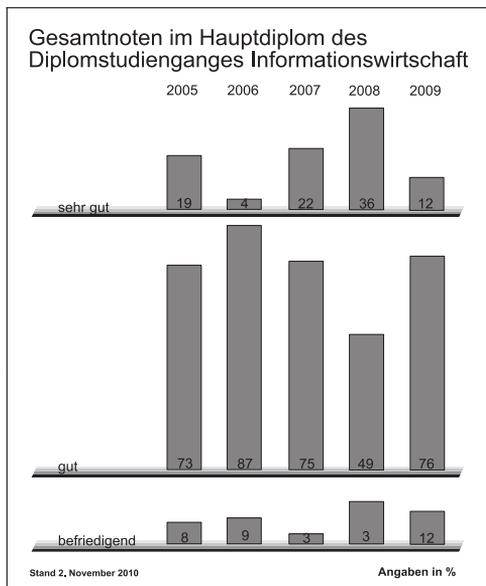
33 Diplominformationswirte erhielten ihr Diplomzeugnis. Mit ausgezeichneten Leistungen schlossen ab:

Dipl.-Inform.Wirt Fan Mou mit der Gesamtnote 1,3

*Die durchschnittliche Fachsemesterzahl beträgt 13,4. Im Gegensatz zum Studiengang Informatik gibt es keine extrem hohen Semesterzahlen, was darin begründet ist, dass der Studiengang erst im Jahr 1997 eingeführt wurde. Weiterhin ist der Studiengang seit dem WS 04/05 ausgelaufen.*



*Auch im Studiengang Informationswirtschaft 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 Kompetenzen. Diese Gründe führen insgesamt zu besseren Ergebnissen und erklären die relativ gute Durchschnittsnote von 1,9 bei der Diplomprüfung.*



### **Studienergebnisse im Bachelor-Studiengang**

Im Jahr 2009 absolvierten die ersten 34 Studierenden den Bachelor-Studiengang. Die durchschnittliche Studiendauer betrug dabei 7,8 Fachsemester.

Mit einer Durchschnittsnote von 2,4 liegen die Abschlüsse im Bachelor-Studiengang etwas unter denen im Diplomstudiengang. Dies erklärt sich durch die Einrechnung aller Pflichtleistungen des Kernprogramms in die Abschlussnote.



# **Ein Blick in die Arbeit der Fakultät im Jahr 2009**

### **5.1 Mitwirkung in gesellschaftlichen Institutionen**

Zahlreiche Mitglieder der Fakultät haben sich im Berichtsjahr aktiv am Brückenschlag zwischen Informatik und Gesellschaft beteiligt. Mitglieder der Fakultät arbeiten engagiert in Leitungsgremien der Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft mit. Damit ist 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. Bernhard Beckert*

- Vice President des Steering Committee der International Conference on Tableaux and Related Methods
- Sprecher der GI-Fachgruppe "Deduktion" (FB Künstliche Intelligenz)

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Stellvertretender Sprecher des Fraunhofer-Verbundes für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung
- Mitglied des Vorstandes des DFG SFB TR 28 »Kognitive Automobile«
- Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift »Information Fusion« Elsevier
- Mitglied im Beirat der VDI/VDE GMA
- Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der at – Automatisierungstechnik der GMA (VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik) und der NAMUR (Interessengemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie)
- Mitglied im Beirat der Deutschen Initiative für NetzwerkInformation (DINI)
- Mitglied im Beirat der Zeitschrift »Strategie und Technik«
- Mitglied des Programmausschusses »Future Security«, Karlsruhe, 29.9.-1.10.2009
- Mitglied der Tagungsleitung zum 21. Fachgespräch Autonome Mobile Systeme AMS, Karlsruhe, 3.-4.12.2009

*Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*

- Sprecher des German Chapter of IEEE/RAS
- Mitglied IEEE- RAS (Robotics and Automation Society) Advisory Committee
- Sprecher des GI FA 4.3/1.4 Robotersysteme

*Prof. Dr. Uwe Hanebeck*

- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Fraunhofer FKIE, Wachtberg;
- Kommissionsmitglied im Siemens/DAAD Post Graduate Program 2009, Bonn

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Mitglied des wissenschaftlichen Direktoriums des Schloss Dagstuhl, Leibniz-Zentrum für Informatik
- Mitglied des Ausschusses für Recht und Sicherheit (ARuS) des DFN

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- IEEE Computer Society, Germany Section ([www.ieee.de/computer](http://www.ieee.de/computer))
- General Co-Chair IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED)
- IEEE/ACM Int'l Conference on Compilers, Architecture, and Synthesis for Embedded Systems (CASES'09)
- Steering Committee Member IEEE/ACM International Conference on Computer Aided Design (ICCAD)
- Editorial Board Member of the "Journal for Embedded Computing" by Cambridge International Science Publishing
- Editorial Board Member of the "Journal of Low Power Electronics" (JOLPE) by American Scientific Publishers
- Steering Committee Member IEEE/ACM Codes+ISSS Conference
- "Sub-Committee Chair on Low Power". IEEE/ACM International Conf. on Computer Aided Design (ICCAD)
- "Sub-Committee Chair on Power Estimation and Optimization", IEEE/ACM Design Automation and Test in Europe Conference (DATE)
- "Publicity Co-Chair" IEEE/ACM ESWeek.
- DAC (IEEE/ACM Design Automation Conference)
- ICCAD (IEEE/ACM Int'l. Conf on Computer Aided Design)
- DATE (IEEE/ACM Design Automation & Test in Europe Conf.)
- ISLPED (IEEE/ACM Int'l Symposium on Low Power Electronics and Design)
- ICCD (IEEE Int'l Conf. on Computer Design)
- ASPDAC (IEEE/ACM Asia & South Pacific Design Automation Conf.):
- Codes and Codes+ISSS (IEEE/ACM Hardware/Software Co-design Symposium):
- NoCS (IEEE International Symposium on Networks-on-Chip)
- CASES (IEEE/ACM Conf. on Compilers, Architectures and Synthesis for Embedded Systems)
- ISVLSI (IEEE/ACM International Symposium on VLSI)
- RSP (IEEE/ACM Rapid System Prototyping Workshop)
- Estimedia Workshop
- Scopes Workshop

*Juniorprof. Dr. Dennis Hofheinz*

- Mitglied im Programmkomitee der internationalen Konferenzen *INSCRYPT 2009* in Peking, China und der *CT-RSA 2009* in San Francisco, USA

*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*

- Vorsitzender der Konrad-Zuse-Gesellschaft
- Gewähltes Mitglied im Präsidium und Mitglied des erweiterten Vorstandes der Gesellschaft für Informatik (GI)
- 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. Dr. Christian Kirchberg*

- Mitglied im Vorstand der juristischen Studiengesellschaft Karlsruhe

*Dr. Samuel Kounev*

- Gründer und Sprecher der SPEC-Research-Arbeitsgruppe, Standard Performance Evaluation Cooperation (SPEC)

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

- Ehrenmitglied der Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn
- Ordentliches Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse
- Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften Halle (Saale), Klasse 1 Sektion Informationswissenschaften
- Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), National Academy of Science and Engineering, München

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Gründer und Sprecher der GI-Fachgruppe Software-Architektur
- Sprecher des GI-Arbeitskreises "Handbuch der Software-Architektur"
- Mitglied des Vorstandes des GI-Beirates der Universitätsprofessoren
- Mitglied des Präsidiums der Gesellschaft für Informatik (GI e.V.)

*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. Gregor Snelting*

- Mitglied des GI-Präsidiumsarbeitskreises "Bild der Informatik"
- Sprecher des Beirates der Universitätsprofessoren in der GI (GIBU)
- Mitglied der Karlsruher Universitätsgesellschaft (KUG)
- Mitglied des Prüfungsausschusses für Dipl.-Prüfungen (Fakultät für Informatik)

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Vize-Präsidentin der DFG
- Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats des Leibniz-Zentrums für Informatik 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), seit 2008 Mitglied der Core Group
- GI-Fellow (Gesellschaft für Informatik)
- Mitglied des Beirats des Kompetenzzentrums Bibliometrie des Instituts für Forschungsinformation und Qualitätssicherung (iFQ)
- Mitglied der Arbeitsgruppe IV "Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Partner der Wirtschaft: Wissens- und Technologietransfer" des Innovationsrats Baden-Württemberg

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der Gesellschaft Computer- und Robotergestützte Chirurgie CURAC
- Mitglied des Beirats des Zentrums für Sensorsysteme an der Universität Siegen (ZeSS)

*Prof. Dr. Martina Zitterbart*

- Mitglied in der GI-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme” (KuVS)

### **Mitgliedschaften in Aufsichtsgremien von Wissenschaft und Wirtschaft**

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) in Saarbrücken, Kaiserslautern und Bremen
- Mitglied des Kuratoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe
- Vorstandsmitglied des Kuratoriums der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft
- Leitung des Technischen Forums der Firma inspectomation GmbH, Mannheim

*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)
- Mitglied des Vorstandes des Energy Solution Centre - EnSoC e.V.

*Prof. Dr. Christian Kirchberg*

- Vorsitzender des Verfassungsrechtsausschusses der Bundesrechtsanwaltskammer (BRAK)

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

- Vorstandsmitglied der Gunther-Schroff-Stiftung für wissenschaftliche Zwecke, Waldbronn

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Jurymitglied beim Objektforum-Förderpreis

*Prof. Dr. Peter H. Schmitt*

- Mitglied im Aufsichtsrat der IBFI Schloss Dagstuhl GmbH

*Prof. Dr. Tanja Schultz*

- Vorstandsmitglied der International Speech Communication Association (gewählt 2007 für 4 Jahre)

*Prof. Dr. Max Syrbe*

- Vorsitzender des Kuratoriums der Steinbeis-Stiftung für Wirtschaftsförderung, Stuttgart

*Prof. Dr. Dorothea Wagner*

- Mitglied im Steering Committee des Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX)
- Mitglied im Steering Committee des Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization, and Systems (ATMOS)
- Mitglied im Steering Committee des International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG)

## Leitungsfunktionen in außeruniversitären Forschungseinrichtungen

*Prof. Dr. Jürgen Beyerer*

- Leitung des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

*Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*

- Mitglied des Vorstands des Forschungszentrum Informatik (FZI)

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Mitglied des Direktoriums des Forschungszentrums Informatik (FZI), Karlsruhe

*Prof. Dr. Martina Zitterbart*

- Stellvertretende Sprecherin GiBU (GI-Beirat der UniversitätsprofessorInnen)

## 5.2 Wissenschaftliche Präsentationen

Auch in diesem Berichtsjahr hat sich die Fakultät durch das Publizieren wissenschaftlicher Arbeiten im In- und Ausland hervorragend dargestellt. Mitglieder der Fakultät wurden zu zahlreichen Vorträgen im In- und Ausland eingeladen.

### Mitgliedschaften in Herausgebergremien von Zeitschriften oder Buchreihen

*Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*

- Herausgeber der Fachzeitschrift Robotics and Autonomous Systems, Publishers: Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands
- Herausgeber der Springer Buchreihe Cognitive Systems Monographs (COSMOS)
- Mitglied Advisory Board für die Bücherreihe Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR)

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Mitglied des Fachbeirats der PIK (Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation)

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- Editor in Chief: ACM Transaction on Embedded Computing Systems (ACM TECS)
- Associate Editor: IEEE Transaction on VLSI Systems (TVLSI)

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Subject Area Editor Journal MICPRO Embedded Hardware Design (Microprocessors and Microsystems), Elsevier Publishers
- Herausgeber der Buchreihe Informatik im Fokus, Springer-Verlag

*Prof. Dr. Christian Kirchberg*

- Vorsitzender des Herausgeberbeirats des Mitteilungen der Bundesrechtsanwaltskammer (BRAK-Mitteilungen)

*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. Peter H. Schmitt*

- Mitherausgeber des Journal of Universal Computer Science

*Prof. Dr. Tanja Schultz*

- Editorial Board Member for Speech Communication
- Guest Editor, Special Issue on Silent Speech Interfaces, Speech Communication
- Guest Editor, Morphological Rich Languages, IEEE Transaction on Audio, Speech, and Language Processing
- Guest Editor, Computer, Speech and Language Special Issue on Speech Translation

*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
- Mitherausgeberin von "Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2007", GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI)
- Editorial Board von EPTCS Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- Mitglied im Editorial Board der Zeitschrift Journal of Robotics
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift Journal of Intelligent & Robotic Systems
- Mitglied des Editorial Boards Robotics and Computer Integrated Manufacturing
- Mitglied in Programmkomitees: CSIT 2009, German Workshop on Robotics GWR 2009, CARS 2009, CLAWAR 2009, CURAC 2009

*Prof. Dr. Martina Zitterbart*

- Mitglied des Fachbeirates der Zeitschrift „Praxis der Informations- und Kommunikationstechnik“ (PIK), K.G. Saur Verlag

## Weitere herausragende Aktivitäten wissenschaftlicher Präsentationen

*Prof. Dr. Hannes Hartenstein*

- Tutorial "Vehicle-to-X Communication Technologies" im Rahmen des Kurses "V2X Communication" veranstaltet von ITS-EduNet, eingeladen von Prof. Dr. Fritz Busch, TU München, Mai 2009
- Teilnehmer der Panel-Diskussion, Thema: "The Challenges of VANETS: how to evaluate the validity of new research proposals", IEEE International Conference on Communication, Workshop on Vehicular Networking and Applications, Dresden Juni 2009

*Dr. ès sc. Jérôme Härri*

- Teilnehmer der Panel-Diskussion, CAR 2 CAR Forum on a Panel-Workshop on Transmit Power Control for the WG Communication, Wolfsburg, November 2009

*Prof. Dr. Jörg Henkel*

- H. Lekatsas, J. Henkel, S. Chakradhar, V. Jakkula: "Dynamic content-aware memory compression and encryption architecture", issued January 6th., 2009, US Patent No. 7,474,750

*Prof. Dr. Wolfgang Karl*

- Ambient Assisted Living, 2. Deutscher AAL-Kongress mit Ausstellung Technologien - Anwendungen, 3. - 4. Februar 2009, Berlin
- 5th International Workshop on Applied Reconfigurable Computing ARC 2009, Karlsruhe, März 2009
- 22nd International Conference on Architecture of Computing Systems ARCS 2009 - System Architecture and Energy Awareness - Delft, The Netherlands, March 2009
- 3rd Austrian Grid Symposium, Johannes Kepler University Linz, Austria, September 28-29, 2009
- International Conference on Compilers, Architecture, and Synthesis of Embedded Systems CASES 2009 (Embedded Systems Week), Grenoble, October 2009
- 2009 IEEE International Conference on Cluster Computing, (Cluster 2009), New Orleans, Louisiana, USA, September 2009
- Vice-Chair Topic 4 (High-Performance Architectures and Compilers) 15th International European Conference on Parallel and Distributed Computing Euro-Par 2009, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, August 25-28, 2009
- 19th International Conference on Field Programmable Logic and Applications FPL 09, Prague, Czech Republic, September 2009.
- International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques. PACT 2009, Raleigh, NC, USA, September 2009
- SAMOS VIII: International Symposium on Systems, Architectures, Modeling and Simulation, Samos, Greece, July 2009, Workshop

- International Workshop on HyperTransport Research and Applications (WHTRA), Heidelberg, Februar 2009

*Dr. Samuel Kounev*

- Mitglied SPEC Workshop Steering Committee.
- Programmkomiteemitgliedschaft ROSSA 2009 - 1st International Workshop on Runtime mOdelS for Self-managing Systems and Applications, In conjunction with Fourth International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools (VALUE-TOOLS 2009), Pisa, Italy, October 19, 2009.
- Programmkomiteemitgliedschaft QUASOSS 2009 - 1st International Workshop on the Quality of Service-Oriented Software Systems, In conjunction with the 7th ESEC/FSE Joint meeting, Amsterdam, The Netherlands, August 25th, 2009.
- Programmkomiteemitgliedschaft QoSA 2009 - Fifth International Conference on Quality of Software Architectures, East Stroudsburg University, Pennsylvania, USA, June 22-26, 2009.
- Programmkomiteemitgliedschaft EPEW 2009 - 6th European Performance Engineering Workshop 2009, Imperial College London, July 9-10, 2009.
- Programmkomiteemitgliedschaft FESCA @ ETAPS 2009 - 6th International Workshop on Formal Engineering approaches to Software Components and Architectures, Satellite event of ETAPS, York, UK, March 28, 2009.
- Programmkomiteemitgliedschaft SPEC Benchmark Workshop 2009 held in conjunction with SPEC's Annual Meeting, Austin, Texas, January 25, 2009.
- Organisator OW2 Consortium - Germany Roadshow, Karlsruhe, Germany, March 24, 2009.

*Prof. Dr. Hartmut Prautzsch*

- Organisation und Leitung des Workshops "Virtual Reality Interaction and Physical Simulation" (VRIPHYS 09), Karlsruhe

*Prof. Dr. Ralf Reussner*

- Vorlesung „Software Architektur“, Saarbrücken, 09.06.2009
- Vortrag „Software Architecture Recent Trends“, Essen, 26.11.2009
- Vortrag “Challenges and Results by Software Certification”, Kaiserslautern, 19.11.2009
- Vortrag “Long Living Software Systems”, Kaiserslautern, SE 2009
- Vortrag „Challenges and Results in Software Components Certification“, München LMU, 12.11.2009

*Prof. Dr. Heinz Wörn*

- "Schwärme. Die Intelligenz der Masse": Ausstrahlung in der ARTE-Sendung, 25 September 2009
- AccuRobAs-Abschlusstreffen: 19-23 Oktober 2009, DLR, Oberpfaffenhofen

- ISUP-Abschlussstreffen: 4. Dezember 2009, Hamburger Hafen
- LYNKEUS-Abschlussstreffen: 8. Dezember 2009, IPR, KIT

### 5.3 Forschungsförderung

Die Fakultät für Informatik des KIT hat im Jahr 2009 eines ihrer erfolgreichsten Jahre beim Einwerben von Drittmitteln erlebt. Insgesamt konnten im Berichtsjahr 11,7 Millionen Euro von den unterschiedlichsten Geldgebern eingeworben werden.

Der größte Drittmittelgeber ist erneut die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit insgesamt 5 Millionen Euro, von denen allein 1,7 Millionen Euro auf den Sonderforschungsbereich 588 „Humanoide Roboter – lernende und kooperierende multimodale Roboter“ entfielen. Über die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erhielten die Forschungsgruppen der Fakultät für Informatik ca. 1,5 Millionen Euro.

Mittlerweile zum zweitgrößten Geldgeber ist der Bund avanciert. Hier konnten in 2009 insgesamt fast 2,4 Millionen Euro Projektmittel akquiriert werden. Die Europäische Union stellte im Rahmen erfolgreich eingeworbener Projekte ca. 1,4 Millionen Euro für die Forschungsgruppen der Fakultät zur Verfügung. Auch bei der Akquisition von Projekten und Geldern aus der freien Wirtschaft war die Fakultät für Informatik erneut erfolgreich und konnte insgesamt über 1,6 Millionen Euro an Industriemitteln einwerben.

Das Land Baden-Württemberg hat im Rahmen von speziellen Landesprojekten die Forschungsgruppen der Fakultät mit fast 1,3 Millionen Euro gefördert.

Auf jede Forschungsgruppe (Professur) kommen im Jahr 2009 eingeworbene Fördermittel in Höhe von durchschnittlich ca. 418.000 Euro. Diese Maßzahl liegt niedriger als in 2008, allerdings ist zu berücksichtigen, dass in 2009 sechs Professoren ihr Amt neu an der Fakultät für Informatik angetreten haben und ein Professor die Fakultät verlassen hat. Diese neuen Gruppen hatten noch keine Gelegenheit, in signifikantem Maße Drittmittel zu akquirieren und die aufgelöste Forschungsgruppe konnte auch keinen großen Beitrag in 2009 mehr leisten. Bereinigt man die Auswertung um diesen Effekt und normiert den Mitteleingang auf 22 statt auf 28 Forschungsgruppen, so liegt die Maßzahl bei knapp 532.000 Euro pro Forschungsgruppe und damit sogar oberhalb der Vergleichszahl aus 2008.

Auf jeden landesfinanzierten akademischen Mitarbeiter der Fakultät für Informatik entfallen rein rechnerisch eingeworbene Drittmittel für die Beschäftigung von zwei weiteren akademischen Mitarbeitern.

#### **Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**

Im Berichtsjahr 2009 war die Fakultät für Informatik weiterhin an zwei Sonderforschungsbereichen der DFG sowie an zwei DFG-Graduiertenkollegs beteiligt.

### **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. Nach seiner erfolgreichen Begutachtung befindet sich der SFB seit Juli 2008 in seiner letzten Projektphase bis zum 30. Juni 2012. 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 dem damaligen Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) an. Initiator und Sprecher dieses Forschungsbereiches ist Prof. Dr. Rüdiger Dillmann. Der Sonderforschungsbereich ist auf elf Jahre ausgelegt. Folgende Fakultätsmitglieder sind am SFB 588 als Teilprojektleiter beteiligt: Dr. Tamim Asfour, Prof. Dr. Jürgen Beyerer, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann (Sprecher), Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Jörg Henkel, Prof. Dr. Tanja Schultz, Dr. Peter Steinhaus, Dr. Rainer Stiefelhagen, Prof. Dr. Heinz Wörn und Dr. Annika Wörner.

Als zweiter Sonderforschungsbereich ist der Transregio 28 „Kognitives Automobil“ zwischen München und Karlsruhe zu nennen. An der Fakultät für Informatik sind die Forschungsgruppen der Professoren Beyerer und Dillmann mit Teilprojekten an diesem Transregio beteiligt.

### **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) bzw. jetzt das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg beteiligt. Stellvertretender Sprecher und Sprecher des KIT ist Prof. Dr. Heinz Wörn. Am KIT sind zwei Institute der Informatik und eines der Elektrotechnik im GK 1126 mit jeweils einem Projekt vertreten, darunter neben Prof. Wörn vom Institut für Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik die Forschungsgruppenleiter Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck und Prof. Dr. Rüdiger Dillmann vom in 2009 neu gegründeten Institut für Anthropomatik.

Das Graduiertenkolleg GK 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“ nahm im Jahr 2006 seine Arbeit auf. Ihm gehören 11 Graduierte an, wovon 9 Doktoranden an der Fakultät für Informatik und 2 Doktoranden an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik forschen. Sprecher des Graduiertenkollegs, an dem Wissenschaftler aus verschiedenen Instituten der Fakultät für Informatik sowie der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik beteiligt sind, ist Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck (Institut für Technische Informatik). Es beteiligten sich weiter Prof. Dr. Klemens Böhm, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Jörg Henkel, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Peter Sanders und Prof. Dr. Martina Zitterbart.

Das Graduiertenkolleg 895 „Information Management and Market Engineering“ starte-

te im April 2004 als gemeinsames Projekt der Fakultät für Informatik mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Beteiligt sind die Professoren der Fakultät Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Thomas Dreier, Prof. Dr. Klemens Böhm, Prof. Dr. Peter Sester, Prof. Dr. Indra Spiecker gen. Döhmann und Prof. Dr. Martina Zitterbart.

### **International geförderte Programme**

An folgenden EU-Projekten und EU-Programmen waren im Berichtsjahr die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Bernhardt Beckert, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Jörg Henkel, Prof. Dr. Wolfgang Karl, Prof. Dr. Peter H. Schmitt, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Roland Vollmar, Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Heinz Wörn und Prof. Dr. Martina Zitterbart* beteiligt:

- 4WARD
- ARRIVAL “Algorithms for Robust and on-line Railway optimization: Improving the Validity and reliability of Large-scale systems”
- Cognitive Systems and Robotics (Projekt "REPLICATOR")
- COST Action ICO701 (Formal Verification of Object-Oriented Software)
- DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst)
- DIANA (Distributed equipment Independent environment for Advanced avioNic Applications)
- EST Marie-Curie (Projekt COMPUSURGE)
- EU Integrated Project: PACO PLUS
- EU Integrated Project: GRASP
- EU Integrated Project: DEXMART
- EU-Network of Excellence:CLAWAR
- EU-Network of Excellence: EURON
- EU-Network of Excellence:Interlink
- EU-Network of Excellence: HiPEAC (High Performance Embedded Architectures and Compilation)
- FET Proactive Initiative: PERVASIVE ADAPTATION (PERADA), Projekt "SYMBRION"
- IAR
- ICT-2007.2.1 Cognitive Systems, Interaction, Robotics (Projekt "ROBOCAST")
- IST (Projekt "I-SWARM")
- MOBAVIP - Mobility and Orientation for Blind And Visually Impaired Persons
- NATO-Programme
- PRE-DRIVE-C2X
- Quaero (Deutsch-Französische Kooperation, gefördert von Frankreich)
- STREP (Specific Targeted Research Or Innovation Project) (Projekt "AccuRobAs")
- TEMPUS

Im Jahr 2009 konnten 27,4 wissenschaftliche Mitarbeiter im Rahmen von Projekten, die zu den EU-Programmen gehören, gefördert werden. Folgende Hochschullehrer der Fakultät sind Koordinatoren und Teilprojektleiter von EU-Projekten:

- *Prof. Dr. Bernhard Beckert*: COST Action ICO701 (Formal Verification of Object-Oriented Software), Form der Mitwirkung: Chair des Management Committees
- *Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*: EU-integrated Project PACO+ (Perception, Action and Cognition through Learning of Object-Action Complexes); EU-intergrated Projekt GRASP (Scientific Manager)
- *Prof. Dr. Peter H. Schmitt*: COST Action ICO701 (Formal Verification of Object-Oriented Software)
- *Prof. Dr. Heinz Wörn*: 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.

#### a) Forschungsförderung der DFG

An folgenden DFG-Schwerpunktprogrammen und Projekten der DFG waren im Jahr 2009 die Fakultätsmitglieder *Prof. Dr. Bernhard Beckert*, *Prof. Dr. Rüdiger Dillmann*, *Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck*, *Prof. Dr. Hannes Hartenstein*, *Prof. Dr. Jörg Henkel*, *Prof. Dr. Wolfgang Karl*, *Prof. Dr. Hartmut Prautzsch*, *Prof. Dr. Peter Sanders*, *Prof. Dr. Peter H. Schmitt*, *Prof. Gregor Snelting*, *Prof. Dr. Tanja Schultz*, *Prof. Dr. Dorothea Wagner* und *Prof. Dr. Martina Zitterbart* beteiligt:

- "Algorithm Engineering" (SPP 1307)
- "Algorithm Engineering für Routenplanung" (DFG-Projekt WA 654/ 16-1)
- "Analyse und Visualisierung Sozialer Netzwerke" im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1126 (DFG Projekt WA 654/13-3)
- "Clustering statischer und zeitbehafteter Graphen" im Rahmen des SPP 1307 (DFG-Projekt WA 654/15-1)
- Exzellenzclusterinitiative „Humanoide Mediatoren“
- "Formal Object-oriented Software Development: The Whole Picture" (DFG-Projekt SCHM 987/7-1)
- "Geometric Network Design and Augmentation"(DFG-Projekt WA 654/18-1)
- G-Lab (Studien- und Experimentalplattform für das Internet der Zukunft)
- Graduate School Information Management and Market Engineering (IME)
- Humanoide Roboter (SFB 588)
- "Impulsbasierte Dynamiksimulation für Systeme der virtuellen Realität" (SCHM 987/8-1)
- "Information Management and Market Engineering" (GRK 895)
- "Integration von Modellprüfung und Automatischer Testgenerierung" (GRK 1126)

- 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)
- Schwerpunktprogramm 1183 „Organic Computing“
- "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" (GRK 1194)
- Sicherheit in eingebetteten IP-basierten Systemen (SEIS)
- Tschira Virtuelle Anatomie
- Tschira Strömungsanalyse
- Projekt "Quis-Qustodiet"
- Projekt "VALSOFT/Joana "Software Manipulationsprüfung"

### **b) Bundesforschungsförderung**

Fünf Mitglieder der Fakultät (*Prof. Dr. Bernhard Beckert, Prof. Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Roland Vollmar, Prof. Dr. Heinz Wörn, Prof. Dr. Martina Zitterbart*) waren im Berichtsjahr Projektnehmer von Projekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF):

- *Prof. Dr. Bernhard Beckert* beteiligte sich am Projekt "VerisoftXT - Beweisen als Ingenieurwissenschaft" des BMBF.
- *Prof. Dr. Jörn Müller-Quade* war am Projekt „SumoDacs“ des BMBF beteiligt.
- *Prof. Dr. Roland Vollmar* beteiligte sich am Projekt "SUE - Screenreader & Usability Extentions" des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS).
- *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“, sowie am Projekt AVILUS teil. Dazu beteiligte er sich an dem Forschungsprojekt "ISUP" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und koordinierte das Projekt "ImRoNet".
- *Prof. Dr. Martina Zitterbart* war an den BMWI E-Energy Programmen „MEREGIO“ sowie „MEREGIOmobil“ beteiligt.

### **c) Landesforschungsförderung**

Durch das Land Baden-Württemberg wurden 2009 gefördert:

- Förderprogramm Informationstechnik Baden-Württemberg (BW-FIT): Zuverlässige Informationsbereitstellung in energiebewussten, ubiquitären Systemen (ZeuS). Darunter die Nachwuchsgruppe Verkehrstelematik.
- das Projekt "VSKI"
- das Projekt „Spontane Virtuelle Netze“ (SpoVNet)
- MERSES (Modellgestützte Entwurfs- und Realisierungsmuster für signalverarbeitende eingebettete Systeme)

Folgende Mitarbeiter der Fakultät waren in diesem Jahr in die Landesförderung einbezogen: *Prof. Dr. Jürgen Beyerer, Prof. Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Peter H. Schmitt, Prof. Dr. Martina Zitterbart.*

### **Gutachter für Fördereinrichtungen**

Die Fakultätsmitglieder *Dr. Tamim Asfour, Prof. Dr. Bernhard Beckert, Prof. Dr. Rüdiger Dillmann, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Jörg Henkel, Prof. Dr. Jörn Müller-Quade, Prof. Dr. Peter H. Schmitt, Prof. Gregor Snelting, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Dorothea Wagner und Prof. Dr. Heinz Wörn* waren im Jahr 2009 als Gutachter nationaler und internationaler Fördereinrichtungen tätig. Zu diesen Fördereinrichtungen gehörten:

- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)
- Europäische Kommission
- European Science Foundation
- German-Israeli Foundation for Scientific Research and Development (GIF)
- Helmholtz-Gemeinschaft
- NAFOSTED, National Foundation for Science and Technology Development, Vietnam
- National Research Foundation, Südafrika
- Netherlands Organisation for Scientific Research
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)
- NSF, National Science Foundation, USA
- SNF, Schweiz
- Studienstiftung des deutschen Volkes

### **Forschungskooperationen mit der Industrie**

Die Fakultät für Informatik blickt auf eine lange und erfolgreiche Zusammenarbeit mit Industriefirmen im Bereich der Forschung zurück. Auch 2009 lagen dieser Forschungsförderung viele Projekte zugrunde.

Beteiligt waren die Forschungsbereiche von *Prof. Dr. Bernhard Beckert, Prof. Dr. Michael Beigl, Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck, Prof. Dr. Hannes Hartenstein, Prof. Dr. Hartmut Prautzsch, Prof. Dr. Peter Sanders, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Heinz Wörn und Prof. Dr. Martina Zitterbart.*

- 3SOFT GmbH, Erlangen
- Adam Opel AG
- Aesculap, Tuttlingen
- Arges GmbH, Wackersdorf
- ASA GmbH, Eppingen
- Beckhoff, Verl

- Bornemann GmbH, Obernkirchen
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationsbranche), Bonn
- CAS Software AG
- Cochlear GmbH, Hannover
- Comsoft GmbH, Karlsruhe
- Daimler-Chrysler AG, Stuttgart
- EnBW Energie Baden-Württemberg AG
- GAS-Automation GmbH, St. Georgen im Schwarzwald
- GeometryFactory, Frankreich
- Google, USA
- Grenzebach, Karlsruhe
- Höfler Maschinenbau GmbH, Ettlingen
- ifm-electronic, Meckenbeuren
- IMPaC GmbH, Hamburg
- INIT AG
- KDDI R&D, Japan
- Kuka Roboter GmbH, Augsburg
- MAZOR Surgical Technologies, Caesarea, Israel
- Mediamobile, Frankreich
- Metaio, Garching b. München
- MRK, Augsburg
- Neobotix, Stuttgart
- ORTEC, Niederlande
- Orto-Maquet, Rastatt
- PMDTechnologies GmbH, Siegen
- Prosurgics, Loudwater, UK
- PTV AG, Karlsruhe
- Reis Robotics, Obernburg
- Richard Wolf GmbH, Knittlingen
- Robert Bosch GmbH
- SAP AG Walldorf
- Schunk GmbH, Lauffen
- SH Automation, Karlsruhe
- Stadtwerke Karlsruhe
- Stryker-Leibinger, Freiburg
- SYSGO AG
- T-Labs, Darmstadt und Berlin
- VDMA, Frankfurt
- VisionTools, Waghäusel
- Weiss Robotik, Ludwigsburg
- Wirth GmbH, Erkelenz

### **Berichtskolloquium des Graduiertenkollegs GRK 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“, 27. Mai 2009**

Am 27. Mai 2009 fand an der Fakultät für Informatik ein Berichtskolloquium des Graduiertenkollegs GRK 1194 "Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke" statt. Die Mitglieder des Graduiertenkollegs aus der ersten und zweiten Förderphase stellten den anwesenden DFG-Gutachtern und Stellvertretern der Universitätsverwaltung ihre Forschungsprojekte in Posterpräsentationen und in einzelnen Vorträgen vor. In anschließenden kritischen Diskussionen wurde die ersten Förderphase resümiert und eine Empfehlungen für eine mögliche weitere Förderung erörtert.

### **„Ist Wissen Macht? Der Wissensstaat“ - Eröffnung der Veranstaltungsreihe „Karlsruher Dialog zum Informationsrecht“, 2. Juni 2009**

Das Palais Solms, 1881 erbaut, dient heute als Repräsentationsgebäude der Stadt Karlsruhe. Ein zentrales Relief der Außenseite zeigt das Haupt von Hermes, dem unter zahlreichen anderen Funktionen diejenige des Gottes des Verstehens und des Interpretierens, der Gelehrsamkeit und der Wissenschaft überantwortet wurde. In diesem Rahmen wurden am 2. Juni 2009 etwa 100 geladene Gäste in das Themenfeld der Vortragsreihe „Karlsruher Dialog zum Informationsrecht“ eingeführt. Die Heterogenität möglicher Gegenstände des Informationsrechts spiegelte sich in den Teilnehmern wieder, die aus unterschiedlichsten Bereichen der Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und des Staates - und weit über die Karlsruher Grenzen hinaus - zusammengekommen waren.

Die monatliche Vortrags- und Diskussionsveranstaltung wird durchgeführt von Prof. Dr. Indra Spiecker genannt Döhmann, LL.M., vom Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht. Den Festvortrag der Eröffnungsveranstaltung hielt Prof. Dr. Andreas Voßkuhle, Vizepräsident des Bundesverfassungsgerichts, zum Thema „Ist Wissen Macht? Der Wissensstaat“. Darin skizzierte er, wie sich das Verständnis von der Staatlichkeit im „Zeitalter der Globalisierung“ verändere.

### **21. Fachgespräche Autonome Mobile Systeme, 3. - 4. Dezember 2009**

Am 3. und 4. Dezember 2009 veranstaltete das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), vertreten durch die Institute für Anthropomatik und Mess- und Regelungstechnik, die 21. Fachgespräche Autonome Mobile Systeme im Max Rubner-Institut in Karlsruhe.

Im Fokus der Tagung standen Beiträge zu folgenden oder inhaltlich verwandten Themengebieten:

- Intelligente, kognitive Automobile; Fahrerassistenzsysteme
- Laufmaschinen; Humanoide Roboter
- Architektur kooperativer Systeme; Teams aus Menschen und ASM; Schwärme
- Kognitive Bildverarbeitung; Tracking
- Sensornetzwerke und Multisensorik
- Weitläufige Situationserfassung u. -analyse; Verhaltensentscheidung

- Aktive Exploration; formale Umweltmodelle
- Kartographierung; Lokalisierung; SLAM
- SmartCity; Mobile IT; Urbane Transportsysteme
- Lernen und Selbstorganisation
- Barrierefreie Navigation
- Anwendungen: Servicerobotik, Flugsysteme, Überwachung mittels mobiler Systeme
- 3D-Systeme: Multiview; Panorama; Foveal

Traditionell bieten die Fachgespräche AMS 2009 die Möglichkeit, die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet wissenschaftlicher und industrieller autonomer oder teil-autonomer mobiler Robotersysteme kennenzulernen und intensiv zu diskutieren.

## 5.4 Konferenzen, Workshops, Meetings, Foren und Kolloquien

### CeBIT Vision 2009, Hannover Messegelände

Im Rahmen der CeBIT Vision 2009 in Hannover stellte das Cognitive Systems Lab vom Institut für Anthropomatik unter der Leitung von Prof. Dr. Tanja Schultz ein System zur Spracherkennung durch Elektromyographie vor. Die innovative Technologie erlaubt es Menschen, völlig lautlos zu sprechen und dennoch vom Gesprächspartner verstanden zu werden. Die Technologie basiert auf dem Prinzip der Elektromyographie – der Erfassung und Aufzeichnung elektrischer Potentiale, die durch Muskelaktivität entstehen. Sprache wird durch die Kontraktion von Muskeln produziert, die unseren Artikulationsapparat bewegen. Die elektrischen Potentiale werden durch Elektroden an der Hautoberfläche aufgezeichnet. Eine Analyse dieser Signale durch geeignete Mustererkennungsverfahren es, von den aufgezeichneten elektrischen Potentialen auf die Bewegungen des Artikulationsapparates und damit auf die Sprache selbst rückzuschließen. Die erkannte Sprache kann dann als Text ausgegeben werden, oder sie lässt sich direkt akustisch resynthesisieren. Da die Elektromyographie auch dann Muskelaktivität erfasst, wenn ein/e Sprecher/in nicht hörbar spricht, sondern nur lautlos artikuliert, kann mit diesem Prinzip lautlos gesprochene Sprache erkannt und verarbeitet werden.

Die Ausstellung des Prototypen für „Lautlose Kommunikation“ auf der CeBIT-Vision Presse-Veranstaltung im November 2009 hat dazu geführt, dass der Demonstrator auf der CeBIT in die Top-Ten Tour-Liste der „wichtigsten Attraktionen der CeBIT im ITK-Bereich 2010“ aufgenommen wurde. Dies bescherte unserem KIT Messestand viel Aufmerksamkeit und einige Berichte in Fernsehen, Rundfunk und anderen Medien (z.B. ZDF, ARD, SWR, BBC, RAI).



**Informatik-Kolloquien****Wintersemester 2008/2009**

- 13.01.2009 "A Wireless Testbed based on Signal Propagation Emulation and its Application to Wireless Network Optimization"  
Prof. Peter Steenkiste, Carnegie Mellon Universität
- 19.01.2009 „Ein Tag im Energieverkehr“  
PD Dr.-Ing. Matthias Müller
- 02.02.2009 „Neue Ansätze für das Greifen in der Robotik“  
Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen, Institut für Theoretische Informatik, Universität Karlsruhe (TH)
- 06.02.2009 "Autonomous Motion Planning for Humanoid Robots"  
Prof. Dr. James Kuffner
- 16.03.2009 "Verifying C++ programs that use the STL"  
Prof. Dr. Daniel Kröning

**Sommersemester 2009**

- 20.04.2009 „Sprachtechnologie heute - wozu?“  
Prof. Dr.-Ing. Gregor Snelting, Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation, Universität Karlsruhe (TH)
- 04.05.2009 „Parallele und verteilte Simulationen“  
Dr.-Ing. Roland Bless, Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)
- 11.05.2009 "Acoustic Responses and Source Localization"  
Prof. Dr. Frank Boland, Trinity College Dublin
- 14.05.2009 „Datenreduktion und Problemkerne“  
Dr. Jiong Guo, Friedrich-Schiller-Universität Jena
- 14.05.2009 „Entwicklung und Anwendungen von algebraischen Codiertechniken“  
Dr.-Ing. Georg Schmidt, Universität Ulm
- 14.05.2009 "End-to-end security verification"  
Dr. Dominique Unruh, Universität des Saarlandes
- 15.05.2009 "Random and Quasirandom Algorithms"  
Dr. Tobias Friedrich, International Computer Science Institute, Berkeley, USA
- 15.05.2009 „Public-Key Verschlüsselung und eine kleine Geschichte über OAEP“  
Ph. D. Eike Kiltz, Centrum Wiskunde & Informatica, Amsterdam
- 15.05.2009 „Smoothed Analysis des k-Means-Algorithmus“  
Dr. Bodo Manthey, Universität des Saarlandes
- 15.05.2009 „Strukturelle Stationarität und Beschränktheit in der Tiefe im Pi-Kalkül“  
Dr.-Ing. Roland Meyer, LIAFA, Paris Diderot University and CNR
- 18.05.2009 „Beweisbare Sicherheit“  
Ph. D. Dennis Hofheinz, Centrum Wiskunde en Informatica (CWI),

- Amsterdam
- 19.05.2009 “Lightweight Cryptography and Boolean Functions”  
Dr. Gregor Leander, Associate Professor DTU, Kopenhagen
- 22.05.2009 „Visual Computing - von der Bildsynthese zu Visualisierung und interaktiver Simulation“  
Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher, Universität Stuttgart
- 22.05.2009 „Akquisition und Darstellung Fotorealistic 3D-Modelle“  
Prof. Dr. Hendrik Lensch, Universität Ulm
- 22.05.2009 „Computergraphik diesseits virtueller Welten“  
Prof. Dr.-Ing. Marcus Magnor, Computer Graphics Lab,  
TU Braunschweig
- 22.05.2009 „Interaktive Visualisierung“  
Prof. Dr. Daniel Weiskopf, Universität Stuttgart
- 25.05.2009 „Verarbeitung und Analyse wissenschaftlicher Daten: Ansätze und Herausforderungen“  
Prof. Michael Gertz, Uni Heidelberg
- 26.05.2009 „Nichtlineare, individuelle Wachstumssimulation von Kindergesichtern mit einem 3D Morphable Model“  
Prof. Dr. Volker Blanz, Universität Siegen
- 28.05.2009 “Algorithms for Sequence Finding and Selection Problems”  
Prof. D. T. Lee, Institute of Information Science & Research Center for IT Innovation, Academia Sinica, Taiwan
- 02.06.2009 „Speichereffizienz in der Geometrieverarbeitung“  
Prof. Dr. Stefan Gumhold, TU Dresden
- 05.06.2009 „Alternative Repräsentationen in der Computergraphik“  
Dr. Tim Weyrich, University College London (UCL)
- 18.06.2009 “Time-Predictable Cyber-Physical Systems”  
Dr. Raimund Kirner, Vienna University of Technology
- 19.06.2009 “Power-Aware Design for Real-Time Embedded Systems”  
Ph. D. Jian-Jia Chen, ETH Zürich
- 19.06.2009 „Systemstrukturen für eingebettete Multi- und Manycore-Systeme“  
Dr. Michael Engel, Dortmund University of Technology
- 19.06.2009 “Autonomous Robotic Systems Inspired by Nature”  
Dr. Roderich Gross, EPFL, Lausanne, Schweiz
- 19.06.2009 „Transistoren für die Echtzeit“  
Dr. Sascha Uhrig, Universität Augsburg
- 22.06.2009 „Nutzerzentrierte Datenschutztechniken für zukünftige Informationssysteme“  
Dr. Erik Buchmann, Universität Karlsruhe (TH)
- 25.06.2009 “Integrated Learning in the Wild: Some Lessons from the CALO Project”  
Prof. Dr. David Israel, Artificial Intelligence Center, SRI, USA

- 29.06.2009 „Flexible Bereitstellung von Netzdiensten in heterogenen Netzen“  
Dr. Oliver Waldhorst, Institut für Telematik, Universität Karlsruhe (TH)
- 29.06.2009 “When Language Meets Mobility”  
Dr. Joy Ying Zhang, Mobility Research Center at Carnegie Mellon University Silicon Valley, U.S.A.
- 13.07.2009 „Intelligente Datenanalyse - Forschung und praktische Anwendung in der Industrie“  
Dr. Martin Spott, Intelligent Systems Research Centre, BT (British Telecom)
- 20.07.2009 “CGAL, the Computational Geometry Algorithms Library”  
Sylvain Pion, Ph.D., INRIA Sophia-Antipolis

### **Wintersemester 2009/2010**

- 16.10.2009 “Generalized Voronoi Diagrams, Geometric Min-Cuts, and VLSI Critical Area Extraction”  
Prof. Evanthia Papadopoulou,  
University of Lugano, Switzerland
- 26.10.2009 “Geometric Optimization Problems in Image Segmentation”  
Prof. Takeshi Tokuyama, Tohoku University, Japan
- 11.11.2009 “Future Trends in Software Engineering”  
PD Dr. Wolfram Schulte, Microsoft Research, USA
- 16.12.2009 “A Look Into YouTube – The World's Largest Video Site”  
Oliver Heckmann, Engineering Manager bei Google

### **MoDe – “Montags-Demo” des Studienzentrums für Sehgeschädigte**

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 zum Thema “Sehen”.

Folgende Vorträge und Veranstaltungen wurden im Jahr 2009 präsentiert:

- 26.01.2009 "Bewegtes Leben - Zur Rolle von Bewegung und Sport im Leben von Menschen mit einer Behinderung"  
Dr. Michaela Knoll - Wiss. Mitarbeiterin am Institut für Sportwissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- 11.05.2009 "Training für die Augen"  
Wolfgang Hätscher-Rosenbauer - Institut für Sehtraining IST, Bad Vilbel

- 22.06.2009 "Sehbehindert - Zur Bedeutung eines gut beleuchteten Arbeitsplatzes"  
Fritz Buser - Low Vision Buser, Dipl. Augenoptiker und  
Lichtdesigner, Olten/Schweiz
- 13.07.2009 "Genetische Grundlagen erblicher Netzhauterkrankungen"  
Dr. Bernd Wissinger - Molekulargenetisches Labor, Universitäts-  
Augenklinik Tübingen

Die Reihe wird in den kommenden Semestern fortgeführt.

## 5.5 Internationale Gäste und Gastwissenschaftler an der Fakultät

*Aman, Rafael*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Chernyakhovskaya, Liliya, Prof.*

Ufa State Aviation Technical University, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Cotsaftis, Michel*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Dospel, Vladimir*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Denby, Bruce, Prof.*

Université Pierre et Marie Curie, Paris, Frankreich, 02.11.2009

Gast am Institut für Anthropomatik

*Ershova, Elena*

Urals State University of Railway Transport, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Fukuda, Takayuki*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Gonzalez , David*

CINVESTAV, Unidad Guadalajara, Mexiko, Seit April 2007

Gast am Institut für Anthropomatik

*Gotlib, Boris, Prof. Vice-Rector*

Urals State University of Railway Transport, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Grassl, Markus, Dr.*

Centre for Quantum Technologies (CQT), National University of Singapore, Singapur, 14.-16.04.2009 und 01.-03.09.2009

Gast am Institut für Kryptographie und Sicherheit

*Gvozdev, Vladimir, Prof.*

Ufa State Aviation Technical University, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Henderson, Tom C., Prof. Dr.*

School of Computing, University of Utah, USA, 29.01. - 03.02.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Honkakorpi, Janne*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Hsiao, Roger*

Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, USA, 30.08.2009 - 05.09.2009

Gast am Institut für Anthropomatik

*Ilyasov, Baryy, Prof.*

Ufa State Aviation Technical University, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Izumiya, Toshiaki, Dr.*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Järvenpää, Eeva*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Jouppila, Ville*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Kanhere, Salil, Senior Lecturer*

University of New South Wales, Sydney, Australien, 10.7.09, Gast am Institut für Telematik

*Kao, Mong-Jen*

Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan, 10.-31.05.09 und 28.10.-24.12.09

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Keskinen, Erno, Prof. Dr.*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Klodowski, Adam*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Kroneld, Petter*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Lanz, Minna*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finnland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Lee, Der-Tsai, Prof.*

Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan, 10.-31.05.09 und 27.-30.11.09

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Liebeherr, Jörg, Prof.*

University of Toronto, Kanada, 14.01.2009

Gast am Institut für Telematik

*Lin, Tien-Ching, Dr.*

Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan, 20.-31.05.09

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Magenat-Thalmann, Nadia, Prof.*

University of Geneva, Schweiz, 05.11.2009

Gast am Institut für Betriebs- und Dialogsysteme

*Medyna, Galina*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Marculescu, Radu, Prof. Dr.*

Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, 27.-30.4.2009

Gast am Institut für Technische Informatik

*Montonen, Jori*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Nenonen, Sanna*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Noborio, Hiroshi, Prof. Dr.*

Electro Communication University, Osaka, Japan, 02.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Nova, Igor*

Pontificia Universidad Católica De Chile, Santiago, Chile, 20.05.2010

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Osawa, Satoshi, Prof. Dr.*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Panda, Preeti Ranjan, Prof. Dr.*

Dept. of Computer Sc. & Engg., IIT, Delhi, Indien, 23./24.4.2009

Gast am Institut für Technische Informatik

*Pinyagin, Vitaly*

Urals State University of Railway Transport, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Pion, Sylvain, PhD*

INRIA Sophia Antipolis, Frankreich, 20.-24.7.2009

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Pogorelov, Grigoriy, Dr.*

Deputy General Director, FSUE Molniya, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Polishchuk, Valentin, Dr.*

Helsinki Institute for Information Technology, Finnland, 15.-19.11.2009

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Poon, Sheung-Hung, Dr.*

National Tsing Hua University, Taiwan, 27.-30.11.09

Gast am Institut für Theoretische Informatik

*Püschel, Markus, Prof.*

Carnegie Mellon University, USA, 15.-22.12.2009

Gast am Institut für Kryptographie und Sicherheit

*Steenkiste, Peter, Prof.*

Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, USA, 12.1.-14.1.09

Gast am Institut für Telematik

*Suzuki, Ryoichi, Prof. Dr.*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Takanishi, Prof.*

Waseda University, Tokyo, Japan, 10.09.2010

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Tarasyan, Vladimir, Dr.*

Urals State University of Railway Transport, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Tauger, Vitaly, Prof.*

Ufa State Aviation Technical University, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik

*Toth, Arthur*

Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, USA, 01.02.2009 - 30.04.2009

Gast am Institut für Anthropomatik

*Unruh, Dominique, Dr.*

Universität des Saarlandes, Deutschland, 21.-22.12.2009

Gast am Institut für Kryptographie und Sicherheit

*Uusitalo, Jarno*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Valeev, Sagit, Prof.*

Ufa State Aviation Technical University, Russland, 18.03.09 - 29.03.09

Gast am Institut für Prozessrechentchnik, Automation und Robotik

*Wagner, Michael, Prof.*

University of Canberra, Australien, 22.07.2009 - 04.09.2009

Gast am Institut für Anthropomatik

*Yamabe, Masashi, Prof. Dr.*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Yoshimichi, Michiko, Prof. Dr. Phil.*

Ishikawa, Kanazawa Institute of Technology (KIT), Japan, 09.- 12.03.09

Gast am Institut für Anthropomatik

*Zhai, Likui*

Graduate School Concurrent Engineering, Technical University Tampere, Finland, 24.-25.11.09

Gast am Institut für Anthropomatik