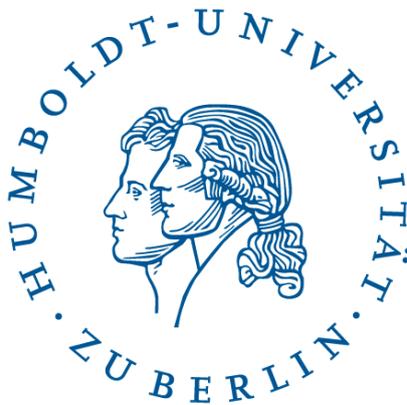


**Humboldt-Universität zu Berlin**

**Institut für Informatik**

[www.informatik.hu-berlin.de](http://www.informatik.hu-berlin.de)

# **Jahresbericht 2014**



© Humboldt-Universität zu Berlin, 2014  
Institut für Informatik  
Unter den Linden 6  
10099 Berlin

Besuchsanschrift: Rudower Chaussee 25, 12489 Berlin-Adlershof  
Redaktion: Prof. Dr. Ulf Leser, Christine Henze  
Redaktionsschluss: 31.12. 2014

## Vorwort

Im Jahr 2014 hat das Institut seine „Rundumerneuerung“, in der innerhalb von 10 Jahren fast alle Professuren neu besetzt werden, erfolgreich fortgesetzt. Die wichtigsten Ereignisse dazu waren die Neubesetzung des Fachgebiets „Logik in der Informatik“ durch Frau Prof. Nicole Schweikardt, die Berufung von Frau Prof. Verena Hafner auf eine Professur für „Adaptive Systeme“, sowie die Einrichtung einer Juniorprofessur „Maschinelles Lernen“, für die wir Herrn Prof. Marius Kloft gewinnen konnten. Weitere Neubesetzungen zentraler Professuren stehen in 2015 an. Da die Professorinnen und Professoren eines Instituts seine Ausrichtung, sein Profil und seine Leistungsfähigkeit entscheidend prägen, sind wir sehr erfreut darüber, durchweg überzeugende Persönlichkeiten gewonnen zu haben, die innovativ in Forschung und Lehre agieren.

Eine weitere wichtige Entwicklung für unser Institut war die in 2014 realisierte Fakultätsreform. Seit dem Frühjahr 2014 ist die Informatik gemeinsam mit den Instituten für Mathematik, Chemie, Physik und Geographie nun Teil der (einen) Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Die meisten Hürden, die solch eine fundamentale Umstrukturierung mit sich bringt, konnten in den letzten Monaten erfolgreich genommen werden; das deutlich erweiterte Dekanat erfüllt zunehmend die ihm zgedachten Aufgaben und Rollen. Es bleibt abzuwarten, ob in Zukunft damit dann auch die von manchen prognostizierten spürbaren Verbesserungen in Verwaltung, Interdisziplinarität und Verankerung in Adlershof eintreten werden.

Ein sehr erfreuliches Ereignis im letzten Jahr war zweifellos die Entscheidung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das Graduiertenkolleg SOAMED, dessen Sprecherschaft bei uns am Institut liegt, um weitere viereinhalb Jahre zu verlängern. Bis 2019 können wir dadurch weiterhin mit Kolleginnen und Kollegen der TU, der Charité und des HPI Potsdam verschiedenste Aspekte serviceorientierter Architekturen und deren Anwendungen in der Medizin erforschen. Zurzeit arbeiten in SOAMED 26 Doktorandinnen und Doktoranden, davon etwa die Hälfte an unserem Institut. Abschied müssen wir dagegen von unserem zweiten Graduiertenkolleg METRIK nehmen, dessen Förderhöchstdauer in 2014 nach neun Jahren offiziell ausgelaufen ist; zwar laufen noch eine Reihe von Promotionen, aber neue Themen können nicht mehr vergeben werden. Das Finden eines adäquaten Ersatzes für METRIK wird eine der großen Herausforderungen für das Institut in den kommenden Jahren sein.

Neben diesen Großereignissen gab es natürlich zahllose Forschungsergebnisse, Veröffentlichungen, abgeschlossene Bachelor-, Studien-, Diplom- und Masterarbeiten, neue Forschungsprojekte, wissenschaftliche Kolloquien etc. Über diese können Sie alles Wichtige auf den folgenden Seiten erfahren. Viel Spaß bei der Lektüre wünscht Ihnen,

Ulf Leser,  
Geschäftsführender Direktor

## Inhaltsverzeichnis

<b>I. Institutsorganisation</b>		<b>6</b>
<b>II. Lehrkörper am Institut</b>		<b>7</b>
<b>III. Lehr- und Forschungseinheiten</b>		<b>18</b>
<b>Softwaretechnik</b>		<b>18</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Klaus Bothe</i>		
<b>Visual Computing</b>		<b>24</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Peter Eisert</i>		
<b>Systemanalyse, Modellierung und Computersimulation</b>		<b>40</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Joachim Fischer</i>		
<b>Datenbanken und Informationssysteme</b>		<b>62</b>
<i>Leiter: Prof. Johann-Christoph Freytag, Ph. D.</i>		
<b>Drahtlose Breitbandkommunikationssysteme</b>		<b>82</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Eckhard Grass</i>		
<b>Adaptive Systeme</b>		<b>86</b>
<i>Leiterin: Prof. Dr. Verena V. Hafner</i>		
<b>Signal- und Informationsanalyse in den Neurowissenschaften</b>		<b>101</b>
<i>Leiterin: Prof. Dr. Galina Ivanova</i>		
<b>Maschinelles Lernen</b>		<b>108</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Marius Kloft</i>		
<b>Komplexität und Kryptografie</b>		<b>112</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Johannes Köbler</i>		
<b>Wissensmanagement in der Bioinformatik</b>		<b>119</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Ulf Leser</i>		
<b>Signalverarbeitung und Mustererkennung</b>		<b>131</b>
<i>Leiterin: Prof. Dr. Beate Meffert</i>		
<b>Didaktik in der Informatik / Informatik und Gesellschaft</b>		<b>137</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Niels Pinkwart</i>		
<b>Systemarchitektur</b>		<b>145</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Jens-Peter Redlich</i>		
<b>Parallele und Verteilte Systeme</b>		<b>160</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Alexander Reinefeld</i>		
<b>Algorithmen und Komplexität</b>		<b>183</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Klaus Reinhardt (Gastprofessur)</i>		
<b>Theorie der Programmierung</b>		<b>187</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Wolfgang Reisig</i>		
<b>Computer Vision</b>		<b>198</b>
<i>Leiter: Prof. Dr. Ralf Reulke</i>		

---

<b>Technische Informatik</b>	
<i>Leiter: Prof. Dr. Björn Scheuermann</i>	<b>206</b>
<b>Spezifikation, Verifikation und Testtheorie</b>	
<i>Leiter: Prof. Dr. Bernd-Holger Schlingloff</i>	<b>213</b>
<b>Logik in der Informatik</b>	
<i>Leiterin: Prof. Dr. Nicole Schweikardt</i>	<b>218</b>
<b>IV. Ideenwerkstatt und Studienberatung für Studentinnen und Schülerinnen</b>	
<i>Leiterin: Dr. Martà Gutsche</i>	<b>225</b>
<b>V. Informationstechnik des Instituts für Informatik</b>	<b>228</b>
<b>VI. Lehrveranstaltungen</b>	<b>235</b>

## I. Institutsorganisation

**Postadresse:** Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik  
Unter den Linden 6, 10099 Berlin

**Sitz:** Rudower Chaussee 25 / Ecke Magnusstraße  
12489 Berlin-Adlershof

**Geschäftsführender Direktor:** PROF. ULF LESER  
Sekretariat: BIRGIT HEENE, Tel.: 2093 3066, Raum IV 417

### **Prüfungsausschuss**

Vorsitzender: PROF. KLAUS BOTHE, Tel.: 2093 3007, Raum IV 201  
*Sprechzeiten: dienstags, 14:00 – 15:00 Uhr in Raum II 008*

### **Mitarbeiterin für Studium, Lehre und Prüfung**

REGINE LINDNER, Tel.: 2093 3000, Raum II 008  
*Sprechzeiten: dienstags, 09:00 – 10:30 Uhr  
mittwochs, 13:00 – 15:00 Uhr  
donnerstags, 09:00 – 10:30 Uhr  
und nach Vereinbarung*

### **Studienfachberatung**

PROF. JOHANNES KÖBLER, Tel.: 2093 3189, Raum IV 001  
*Sprechzeiten: mittwochs, 13:00 – 15:00 Uhr*

### **Studentische Studienfachberatung**

Markus Nowottnik, , Tel.: 2093 3161, Raum III 103  
*Sprechzeiten: mittwochs, 12.00 - 14.00 Uhr  
freitags, 13:00 – 15:00 Uhr*

### **Studienberatung für Studentinnen und Schülerinnen**

DR. MÀRTA GUTSCHE, Tel.: 2093 5468, Raum IV 108  
*Sprechzeiten: mittwochs, 10:00 – 17:00 Uhr  
und nach Vereinbarung*

### **Ideenwerkstatt „Mehr Frauen in die Informatik“**

Leiterin: DR. MÀRTA GUTSCHE, Tel.: 2093 5468, Raum IV 108

### **Verwaltung**

Haushalt und Personal: RITA FALCK, Tel.: 2093 3002, Raum II 316

## II. Lehrkörper am Institut für Informatik



**PROF. DR. KLAUS BOTHE**

Absolvierte sein Mathematikstudium an der Humboldt-Universität zu Berlin und promovierte 1979 mit dem Thema „Spezifikation und Verifikation abstrakter Datentypen“ zum Dr. rer. nat. an gleicher Stätte. Dort habilitierte er dann auch 1986 zum Dr. sc. nat mit dem Thema „Ein algorithmisches Interface für Pascal-Compiler: Compiler-Portabilität durch Modularisierung“. Vom September 1986 bis Juli 1987 arbeitete er am ungarischen Forschungszentrum SZKI in Budapest zu den Themen Logische Programmierung, Implementationstechniken von Prolog und Expertensystemen. Von September 1991 bis Februar 1992 erhielt er ein Sonderforschungsstipendium der Humboldt-Stiftung, das er zu einem Aufenthalt in Erlangen bei Prof. Stoyan nutzte. Seit Dezember 1993 ist er Professor für Softwaretechnik und Theorie der Programmierung an der Humboldt-Universität zu Berlin. Die bisherigen wissenschaftlichen Arbeitsgebiete waren: Theorie der Programmierung, Compilerbau (hier wurden Projekte zu Problemen der Quelltexttransformation, zu Portierungstechniken sowie zur Einbeziehung modularer Softwarearchitekturen in den Compilerbau realisiert), Logische Programmierung sowie Expertensysteme (in Zusammenarbeit mit der Charité wurde an einem Expertensystem zur Nierendiagnostik gearbeitet). 1991 erschien unter Mitwirkung von S. Stojanow das Buch „Praktische Prolog-Programmierung“ im Verlag Technik Berlin, München.



**PROF. DR. PETER EISERT**

studierte Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe (TH) und begann 1995 mit der Promotion am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Universität Erlangen-Nürnberg. Er arbeitete dort im Graduiertenkolleg „3D Bildanalyse und -synthese“ sowie als wissenschaftlicher Assistent und schloss im Jahre 2000 die Promotion mit dem Thema *Very Low Bit-Rate Video Coding Using 3-D Models* ab. Im Jahre 2001 arbeitete er als Postdoctoral Fellow am Information Systems Laboratory der Stanford Universität, USA, an Themen der 3D Gesichtsanalyse und Bild-basiertem Rendering. Seit 2002 ist er Gruppenleiter am Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz Institut, Berlin, wo er im Bereich der Computer Graphik und Computer Vision in zahlreichen Projekten mit der Industrie und öffentlichen Einrichtungen involviert ist. Seit Oktober 2009 ist er Professor für Visual Computing am Institut für Informatik der Humboldt Universität. Gleichzeitig leitet er noch am Fraunhofer HHI, die Arbeitsgruppe *Computer Vision & Graphik*. Seine Forschungsinteressen liegen auf dem Gebiet der 3D Videoanalyse und -synthese, 3D Gesichtsverarbeitung, Computer Graphik, Computer Vision sowie Anwendungen der Erweiterten Realität.



**PROF. DR. JOACHIM FISCHER**

Studierte von 1973 bis 1978 Mathematik an der Humboldt-Universität zu Berlin. Nach dem Erwerb des Diploms absolvierte er 1979 ein Ergänzungsstudium am Institut für Informatik der Universität Warschau. 1982 promovierte er an der Humboldt-Universität auf dem Gebiet der Simulation zeitdiskreter und zeitkontinuierlicher Prozesse. Sechs Jahre später habilitierte er auf dem Gebiet „Mathematische Informatik“ mit einer Arbeit zum „*Rapid Prototyping* verteilter Systeme“. 1994 wurde er zum Professor für Systemanalyse, Modellierung und Simulation an der Humboldt-Universität zu Berlin berufen.

Im Mittelpunkt des aktuellen Forschungsinteresses von Prof. Fischer steht die Entwicklung werkzeuggestützter Modellierungs- und Simulationsmethoden verteilter Systeme und deren Anwendung im Telekommunikationsbereich bei Einsatz verteilter Objekttechnologien. Einen Schwerpunkt bildet dabei die konzeptionelle Weiterentwicklung der genormten Spezifikationstechnik „*Specification and Description Language*“ (SDL) in ihrer Kombination mit weiteren praxisrelevanten *Computational-* und *Engineering-*Beschreibungs-techniken wie OMG-UML, ITU-ODL und *OMG-Component IDL*.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erforschung CORBA-basierter Plattformarchitekturen für Applikationen mit sowohl operationalen als auch *Stream-*basierten, multimedialen Interaktionen im Telekommunikationsbereich. Ein Großteil der an seinem Lehrstuhl betriebenen Forschungen wird aus Drittmitteln im Rahmen internationaler Projekte finanziert. Bedeutende industrielle Kooperationspartner der letzten Jahre waren T-Nova, Siemens-AG, NTT (Japan), EURESCOM GmbH und *gecco.net AG*.

Seine Mitarbeiter sind in verschiedenen internationalen Standardisierungsgremien wie der OMG und der ITU. Prof. Fischer selbst leitete als Rapporteur in der Studiengruppe 17 der ITU-T (Sprachen und allgemeine Software-Aspekte für Telekommunikationssysteme) derzeit zwei unterschiedliche Projekte. Er ist Mitglied des DIN-Ausschusses 21.1 und der Arbeitsgemeinschaft „Simulation“ in der Gesellschaft für Informatik (ASIM).

Prof. Fischer ist Mitautor mehrerer Fachbücher: „Digitale Simulation: Konzepte-Werkzeuge-Anwendungen“ (Akademie-Verlag Berlin 1990), „Objektorientierte Programmierung“ (Verlag Technik Berlin/München 1992) und „Objektorientierte Prozesssimulation“ (Addison-Wesley-Verlag 1996).

Von 1997 bis 1998 leitete Prof. Fischer als Geschäftsführender Direktor die Verlagerung des Instituts von Berlin-Mitte nach Berlin-Adlershof.



**PROF. JOHANN-CHRISTOPH FREYTAG, PH.D.**

Begann sein Studium 1975 in Hamburg und setzte es an der Harvard Universität, MA, USA, fort, wo er 1985 seine universitäre Ausbildung mit dem Ph.D. in Applied Mathematics/ Computer Science abschloss. Danach arbeitete er zwei Jahre am IBM Almaden Research Center (ARC), CA, USA, am Starburst Datenbankprojekt mit, dessen Technologie im heutigen IBM-Datenbankprodukt DB2/UDB wiederzufinden ist. 1987 kehrte er nach Europa zurück und war für 2 Jahre am ECRC (European Computer Industry Research Centre) im Bereich der Anfragebearbeitung und Transaktionsverwaltung in deduktiven Datenbanken und objektorientierten Datenbanksystemen tätig. 1990 übernahm er den Aufbau der Database System Research Gruppe und des Database Technology Centers für Digital Equipment Inc., USA, in München, als deren Leiter er für fast vier Jahre

Forschung und Technologietransfer im Bereich Datenbankoptimierung und Anwendung von Datenbanktechnologie im CIM-Bereich koordinierte und selbst forschend tätig war. Dabei entstanden innovative Arbeiten für DEC's Datenbanksystem Rdb/VMS und für das Produkt Database Integrator (DBI) als Teil des Technologietransfers. Im Oktober 1993 wechselte Prof. Freytag an die TU München, ehe er im Februar 1994 seine Tätigkeit als Professor für Datenbanken und Informationssysteme an der Humboldt-Universität aufnahm. Parallel zu diesen Tätigkeiten war er von 1986 bis 1993 für die Firma Codd & Date Inc., CA, weltweit in Industrieseminaren tätig. Seine wesentlichen Arbeitsgebiete umfassen Anfragebearbeitung in Datenbanksystemen, Optimierungstechniken für zentrale und parallele Datenbanksysteme, aktive Datenbanken, Workflow und Datenbanken, die Entwicklung geeigneter Schnittstellen zu komplexen Anwendungen sowie alle Aspekte der Datenmodellierung. Seit mehr als drei Jahren widmet er sich im Besonderen dem Bereich Bioinformatik/Life Science.

Für seine Arbeiten erhielt Prof. Freytag den IBM-Faculty-Award in den Jahren 1999, 2001, 2002 und 2003 sowie den „IBM Shared University Research Grant“ (SUR-Grant) im Jahre 2001. Als „Technical Program Chair“ organisierte er im Jahr 2003 die „Very Large Database“ (VLDB-) Konferenz, die weltweit wichtigste Konferenz im Bereich Datenbanken, an der Humboldt-Universität zu Berlin.



**PROF. DR.-ING. ECKHARD GRASS**

Studierte von 1982 bis 1987 Elektronik an der Humboldt-Universität zu Berlin, und promovierte dort 1993 zum Thema „Datenflussorientierte Signalverarbeitungsstrukturen“. In den Jahren 1987-88 nahm Prof. Grass an einer Antarktisexpedition teil und beschäftigte sich mit automatischen Messwerterfassungs- und Verarbeitungssystemen. Im Jahr 1991 arbeitete er als Gastwissenschaftler am Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven an maritimen Messsystemen. Im Zeitraum 1993 bis 1995 war Prof. Grass Visiting Research Fellow an der Loughborough University of Technology in Großbritannien. Im Anschluss daran arbeitete er bis 1999 als Senior Lecturer of Microelectronics an der University of Westminster in London.

Prof. Grass arbeitet seit 1999 am IHP in Frankfurt (Oder). Er ist Gruppenleiter der Arbeitsgruppe Drahtlose Breitbandkommunikationssysteme. Prof. Grass ist Mitgründer der Firma Silicon Radar GmbH, für die er von 2006 bis 2008 auch als Geschäftsführer tätig war. Seit September 2011 hat Prof. Grass neben seiner Gruppenleiterfunktion am IHP in Frankfurt (Oder) eine S-Professur auf dem Gebiet drahtlose Breitbandkommunikation am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin und leitet das Joint Lab des IHP mit dem Institut für Informatik der HU-Berlin.

Seine Forschungsinteressen sind vor allem drahtlose Kommunikationssysteme, Lokalisierungsverfahren, Modellbasierte Entwurfsmethoden sowie Signalverarbeitungs-Algorithmen und -Architekturen.



**PROF. DR. VERENA V. HAFNER**

Studierte Mathematik und Informatik an den Universitäten Konstanz und Ulm, und gründete 1994 einen der ersten Internet-Service-Provider in Deutschland. Sie erlangte 1999 den Master of Research (M.Res.) in Computer Science and Artificial Intelligence with Distinction von der University of Sussex, und arbeitete bei Cyberlife Technologies in Cambridge. 2004 promovierte sie am Artificial Intelligence Lab der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich über „*Adaptive Navigation Strategies in Biorobotics: Visual Homing and Cognitive Mapping in Animals and Machines*“ zum *Dr. sc. nat.* Danach schloss sie sich der *Developmental Robotics Group* bei Sony CSL in Paris als Associate Researcher an. Im April 2007 erhielt sie den Ruf als Juniorprofessorin für Kognitive Robotik ans Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin. Ihre Forschungsinteressen sind Verhaltenserkennung, Sensomotorisches Lernen, Affective Computing und Räumliche Kognition.



**PROF. DR. GALINA IVANOVA**

Galina Ivanova hat ihr Studium der Informatik und Automatisierungstechnik an der Technischen Universität in Varna, Bulgarien begonnen. Ein Jahr später wechselte sie mit einem Vollstipendium für ein Studium im Ausland zur Technischen Universität Ilmenau, studierte technische Kybernetik und diplomierte neun Semester später im Spezialfach Medizinische Kybernetik und Bionik. Sie promovierte auf dem Gebiet der Medizinischen Technik und Informatik an derselben Universität, wo sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin und später als wissenschaftliche Assistentin arbeitete und jahrelang die Fächer Biosignalanalyse und medizinische Biometrie unterrichtete. Ebenfalls dort gründete und leitete sie die „*NeuroCybernetics Research Group*“, die mit dem Klee-Preis für Forschung an der Schnittstelle zwischen Technik und Medizin ausgezeichnet wurde.

In den Jahren 2007 und 2008 war Frau Ivanova als Gastprofessorin für Biomedizinische Signalanalyse an der Humboldt-Universität zu Berlin tätig und forschte anschließend als Assistentin in den Neurowissenschaften an dem Martinos Center for Biomedical Imaging in Boston, wo sie auch Mitglied der Visiting Faculty war. Im Sommer 2009 schloss sie sich an die am Leibniz-Institut für Primatenforschung situierten Sensorimotor Gruppe des Bernsteinzentrums in Göttingen an.

Im Herbst 2009 übernahm Galina Ivanova die Professur für Signal- und Informationsanalyse in den Neurowissenschaften, die mit Beteiligung der Institute für Informatik, für Psychologie und für Physik an dem Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin eingerichtet wurde.

**PROF. DR. MARIUS KLOFT**

Dr. Marius Kloft, geboren 1980, studierte von 2000 bis 2006 Mathematik und Informatik an der Philipps-Universität Marburg. Nach dem Diplom in Mathematik (2006) verfasste er zwischen 2007 und 2011 seine Dissertation zum Thema "Maschinelles Lernen mit multiplen Kernen" an der Technischen Universität Berlin, dem Fraunhofer Institut FIRST und der University of California at Berkeley. Als Postdoktorand arbeitete er u.a. an den Grundlagen von Lernproblemen in nicht-stationären Umgebungen und deren Anwendung in der Bioinformatik an der Technischen Universität Berlin (2011-2012), der New York University und dem Memorial Sloan-Kettering Cancer Center in New York (2012-2014). Für seine Industriekooperation mit Kollegen von Google Research (New York) wurde er mit dem "Google Most Influential Papers 2013 Award" ausgezeichnet. Seit April 2014 ist Herr Kloft als Juniorprofessor für Maschinelles Lernen und zugleich seit Dezember 2014 als von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderter Emmy-Noether-Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin tätig. Mit seinen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen beschäftigt sich Herr Kloft mit der Synthese heterogener Information im Lernprozess sowie dem statistischen Lernen aus abhängigen Daten. Dies umfasst die Erforschung lerntheoretischer Grundlagen des Maschinellen Lernens, die Entwicklung neuer Algorithmen und deren Anwendung, u.a. in der Statistischen Genetik.

**PROF. DR. JOHANNES KÖBLER**

Studierte von 1978 bis 1985 Informatik mit Nebenfach Mathematik an der Universität Stuttgart. Nach seiner Promotion im Jahr 1989 wechselte er an die Universität Ulm und habilitierte dort 1995 im Fach Theoretische Informatik. Seit Oktober 1999 ist er Professor für Algorithmen und Komplexität an der Humboldt-Universität zu Berlin. Die Forschungsinteressen von Prof. Köbler liegen auf den Gebieten Komplexitätstheorie, Algorithmisches Lernen und Kryptografie. Sein Hauptinteresse gilt der Komplexität konkreter algorithmischer Problemstellungen wie etwa der des Graphisomorphieproblems und Fragestellungen wie „Lässt sich die Effizienz von Algorithmen durch Zuhilfenahme von Zufallsentscheidungen oder von Interaktion steigern?“ Daneben vertritt Prof. Köbler die Lehrgebiete (probabilistische und approximative) Algorithmen, Automatentheorie und formale Sprachen, Berechenbarkeitstheorie und Logik.



**PROF. DR. ULF LESER**

Studierte Informatik an der Technischen Universität München und arbeitete danach am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in. Von 1997 bis 2000 promovierte er im Graduiertenkolleg „Verteilte Informationssysteme“ über Anfragealgorithmen in heterogenen Informationssystemen. Nach der Promotion ging er in die Industrie und leitete Softwareentwicklungsprojekte im Bereich Data Warehousing, eCommerce und Wissensmanagement. Seit 2002 ist er Professor für Wissensmanagement in der Bioinformatik an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Die Forschungsarbeiten von Prof. Leser und seinen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen beschäftigen sich mit allen Aspekten der Integration und Analyse heterogener und verteilter Daten, der Modellierung, Implementierung und Optimierung komplexer Wissens- und Datenbanken sowie der automatischen Analyse von natürlichsprachlichen Fachpublikationen (Text Mining). Dies umfasst beispielsweise Graphdatenbanken und das Semantic Web, Verfahren des maschinellen Lernens, Scientific Workflows, oder Indexstrukturen für den skalierbaren Zugriff auf komplexe Daten. Die Gruppe forscht in vielfältigen interdisziplinären Projekten, vor allem mit Kollegen und Kolleginnen aus der biomedizinischen Grundlagenforschung. Seit Frühling 2013 ist Prof. Leser Geschäftsführender Direktor des Instituts für Informatik und seit Oktober 2014 Sprecher des DFG-finanzierten Graduiertenkollegs SOAMED.



**PROF. DR. BEATE MEFFERT**

Studierte nach dem Abitur und einer gleichzeitigen Ausbildung als Funkmechanikerin Theoretische Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Ilmenau. Während der anschließenden Tätigkeit als wissenschaftliche Assistentin an der Sektion Elektronik der Humboldt-Universität zu Berlin 1976 Promotion (A) über Walshfunktionen und Anwendungen der Walshtransformation, 1983 Promotion (B) zur Theorie und Applikation der Sequenztechnik. 1984 Hochschuldozentin und fünf Jahre später ordentliche Professorin an der Sektion Elektronik der Humboldt-Universität. Seit 1993 Professorin für das Fachgebiet Signalverarbeitung und Mustererkennung am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin. Zu den bisherigen und gegenwärtigen Arbeitsgebieten gehören: Theorie und Applikation orthogonaler Transformationen; Grundlagen der Signalverarbeitung; Sequenztechnik; Erfassung, Verarbeitung und Klassifikation von Biosignalen zur Unterstützung der Diagnostik und zur Therapiekontrolle; Bildverarbeitung, speziell Datenreduktion im Spektralbereich, Klassifikationsverfahren; Lehrgebiete: Grundlagen der Signalverarbeitung, Mustererkennung, Bildverarbeitung.

Prof. Meffert hat gemeinsam mit Olaf Hochmuth das Lehrbuch „Werkzeuge der Signalverarbeitung“ geschrieben.



**PROF. DR. NIELS PINKWART**

Studierte ab dem Jahr 1994 an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg und schloss das Studium der Mathematik und Informatik im Jahr 1999 mit dem 1. Staatsexamen ab. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Mitarbeitertätigkeit an der Universität Duisburg-Essen promovierte er nachfolgend im Bereich der kollaborativen Modellierungswerkzeuge und deren Anwendungen in der Ausbildung. Nach Abschluss der Promotion im Jahr 2005 wechselte er als Postdoc an das Human-Computer-Interaction Institute der Carnegie Mellon University in Pittsburgh. Dort entwickelte er Konzepte für die intelligente Unterstützung von juristischen Argumentationsprozessen. Nach einer Lehrstuhlvertretung nahm er im Jahr 2007 einen Ruf auf eine Juniorprofessur an die TU Clausthal an. Im Jahr 2010 wechselte er dann auf eine Universitätsprofessur für Human-Centered Information Systems an der TU Clausthal. Seit Mai 2013 ist er Professor für Didaktik der Informatik und Informatik und Gesellschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin. Die Forschungsinteressen von Prof. Pinkwart und seiner Arbeitsgruppe liegen in den Bereichen der computergestützten Lehre (z.B. rechnerbasierte Gruppenlernformen oder adaptive Lerntechnologien), der Fachdidaktik (insbes. Unterrichtsmethodik) der Informatik sowie der soziotechnischen Systeme und ihrer Gestaltung und Analyse. Die Forschungsmethodik ist dabei interdisziplinär und umfasst empirische Methoden ebenso wie analytische und ingenieurwissenschaftliche Verfahrensweisen.



**PROF. DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN**

Begann ihr Studium der Mathematik an der Universität „Kliment Ochridski“ in Sofia, an der sie zuvor im Rahmen einer Spezialklasse für Mathematik ihr Abitur erlangte. Ein Jahr später erhielt sie ein Stipendium für ein Studium in Berlin und studierte von 1974 bis 1979 Mathematik mit Nebenfach Physik an der Humboldt-Universität zu Berlin. Nach dem Erwerb des Diploms auf dem Gebiet der Logik arbeitete sie bis 1985 als Programmiererin und Problemanalysikerin im Rechenzentrum und anschließend bis 1986 als wissenschaftliche Assistentin im Bereich „Mathematische Optimierung“ der Hochschule für Ökonomie in Berlin-Karlshorst. Sie wechselte danach zur Sektion Mathematik der Humboldt-Universität zu Berlin, Bereich „Optimierung“ und arbeitete an der Implementierung neuer Verfahren zur Optimierung der Lastverteilung bei Stromerzeugung. Gleichzeitig begann sie auch ein externes Promotionsstudium im Bereich „Mathematische Kybernetik und Rechentechnik“ an der gleichen Sektion und promovierte 1989 zum Dr. rer. nat. auf dem Gebiet der Mathematischen Informatik. Im Jahr 2007 habilitierte sie mit der Arbeit „Zeit und Petri Netze“ auf dem Gebiet der Informatik. Von 1990 bis 2012 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Informatik. Seit dem Wintersemester 2012/13 und bis März 2014 vertritt sie als Gastprofessorin den Lehrstuhl für Logik in der Informatik.

Ihr Hauptforschungsinteresse gilt dem Entwurf von Analysealgorithmen für zeitabhängige Systeme und ihrer Anwendung.



***PROF. DR. JENS-PETER REDLICH***

Begann 1988 ein Informatikstudium an der Humboldt-Universität zu Berlin, welches er 1992, nach einem Gastaufenthalt am City College New York, mit dem Diplom abschloss. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter arbeitete er anschließend 5 Jahre am Lehrstuhl Systemarchitektur, wo er sich der Erforschung objektorientierter Telekommunikationssysteme widmete und 1995 zum Dr. rer. nat. promovierte. 1996 schrieb er das erste deutschsprachige Buch über CORBA – eine moderne objektorientierte Middleware-Plattform. 1997 wechselte Herr Redlich zur Industrie, zunächst als Gastwissenschaftler am C&C Labor der Firma NEC in Princeton, NJ, USA. Ab 1998 arbeitete er dort als unbefristeter Mitarbeiter (Research Staff Member) bis er 2000 als Department Head die Leitung der Abteilung ‚Mobile Internet‘ übernahm. In dieser Zeit entstand Point-M, ein System für den sicheren drahtlosen Zugang zu Firmennetzwerken, für welches mehrere Patente in den USA, Europa und Japan angemeldet wurden. Im Sommer 2004 kehrte Herr Redlich nach Deutschland zurück, wo er nun an der Humboldt-Universität als Professor für Systemarchitektur (C4) und für NEC Europe als Senior Research Advisor tätig ist. Seine Forschungsinteressen umfassen Betriebssysteme und Middleware, Sicherheit und Mobilkommunikation. Derzeitiger Schwerpunkt sind selbstorganisierende Netzwerke und Dienstplattformen, wie z.B. Ad-Hoc-Netzwerke für 802.11-basierte Community-Netzwerke. Als Gutachter für Zeitschriften sowie als Mitglied von Programm-Komitees ist Herr Redlich international seit vielen Jahren tätig.



***PROF. DR. ALEXANDER REINEFELD***

Studierte zunächst Physik an der TU Braunschweig und anschließend Informatik an der Universität Hamburg und an der University of Alberta (Edmonton, Kanada). 1982 schloss er das Studium mit dem Diplom in Informatik ab und im Jahr 1987 promovierte er zum Dr. rer. nat., beides an der Universität Hamburg. Während seiner beiden einjährigen Forschungsaufenthalte in Edmonton als DAAD-Stipendiat bzw. als Sir Izaak Walton Killam Memorial Post-Doctoral Fellow widmete er sich in den Jahren 1984/ 85 und 1987/88 der Entwicklung effizienter Baum-Suchalgorithmen, die in der Künstlichen Intelligenz zum Fällen von Entscheidungen in komplexen Situationen eingesetzt werden. Von 1983 bis 1987 arbeitete Herr Reinefeld als wissenschaftlicher Mitarbeiter und von 1989 bis 1992 als Hochschulassistent an der Universität Hamburg. In den dazwischenliegenden Jahren sammelte er Industrie-Erfahrung als Unternehmensberater in den Bereichen Systemanalyse, Datenbanken und Compilerbau. 1992 wechselte Herr Reinefeld als geschäftsführender Leiter an das Paderborn Center for Parallel Computing, das er maßgeblich als überregionales wissenschaftliches Institut der Universität Paderborn mit aufgebaut hat. Seit 1998 leitet Herr Reinefeld den Bereich Computer Science am Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB). Diese Aufgabe ist verbunden mit einer Professur für Parallele und Verteilte Systeme am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin.

**PROF. DR. KLAUS REINHARDT**

Studierte von 1984 bis 1989 in seiner Heimatstadt Stuttgart Informatik und promovierte dort 1994 auf dem Gebiet der Trace-Theorie. Danach wechselte er zur Universität Tübingen und beschäftigt sich seitdem mit Kryptologie, Formalen Sprachen, Automatentheorie, Logik, Bildsprachen, Petrinetzen, Komplexitätstheorie, Algorithmen, parametrisierten Algorithmen und Algorithmischer Geometrie.

Auslandsaufenthalte zur Forschung hatte er am DIMACS (USA) im Jahr 1997 und an der McGill University (Montreal) in den Jahren 2000, 2002/03 und weitere kürzere in den folgenden Jahren.

Er habilitierte sich 2005 in Tübingen mit dem Thema: "Counting as Method, Model and Task in Theoretical Computer Science" und ist dort seit 2010 außerplanmäßiger Professor.

Zusammen mit Dr. Bernd Borchert arbeitet er am Thema Trojaner-sichere Online Accounts. Das dabei entwickelte eKaay Verfahren ist seit Mai 2011 bereits im Einsatz für das Webmailsystem der Universität Tübingen.

Seine Arbeit "Regular languages are church-rosser congruential" zusammen mit Volker Diekert, Manfred Kufleitner und Tobias Walter in Track B der ICALP 2012 hat den best-Paper-Award erhalten.

Lehrstuhlvertretungen hatte er 2007 an der Universität Trier, 2010 an der Universität Tübingen, 2011 bis 2012 an der Universität Jena und seit Oktober 2013 vertritt er den Lehrstuhl Algorithmen und Komplexität an der Humboldt-Universität Berlin.

**PROF. DR. WOLFGANG REISIG**

Studierte in Karlsruhe und Bonn Physik und Informatik. Er war wissenschaftlicher Mitarbeiter und Assistent von 1974 bis 1983 an der Universität Bonn und der RWTH Aachen. Dort promovierte er 1979 zur Analyse kooperierender sequentieller Prozesse. 1983 vertrat er eine Professur an der Universität Hamburg und leitete anschließend bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung Projekte zur Systemanalyse und -modellierung. 1987 habilitierte er an der Universität Bonn und wurde danach zum Professor für Theoretische Informatik an die TU München berufen. Seit 1993 ist er Professor für Softwaretechnik und Theorie der Programmierung am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin. Prof. Reisig war Geschäftsführender Direktor des Institutes für Informatik 1994-1996 und 2002-2004 sowie Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II der HU Berlin 1996-1998.

Die Forschungsarbeiten von Prof. Reisig sind in zwei Bereiche gegliedert: In den Projekten des ersten Bereichs werden Methoden und Modellierungstechniken für den Systementwurf (weiter-) entwickelt, insbesondere Petrinetze, Abstract State Machines und die Temporal Logic of Actions. Sie sind Grundlage für den zweiten Bereich, in dem diese Methoden und Techniken praktisch eingesetzt werden.

Prof. Reisig hat mehrmonatige Forschungsaufenthalte im ICSI, Berkeley, als „Lady Davis Visiting Professor“ am Technion, Haifa, und bei Microsoft Research (Redmond) verbracht. Für seine grundlegenden Projekte zur Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen zusammen mit dem IBM-Labor in Böblingen hat Prof. Reisig 2003 und 2005 einen „IBM Faculty Award“ erhalten.



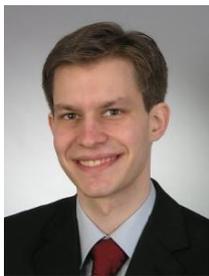
**PROF. DR. RALF REULKE**

Studierte von 1975 bis 1980 Physik an der Humboldt-Universität zu Berlin, wo er auch 1984 promovierte. Seit 1983 arbeitete er am Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR in Berlin-Adlershof auf den Gebieten der multispektralen Fernerkundung, Signal- und Bildverarbeitung, sowie der optischen Sensorik.

Seit 1992 ist Ralf Reulke Mitarbeiter am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und arbeitete dort in verschiedenen Instituten und Einrichtungen. Er war an einer Vielzahl von Projekten beteiligt. Dazu gehörten Sensoren, die z.B. zur Erforschung des Mars und dem Saturn dienen, aber auch hochauflösende Kamerasysteme für die Erdfernerkundung, so zum Beispiel zusammen mit der Firma Leica, die Flugzeugkamera ADS40 und eine hochauflösende terrestrische Panoramakamera.

Im Jahre 2002 erhielt er als Professor einen Ruf an die Universität Stuttgart. Seit August 2004 ist er Professor für Computer Vision am Institut für Informatik der Humboldt-Universität. Gleichzeitig leitet er am deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt eine Abteilung für Bild- und Signalverarbeitung.

Seine Forschungsinteressen liegen auf dem Gebiet der Signal- und Bildverarbeitung, der Sensor- und Datenfusion und der Visualisierung.



**PROF. DR. BJÖRN SCHEUERMANN**

Studierte ab dem Jahr 2000 an der Universität Mannheim und schloss 2004 mit dem Bachelor of Science in Mathematik und Informatik und einem Informatik-Diplom ab. 2005 wechselte er an die Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, wo er am Lehrstuhl für Rechnernetze und Kommunikationssysteme im Bereich der drahtlosen Multihop-Netzwerke promovierte. Seine Promotion schloss er 2007 ab.

Ebenfalls 2007 verbrachte er einen Forschungsaufenthalt an der Universität Cambridge, England. 2008 nahm er eine Juniorprofessur für Mobile und Dezentrale Netzwerke an der Universität Düsseldorf an. Im Zeitraum von 2010 bis 2012 erhielt er dann in kurzer Folge insgesamt sieben Angebote für Lebenszeitprofessuren im In- und Ausland. Er übernahm 2011 zunächst eine Professur für Telematik an der Bayerischen Julius-Maximilians Universität Würzburg, später eine Professur für Praktische Informatik / IT-Sicherheit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Seit Oktober 2012 ist er Professor für Technische Informatik an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Die Forschungsinteressen von Prof. Scheuermann und seiner Mitarbeiter liegen im Bereich des Entwurfs von Rechner- und Netzwerksystemen und den Fragen, die sich in diesem Zusammenhang hinsichtlich der Ressourceneffizienz, Sicherheit und Zuverlässigkeit stellen. Oft steht dabei das optimale Zusammenspiel von vielfältigen Komponenten in einem Gesamtsystem im Vordergrund, aus einem ingenieurwissenschaftlich geprägten Blickwinkel: Wie muss ein System aufgebaut sein, um seine Ziele unter gegebenen Rahmenbedingungen möglichst gut zu erreichen? Konkrete Forschungsthemen am Lehrstuhl liegen derzeit beispielsweise im Bereich von Kommunikationssystemen für mehr Effizienz und Sicherheit im Straßenverkehr, Performanzaspekten von Internet-Anonymitätssystemen, Messverfahren für das Datenverkehrsaufkommen in Hochgeschwindigkeitsnetzen oder Lokalisierungssystemen für die Lagerlogistik.

**PROF. DR. HOLGER SCHLINGLOFF**

Studierte von 1978-1984 Informatik und Logik an der TU München und promovierte dort 1990 mit einer Arbeit zur temporalen Logik von Bäumen. Im Jahr 1991 war Prof. Schlingloff Gastwissenschaftler an der Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh, PA. Von 1992 bis 1996 war er wissenschaftlicher Assistent am Institut für Informatik der TU München und danach bis 2001 Geschäftsführer des Bremer Instituts für Sichere Systeme (BISS) am Technologie-Zentrum Informatik (TZi) der Universität Bremen. In seiner Habilitation (2001) beschäftigte er sich mit partiellen Zustandsraumanalyseverfahren für sicherheitskritische Systeme. Seit 2002 ist Prof. Schlingloff Professor für Spezifikation, Verifikation und Testtheorie am Institut für Informatik der Humboldt-Universität, und gleichzeitig wissenschaftlicher Leiter der Abteilung eingebettete Systeme (QUEST) am Fraunhofer Institut für offene Kommunikationssysteme FOKUS. Seine Arbeitsgebiete sind die Software-Qualitätssicherung mit formalen Methoden, temporale Logik und Modellprüfung, sowie spezifikationsbasiertes Testen von eingebetteten Steuergeräten.

**PROF. DR. NICOLE SCHWEIKARDT**

Studierte Mathematik mit Nebenfach Informatik an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und promovierte dort im Jahr 2002 bei Prof. Dr. Clemens Lautemann im Bereich Logik in der Informatik. Nach einem Postdoc-Jahr an der University of Edinburgh war sie ab September 2003 als wissenschaftliche Assistentin am Institut für Informatik der HU Berlin tätig. Im Jahr 2005 wurde sie auf die durch die DFG im Rahmen des Emmy-Noether Programms geförderte Juniorprofessur für Logik und Datenbanktheorie an der HU Berlin berufen. Von dort wechselte sie in 2007 auf die Professur Theorie komplexer Systeme der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Seit September 2014 ist sie Professorin für Logik in der Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin.

Die Forschungsinteressen von Prof. Schweikardt liegen in den Bereichen Logik, Komplexitätstheorie und Datenbanktheorie, mit einem Schwerpunkt in der Erforschung der theoretischen Grundlagen der Verarbeitung von großen Datenmengen und Datenströmen. Ihre Arbeit wurde mit dem Dissertationspreis 2002 der Gesellschaft für Informatik ausgezeichnet, in 2005 wurde sie in die Junge Akademie berufen, und 2007 erhielt sie den Heinz-Maier-Leibnitz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Von 2008 bis 2013 war sie Beiratsvorsitzende des Bundeswettbewerbs Informatik, seit 2010 ist sie Mitglied im Wissenschaftlichen Direktorium von Schloss Dagstuhl, und seit 2013 Mitglied im Nominierungsausschuss zum GI-Dissertationspreis.

## III. Lehr- und Forschungseinheiten

Lehr- und Forschungseinheit

### Softwaretechnik

<http://www.informatik.hu-berlin.de/swt>

#### Leiter

PROF. DR. KLAUS BOTHE

Tel.: (030) 2093 3007

E-mail: bothe@informatik.hu-berlin.de

#### Sekretariat

CHRISTINE HENZE

Tel.: (030) 2093 3008

E-mail: henze@informatik.hu-berlin.de

#### Wissenschaftliche Mitarbeiter

DIPL.-INF. MICHAEL HILDEBRANDT

DR.-ING. MICHAEL RITZSCHKE

#### Technikerin

DIPL.-MATH. OLGA SCHIEMANGK

#### Tutoren

SAMRA KHAN

Die gegenwärtigen Arbeitsschwerpunkte der Gruppe liegen auf dem Gebiet der Softwaretechnik, insbesondere im Reverse Engineering, beim Software-Test sowie dem Projektmanagement. Dabei stehen auf dem Gebiet des Software Reverse Engineering gemeinsame Projekte mit dem Institut für Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin im Mittelpunkt.

Die Aktivitäten der Gruppe bei der Kooperation mit Universitäten in Südosteuropa wurden auf der Grundlage des DAAD-Sonderprogramms "Akademischer Neuaufbau Südosteuropa" weiter ausgebaut.

Aufgrund einer langjährigen Kooperation der Arbeitsgruppe Softwaretechnik vom Prof. Bothe im Rahmen des DAAD-Programms "Akademischer Neuaufbau Südosteuropa" mit 14 Partneruniversitäten aus 8 Ländern Südosteuropas sowie eines EU-geförderten Tempus-Projekts "Joint Master in Software Engineering" wurde der Humboldt-Universität zu

Berlin anlässlich des 45. Jahrestages der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät der Universität Novi Sad eine Auszeichnung verliehen.

## Lehre

### Wintersemester 2013/2014

- Vorlesung „Software Engineering“ (Bachelor) (K. BOTHE)
- Übungen „Software Engineering“ (M. HILDEBRANDT, M. RITZSCHKE)
- Vorlesung „Grundlagen der Programmierung“ (K. BOTHE)

### Sommersemester 2014

- Halbkurs „Prozessinformatik“ (M. RITZSCHKE)
- Seminar „Test von GUI-basierter Software“ (M. HILDEBRANDT)
- Seminar „Trends beim Softwaretest“ (K. BOTHE)
- Halbkurs „Software Engineering“ (Diplom) (K. BOTHE)

### Wintersemester 2014/2015

- Vorlesung „Software Engineering“ (Bachelor) (K. BOTHE)
- Übungen „Software Engineering“ (M. RITZSCHKE)
- Semesterprojekt „Entwicklung einer Mobilitätsplattform auf Basis von Salesforce“ (K. BOTHE)

## Forschung

### Software Engineering – Education and Research Cooperation

**Ansprechpartner:** PROF. KLAUS BOTHE

**Zusammenarbeit:** Universität Novi Sad (Ser), Universität Skopje (Maz), Universität Plovdiv (Bul), Universität Nis (Ser), Universität Belgrad (Ser), Universität Zagreb (Kro), Universität Rijeka (Kro), Universität Timisoara (Rum), Universität Tirana (Alb), Universität Sarajevo (Bos-Herz), Technische Universität Tirana (Alb), Universität von Montenegro (Mon), Universität Maribor (Slo), South-Eastern University Tetovo (Maz), Universität Craiova (Rum)

**Forschungsförderung:** DAAD-Sonderprogramm „Akademischer Neuaufbau Südosteuropa“

Aufgrund langjähriger Kooperation der Arbeitsgruppe Softwaretechnik mit dem Institut für Mathematik und Informatik der Universität Novi Sad im Rahmen eines DAAD-Projekts sowie eines EU-Tempus-Projekts wurde der Humboldt-Universität zu Berlin anlässlich des 45. Jahrestages der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät der Universität Novi Sad eine Auszeichnung verliehen.

Die Ziele unseres vom DAAD geförderten Projekts betreffen:

- Distance Education: Aufbau eines Internet-gestützten gemeinsamen Kurses „Software Engineering“
- Projektmanagement für die kooperative Entwicklung von Kursmaterialien
- Entwicklung von Kursmaterial für weitere Kurse: Projektmanagement, Objektorientierte Programmierung mit Java, Compilerbau
- Einbeziehung von eLearning-Material
- Entwicklung von Strategien und Tools für den Aufbau von mehrsprachigem Kursmaterial

Zu den Projektaktivitäten zählen im Jahre 2014 u. a.:

- Intensivkurs „Software Engineering“ an der Technischen Universität Tirana für den Master-Studiengang Computer Engineering (Lesende: Prof. K. Bothe; Prof. Zoran Putnik, Novi Sad), Juni 2014
- Vorlesungen „Software Engineering“ an der Universität Sarajevo, April 2014 (Lesender: Prof. K. Bothe)
- Vorlesungen „Software Test“ an der Universität Rijeka, Mai 2014 (Lesender: Prof. K. Bothe)
- Vorlesungen „Software Engineering“ an der South-Eastern University Tetovo (Maz), Juni 2014 (Lesender: Prof. K. Bothe)
- Austausch von Gastdozenten zwischen den Universitäten Skopje und Novi Sad zur Unterstützung unseres in einem EU-TEMPUS-Projekt entwickelten gemeinsamen Master-Studiengangs „Software Engineering“
- Gastaufenthalte südeuropäischer Wissenschaftler in Berlin
- 14<sup>th</sup> Workshop „Software Engineering Education and Reverse Engineering“, Sinaia, Rumänien, August 25 - 29, 2014
- Anwendung der Kursmaterialien ‚Software Engineering‘ erfolgt mittlerweile an 10 Universitäten

Auch in diesem Jahr stellte der Workshop unter Einbeziehung von Teilnehmern aus mittlerweile 15 Fakultäten von 13 Universitäten aus acht Ländern den Höhepunkt der Projektaktivitäten dar, wobei es schwerpunktmäßig um die Weiterentwicklung des gemeinsamen Kurses im Bereich Software Engineering und die Übertragung der gewonnenen Erfahrungen auf neue Kooperationsfelder ging.

### **Projekt: Softwaresystem zur Mensch-Technik-Interaktion in Echtzeit**

**Ansprechpartner:** PROF. KLAUS BOTHE

**Zusammenarbeit:** Institut für Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin

Gegenstand des Projekts ist die Analyse, Aufbereitung und Weiterentwicklung des Software-Systems im ATEO-Projekt (Arbeitsteilung Entwickler Operateur). Im besonderen Fokus steht im Moment die Erforschung und Entwicklung von Software-Komponente zur Systemprozessüberwachung und -Kontrolle sowie der Vergleich der Leistungsfähigkeit mit der eines menschlichen Operateurs. Hierzu laufen Arbeiten zur Modellierung, Architekturanalyse, Effizienzsteigerung und Erweiterung des vorliegenden Systems.

Aktuelle Arbeitsergebnisse 2014 waren u.a.:

- Klassifizierung und Entwicklung von Automaten für Eingriffe in den Socially Augmented Microworld (SAM).
- Erweiterung eines Operateurarbeitsplatzes zur Überwachung und Kontrolle von kooperativem Tracking.

### **Projekt: Generic Laboratory System (GenLabS)**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. M. HILDEBRANDT

**Zusammenarbeit:** Institut für Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin

Im Projekt „Softwaresystem zur Mensch-Technik-Interaktion in Echtzeit“ wurde deutlich, dass softwarebasierte Versuchsumgebungen neue Möglichkeiten für psychologische Untersuchungen im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion bieten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Mehrheit dieser Systeme jedoch spezifisch für bestimmte Fragestellungen entwi-

ckelt, so dass eine Nutzung der Software in anderen ähnlichen Fragestellungen nur sehr selten möglich ist. Im Projekt GenLabS geht es um die Untersuchung und Entwicklung einer variablen Versuchsumgebung in Form einer Produktlinie.

Aktuelle Arbeitsergebnisse 2014 waren u.a.:

- Weiterentwicklung der bestehenden Software Product Line (SPL), welche Versuchsumgebungen für verschiedenartige Tracking-Aufgaben unterstützt, zu einer Plattform für Versuchsumgebungen zur Untersuchung von beliebigen Fragestellungen.
- Protoypische Entwicklung einer Schlepper-Lotsen-Simulation als weiteres Produkt dieser SPL (proof of concept).
- Analyse der Freiheitsgrade bei der Konfiguration von variablen Versuchsumgebungen, insbesondere wurde der Nutzungskontext für die Konfiguration von Tracking-Experimenten untersucht und darauf aufbauend eine Anforderungsanalyse für ein Werkzeug zur Unterstützung des Konfigurationsprozesses durchgeführt.
- Grundlagenlegung für die Integration von Komponenten zur Untersuchung von KI-Agenten.

### **Projekt: Reengineering eines Softwaresystems zur Kennwertermittlung für Materialmodelle**

**Ansprechpartner:** DR.-ING. M. RITZSCHKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** DR. MARIA DOIG, NATALIA MOROZOVA

**Zusammenarbeit:** INPRO GmbH

Ein über viele Jahre in der industriellen Anwendung befindliches Softwaresystem zur Kennwertermittlung für Materialmodelle ist durch viele Änderungen und Ergänzungen nur noch schwer erweiterbar und wartbar. Die Restrukturierung und Anpassung an die aktuellen Bedürfnisse ist dringend erforderlich – Schwerpunkte: Automatisierte Steuerung der Kennwertermittlung, anwenderfreundliche grafische Oberfläche, Visualisierung der Ergebnisse, Portierung auf aktuelle Sprachversion.

### **Veröffentlichungen**

K. BOTHE, Z. BUDIMAC, Z. PUTNIK, M. IVANOVIC, ST. STOYANOV, K. ZDRAVKOVA, B. CICO, N. NOSOVIC, D. KALPIC, I. JURCA, E. KAJO, S. ČANDRLIĆ, B. JAKIMOVSKI, A. STOYANOVA-DOYCHEVA: *Educational Cooperation across Countries by Shared Course Materials: More than 10 Years of Experience*, 17th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2014), Dubai 2 – 6 December 2014

Z. PUTNIK, M. IVANOVIC, Z. BUDIMAC, K. BOTHE, H.-D. BURKHARD: *Teaching in Balkan Countries – Multilingual and Multicultural Approach*, CompSysTech, June 2014, Ruse, Bulgaria 2014

K. BOTHE, Z. BUDIMAC, Z. PUTNIK, M. IVANOVIC, B. CICO, ST. STOYANOV, K. ZDRAVKOVA, A. STOYANOVA-DOYCEVA, B. JAKIMOVSKI, I. JURCA, N. NOSOVIC: *Maintaining Quality of Software Engineering Education by a Shared Repository of Course Materials in a Multilateral Setting*, EDUCON 2014, Istanbul, 2. - 5. April 2014

Z. BUDIMAC, Z. PUTNIK, M. IVANOVIĆ, K. BOTHE, K. ZDRAVKOVA, B. JAKIMOVSKI: *Multi-Country Experience in Delivering a Joint Course on Software Engineering – Numerical Re-*

sults, International Review of Research in Open and Distance Learning, Vol. 15, No1, Febr. 2014, pp. 84-110

## **Vorträge**

K. BOTHE, M. RITZSCHKE: New results from examinations based on multiple-choice questions 14<sup>th</sup> Workshop “Software Engineering Education and Reverse Engineering”, Sinaia, Rumänien, 26. - 31. August 2014

Vorträge auf der Educon 2014 (Istanbul) und der ICL 2014 (Dubai), vgl. Veröffentlichungen (s.o.)

## **Organisation von Workshops**

14<sup>th</sup> Workshop “Software Engineering Education and Reverse Engineering”, Sinaia, Rumänien, 26. - 31. August 2014

## **Wissenschaftliche Kooperationen**

Institut für Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin  
Berner und Mattner

Universität Novi Sad (Serbien)

Universität Skopje (Mazedonien)

Universität Plovdiv (Bulgarien)

Universität Nis (Serbien)

Universität Belgrad (Serbien)

Universität Zagreb (Kroatien)

Universität Rijeka (Kroatien)

Universität Timisoara (Rumänien)

Technische Universität Tirana (Albanien)

Universität Sarajevo (Bosnien-Herzegowina)

Universität Montenegro (Montenegro)

## **Gastwissenschaftler**

Prof. Mirjana Ivanovic, Novi Sad, Januar 2014

Prof. Zoran Budimac, Novi Sad, Januar 2014, November 2014

Dipl.-Inf. Gordana Rakic, Januar 2014

Prof. Zoran Putnik, Novi Sad, Juli 2014

## **Sonstige Aktivitäten**

### **Prof. Dr. Klaus Bothe**

- Vorsitzender des Prüfungsausschusses des Instituts für Informatik
- Vorsitzender der Bibliothekskommission des Instituts für Informatik
- Mitglied des Institutsrats des Instituts für Informatik

## **Diplomarbeiten**

DAVID KLOWERSA: *Entwicklung einer mobilen Softwarekomponente eines Testfahrt-Assistenzsystems*, Juli 2014

VOLKER GRABSCH: *Erarbeitung und Evaluierung von möglichen Lösungsarchitekturen für das System „Besondere Nutzung Luftraum“*, Juni 2014

JOHANNES HAUBOLD: *Statistik mit Lerneffekt: Ein Anwendungsfall für Usability Engineering*, Februar 2014

Lehr- und Forschungseinheit

## Visual Computing

<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/viscom>

### Leiter

PROF. DR.-ING. PETER EISERT  
Tel.: (030) 2093 3107  
E-Mail: eisert@informatik.hu-berlin.de

### Sekretariat

BIRGIT HEENE  
Tel.: (030) 2093 3066  
Fax: (030) 2093 3067  
E-Mail: heene@informatik.hu-berlin.de

### Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

DR.-ING. ANNA HILSMANN (HU)  
DIPL.-INF. DANIEL BUHRIG (HU)  
DIPL.-ING. PHILIPP FECHTELER (HHI)  
DIPL.-INF. JOHANNES FURCH (HHI)  
CHRISTOPH HOFFMANN (HHI)  
MARKUS KETTERN, M.A. (HHI)  
M. SC. WOLFGANG PAIER (HHI)

### Stipendiaten (Exist)

TAS SÓTI  
BALINT BARLAI  
ERIK-MARTIN ZÖBISCH  
SARA BUDDE  
LEONARD KAUSCH  
JULIAN STELTER

### Studentische Mitarbeiter/innen

MORITZ VOSSENBERG (HU)  
MARIANNE KRABI (HHI)

Die Lehr- und Forschungseinheit *Visual Computing* deckt in Forschung und Lehre Themen aus dem Bereich der technischen Informatik ab mit Schwerpunkt auf der Synthese und Analyse von Bild- und Videosequenzen. Der in der Computer Graphik angesiedelte Schwerpunkt des Visual Computings oder der Bildinformatik erweitert die Computer Graphik, die sich klassischerweise mit der reinen Erzeugung künstlicher Ansichten und Bilder widmet, um die Bildanalyse, Bildübertragung und –verarbeitung. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass Anwendungen der Computer Graphik zunehmend interaktiver werden und das Feed-

back des Nutzers einbeziehen, aber auch dass die automatisierte Erstellung realistischer Szenenmodelle und Animationsdaten an Bedeutung gewinnt. Auch die Kombination von realen Szenen mit künstlichen Elementen der sogenannten Erweiterten Realität (Augmented Reality) ist ein wichtiges Thema des Visual Computings.

Die aktuellen Aktivitäten im Fachgebiet *Visual Computing* des Instituts für Informatik erfolgen in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz Institut, Berlin. Das Jahr 2014 war besonders geprägt von dem erfolgreichen Abschluss einer Vielzahl größerer Forschungsprojekte, die durch die EU und die DFG gefördert werden. Darüber hinaus konnten für die HU das DFG Projekt IBRFace und das BMBF Projekt GestFus gestartet werden. Auch eine Stelle innerhalb des Graduiertenkollegs der Allianz 3DSensation wurde in dem Jahr bewilligt.

Inhaltlich lag der Schwerpunkt der Arbeiten in 2014 auf der 3D Geometrierekonstruktion von Objekten und Personen aus mehreren Kameraansichten sowie der Bewegungsanalyse von flexiblen Objekten, insbesondere von Gesichtern und menschlichen Körpern. Speziell die videobasierte Interpolation von Ansichten für Personen für eine realistische Darstellung wurde vertieft untersucht. Anwendungen für die einzelnen Algorithmen waren dabei die navigierte Operation in der Medizin, zukünftige Sicherheitsdokumente, Filmproduktionen, Telepräsenz und erweiterte Realität.

Genauere Informationen zu den einzelnen Arbeiten lassen sich in den Publikationen der Lehr- und Forschungseinheit finden, die online zur Verfügung stehen unter (<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/viscom/pubs>).

## Lehre

Im Jahr 2014 wurden mehrere Vorlesungen im Bereich des Visual Computings angeboten. Jeweils im Wintersemester 2013/2014 und 2014/2015 wurde die Vorlesung *Computer Graphik* gehalten. Die Veranstaltung gibt einen breiten Überblick über grundlegende und aktuelle Themen der Computergraphik. Dazu gehören Methoden zur 3D Szenenmodellierung, Beleuchtungsberechnung und Visualisierung genauso wie moderne Verfahren des Bild- und Video-basierten Renderings. Auch globale Beleuchtungsberechnung, wie sie in Ray Tracing Verwendung finden, sind Themen der Vorlesung. Für naturgetreue Darstellungen gewinnen in der Computergraphik zunehmend Verfahren der 3D Videoanalyse sowie die Kombination von realen Szenen mit Graphikelementen an Bedeutung. Daher werden Konzepte der Bewegungs- und Formschatzung sowie der Virtuellen und Erweiterten Realität vorgestellt. Vorlesungsbegleitend wird ein Praktikum angeboten, bei denen die Studierenden aktuelle Aufgabenstellungen aus den Bereichen Computergraphik und Visual Computing in praktischen Übungen bearbeiten.

Im Sommersemester 2014 wurde das Seminar *Visual Computing* angeboten. Themen waren dieses Mal Arbeiten zur 3D Rekonstruktion, Rendering, Kamerasensoren, Photometric Stereo und Computational Photography. In dem Seminar sollten Studierende selbständig ein gewähltes Thema anhand aktueller Veröffentlichungen erarbeiten und in einem Vortrag den Studierenden vorstellen. Die erstellten Folien sowie Seminararbeiten sind im Internet zu finden.

## Vorlesungen

- Computer Graphik (P. EISERT WiSe 2014/2015)
- Praktikum Computer Graphik (P. EISERT, WiSe 2014/2015)
- Seminar Visual Computing (P. EISERT, SoSe 2014)
- Computer Graphik (P. EISERT WiSe 2013/2014)

- Praktikum Computer Graphik (P. EISERT, WiSe 2013/2014)

## Forschung

### Projekt: IRCON

**Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT

**Beteiligter Mitarbeiter:** DR.-ING. ANNA HILSMANN

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

**Laufzeit:** 08/2011 – 07/2014

Im August 2014 konnte das von der DFG geförderte Projekt IRCON (Image-based Representation of Clothes for Realistic Virtual Try-On) erfolgreich abgeschlossen werden. Das Projekt befasste sich mit der Entwicklung realistischer Visualisierungsmethoden für Kleidung in Augmented Reality Anwendungen, in denen virtuelle Kleidungsstücke in echtes Videomaterial integriert werden. Aus wissenschaftlicher Sicht ist besonders die photorealistische Darstellung von bewegter Kleidung unter Echtzeitbedingungen eine Herausforderung. Existierende Ansätze können exakte 3D-Rekonstruktionen von Kleidung aus Multi-Kamera-Ansichten generieren, bei der Faltenwürfe genau in der 3-dimensionalen Geometrie nachgebildet werden, benötigen jedoch aufwendige Kameraaufbauten und lange Rechenzeiten. Andere Methoden erreichen Echtzeitfähigkeit, jedoch keine photorealistische Visualisierung. In diesem Projekt werden neue Ansätze zur echtzeitfähigen Visualisierung von Kleidung mit photorealistischer Qualität entwickelt. In IRCON wurde dies durch eine neue Posen-abhängige Repräsentation erreicht, die grobe 3-dimensionale Geometrie mit bildbasierter Information kombiniert (*siehe Abbildung 1*). Die 3D-Geometrie modelliert Pose und grobe Form, während feine Details und komplexe Schattierungen an Falten durch zahlreiche Bilder, die Information über Schattierung, Texturverformung und Silhouette enthalten, repräsentiert werden. Dieses kombinierte Modell wird a-priori aus Multi-Kamera-Aufnahmen für zuvor definierte Posen bestimmt. Für die Visualisierung werden Geometrie und bildbasierte Information für neue Posen aus den zuvor aufgenommenen Posen interpoliert. Dadurch wird ein großer Teil des Rechenaufwands in die Trainingsphase verschoben und in der Darstellungsphase reduziert. Durch Trennung der zugrundeliegenden Textur von Posen-abhängigen Erscheinungen, wie Schattierung und Texturdeformation an feinen Falten, kann das Erscheinungsbild des Kleidungsstück im Nachhinein individuell verändert ('retexturiert') werden. Der Einsatz bildbasierter Information ermöglicht eine realistische Visualisierung, während die zugrundeliegende 3D-Geometrie die Modellierung neuer Posen erlaubt.

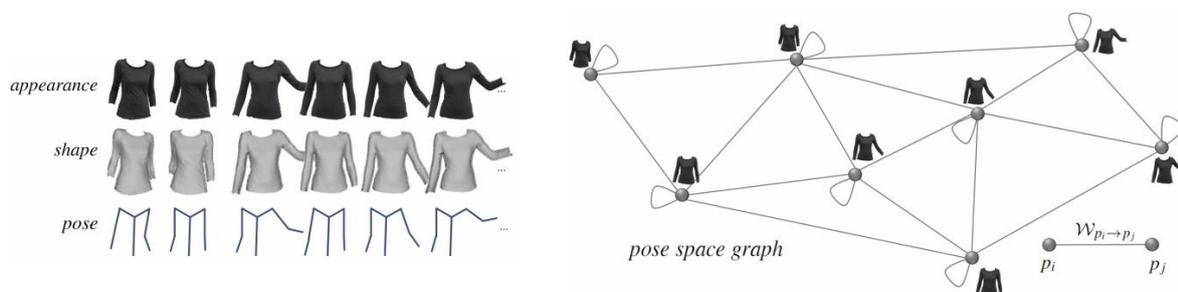


Abbildung 1: Bild-basierte Repräsentation von Kleidung

Im Vergleich zu klassischen Rendering Verfahren, verlagern die entwickelten Verfahren einen großen Teil des Rechenaufwands von der Darstellungsphase in eine vorangegangene

Trainingsphase. Durch den Einsatz von realen Bildern und Warp-basierter Extraktion von Texturverzerrung und Schattierung wird eine realistische Visualisierung und Animation von Kleidung inklusive charakteristischer Details ermöglicht, ohne die zugrundeliegenden Szenen- und Objekteigenschaften aufwändig zu simulieren. Dies wurde in zahlreichen Experimenten zu Posen-abhängiger Bildsynthese bestätigt. Zur Zeit werden Echtzeit-Anwendungen im Zusammenhang mit Echtzeit-Posenschätzung (basierend auf Kinect) untersucht, so dass ein Nutzer in Echtzeit über seine eigene Pose ein Kleidungsstück animieren kann und dieses in der richtigen Pose in das echte Videobild des Nutzers gerendert werden kann (*Abbildung 3*).



Abbildung 2: Posen-abhängiges Bild-basiertes Rendering von Kleidungsstücken



Abbildung 3: Kleidungs austausch in einer Virtual Try-On Anwendung

### Projekt: IBRFace

**Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT

**Beteiligter Mitarbeiter:** DR.-ING. ANNA HILSMANN

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

**Laufzeit:** 08/2014 – 07/2015

Als Nachfolgeprojekt von IRCON werden in dem im August gestarteten Projekt IBR-Face die entwickelten Verfahren zur Bildbasierten Visualisierung komplexer Objekte auf nicht-artikulierte Objekte, wie zum Beispiel Gesichter, erweitert. Das Aussehen von Gesichtern ist -ähnlich wie das Aussehen von Kleidung- sehr komplex, mit feinen subtilen De-

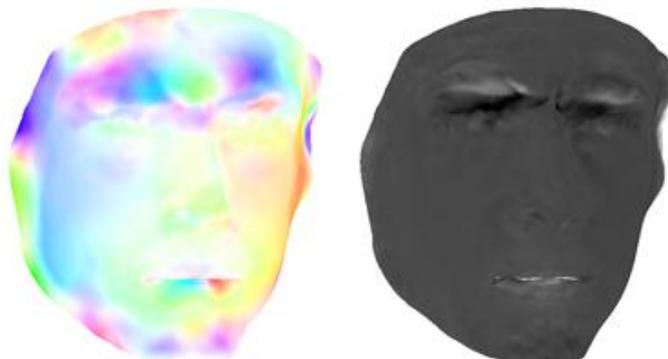


Abbildung 4: Visualisierung der Textur-Warps. Links: geometrischer, rechts: photometrischer Warp.

tails, die schwierig zu simulieren und zu synthetisieren sind. Anstatt auf physikalische Simulation zurück zu greifen, nutzen die in IRCON entwickelten Verfahren (Pose-Space Image-Based Rendering, PS-IBR) zuvor aufgenommene Kamerabilder und deren fotorealistische Eigenschaften für komplexe Animationen und vereinen dadurch den Fotorealismus von Bildern mit der Möglichkeit, ein Objekt zu animieren. Die Kernidee von PS-IBR ist es, einen geeigneten Raum (den *Posenraum*) zu definieren, der charakteristische Eigenschaften eines Objekts erfasst und dann als Interpolationsraum für die Synthese von neuen Bildern genutzt wird. Neue Bilder können somit abhängig von Pose (bzw. Gesichtsausdruck) synthetisiert werden. Für die Synthese werden Kernideen aus der Animation (Pose-Space Deformation) und Bild-basiertem Rendering kombiniert. Durch den Einsatz von echten Bildern wird eine fotorealistische Animation ermöglicht, ohne die zugrundeliegenden Objekteigenschaften aufwändig zu simulieren. Ziel von IBRFace ist es, diese Verfahren auf die Synthese von Gesichtsausdrücken zu erweitern. Dafür muss eine geeignete (niedrigdimensionale) Parametrisierung (*Posenraum*) gefunden werden, die charakteristische Details von Gesichtsausdrücken erfasst und den Raum aller möglichen Gesichtsausdrücke möglichst gut aufspannt. Basierend auf einer solchen Parametrisierung kann dann eine Abbildung zwischen *Aussehen* (*appearance*) und Gesichtsausdruck gelernt und im Syntheseschritt interpoliert werden. Dem Ansatz von PS-IBR folgend werden grobe Deformationen über ein 3-dimensionales Modell erreicht und feine Details über die Interpolation von Bildinformation (Farbinformation sowie geometrische und photometrische Textur-Warps, *Abbildung 4*) realisiert. Dadurch wird eine fotorealistische Synthese von Gesichtsausdrücken ohne komplexe und aufwändige Simulation von Hauteigenschaften, z.B. Falten und Reflexion möglich (*Abbildung 5*). Eine mögliche Anwendung für die vorgeschlagenen Verfahren ist die Animation einer Person durch die Erfassung des Gesichtsausdrucks einer anderen Person (performance-driven facial animation).

In den ersten Projektmonaten wurden Datensätze für die Synthese von Gesichtsausdrücken mittels PS-IBR erstellt und erste Versuche für die Synthese mit verschiedenen Parameterisierungen anhand von Control Points (markante Punkte im Gesicht) sowie verschiedener Interpolationsmethoden getestet.



Abbildung 5: Von links nach rechts: *Quellbild, Animation zum Ziel-Gesichtsausdruck mit geometrischem Modell, Animation mit zusätzlichem geometrischem Warp der Textur, Animation mit zusätzlichem geometrischem und photometrischem Warp der Textur, Ground Truth Ziel-Gesichtsausdruck.*

**Projekt: GestFus****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** DIPL.-INF. DANIEL BUHRIG**Forschungsförderung:** BMBF**Laufzeit:** 12/2014 – 11/2015

Als „Basisvorhaben“ im Rahmen der Allianz 3Dsensation sollen zu den Themen 3D-Gesteninteraktion und Fusion von 3D-Bildern wissenschaftliche Grundlagen und Forschungsergebnisse so aufbereitet werden, dass sie von den Partnern späterer FuE-Projekte verstanden und umgesetzt werden können, die sich mit diesen Themen bisher nicht oder nur wenig beschäftigt haben.

In vielen Schwerpunktthemen und Bedarfsfeldern von 3Dsensation geht es darum, 3D-Bilder verschiedener Quellen zu fusionieren. Insbesondere bei Augmented-Reality (AR) Anwendungen ist zu erforschen wie und in welcher Tiefe welche Informationen jeweils dargestellt werden müssen um einen realistischen und wahrnehmungspsychologisch komfortablen Eindruck zu erzeugen. Die Arbeitsgruppe Visual Computing wird dazu Verfahren zu Kalibrierung bzw. Normierung von 3D-Bildern unterschiedlicher Quellen sowie zur widerspruchsfreien geometrischen und fotometrischen Registrierung entwickeln. Des Weiteren werden Verfahren zur Anpassung von Farben und Beleuchtung für die natürliche Integration synthetischer Objekte und Elemente in die reale Szene erarbeitet.

Zum Abschluss des Projekts wird das Basisvorhaben u.a. Empfehlungen („Guidelines“) erarbeiten, auf denen dann die FuE-Projekte aufbauen können. Unsere Forschungsgruppe wird dabei Empfehlungen zum Thema Fusion von 3D-Bildern und Darstellung von AR-Content didaktisch aufbereiten.

**Projekt: 3DHair****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** ERIK-MARTIN ZÖBISCH, TAS SÓTI, BALINT BARLAI**Forschungsförderung:** EXIST Gründerstipendium**Laufzeit:** 08/2013 – 07/2014

Es wird ein 3D Scan- und Visualisierungskonzept entwickelt, das, in einer ersten Anwendung, dafür eingesetzt werden soll, Friseure bei der Frisurberatung im Salon zu unterstützen. Gesicht und Kopf des Kunden werden dreidimensional erfasst und mit im System abgespeicherten Frisuren kombiniert. Der Kunde kann wie in einem virtuellen Spiegel den Frisurvorschlag beurteilen. Das System ist in der Lage, den Kopfbewegungen des Kunden zu folgen und ihm damit einen realistischen Eindruck von der vorgeschlagenen Frisur zu vermitteln. Das Unternehmen will das entwickelte Paket aus Hardware und Software zunächst selbst an Endkunden (Friseur) vermarkten; mittelfristig sind Vertriebskooperationen im In- und Ausland angedacht.

**Projekt: Künstliche Intelligenz Engine S.A.M.****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** SARA BUDDE, LEONARD KAUSCH, JULIAN STELTER**Forschungsförderung:** EXIST Gründerstipendium**Laufzeit:** 12/2013 – 11/2014

SAM ist eine Next-Gen Künstliche Intelligenz (KI) Engine, die sowohl die Produktion von Spielen vereinfacht, als auch komplett neue Möglichkeiten eröffnet. Die Grundlage dieser KI Engine ist die automatische Generierung von Deckungs- und Sichtbarkeits-Daten, als auch von Sprungverbindungen, die der KI ein extrem hohes Verständnis der virtuellen Umgebung ermöglichen. Die Algorithmen unserer KI werden direkt auf diesen bisher nicht erschlossenen Daten aufbauen und ermöglichen intelligentes und realistisches Verhalten, das zum aktuellen Stand nur durch situationsbezogene Script-Programmierung und manuell inszenierte Sequenzen möglich ist.

**Projekt: FreeFace****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** MARKUS KETTERN M.A**Zusammenarbeit:** Verbundprojekt mit der Bundesdruckerei GmbH, Berlin**Forschungsförderung:** Innovationbank Berlin Brandenburg (IBB), ProFIT**Laufzeit:** 06/2011 – 01/2014

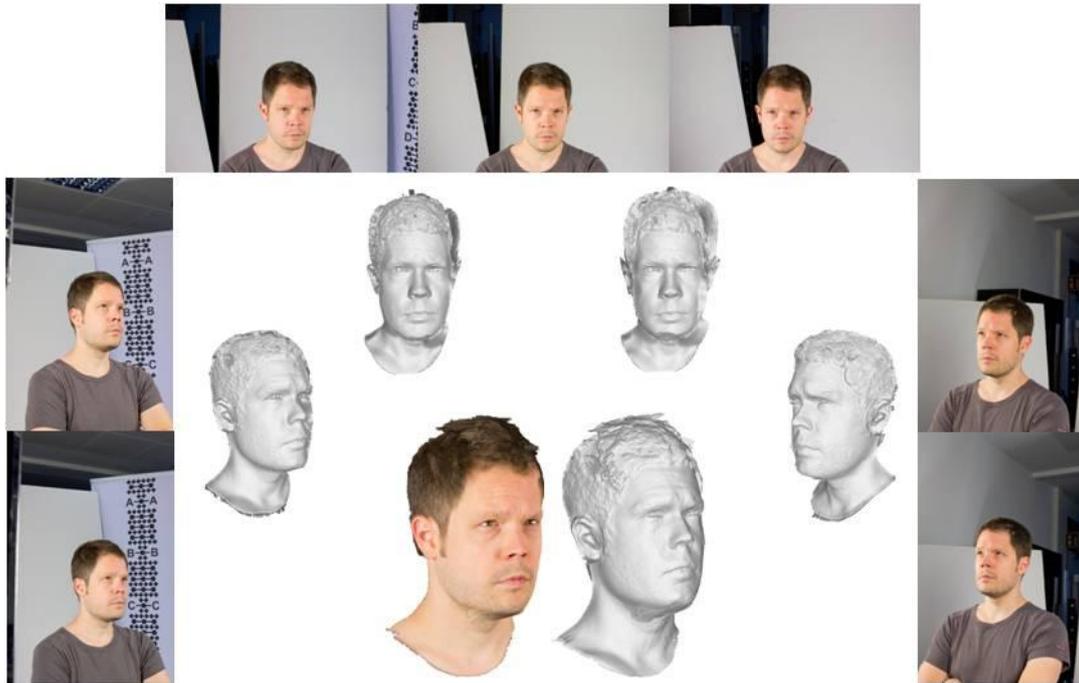
Das Projekt FreeFace wurde in 2014 erfolgreich abgeschlossen und auf der CeBIT 2014 präsentiert. Das Projekt behandelt die Erfassung von dreidimensionalen Bilddaten und deren Verwendung in neuartigen Ausweisdokumenten zum Zweck der Identitätsfeststellung. Exemplarisch soll das Projekt in den Kontext des border crossing gestellt werden, d.h. der Identitätsprüfung beim Grenzübertritt z.B. an einem internationalen Flughafen. Ziel von FreeFace ist dabei die Entwicklung einer Technologie, die zum einen den Weg zu neuen automatischen Erkennungsverfahren ebnet, zum anderen aber auch die Identitätsprüfung durch den Menschen technisch unterstützt, da diese aus Gründen des Datenschutzes sowie aufgrund von Grenzen der automatischen Verfahren auf absehbare Zeit relevant bleiben wird.

Hierfür wurde eine passive, videobasierte Erfassungstechnologie entwickelt, die eine dreidimensionale Rekonstruktion des Kopfbereichs einer Person erstellt, während diese eine spezifisch für das Projekt konstruierte Aufnahmeschleuse durchschreitet. Eine auf dem Sicherheitsdokument gespeicherte dreidimensionale Repräsentation des Kopfes kann auf verschiedene Weisen zum Abgleich mit den aufgenommenen Daten und mithin zur Authentifikation der Person herangezogen werden (Vergleich der Geometrie, Berechnung von normierten 2D-Passbildern, etc.).

Für die effiziente Nutzung der dreidimensionalen Bilddaten zur Identitätskontrolle im Zusammenspiel mit dem Ausweisdokument müssen die Daten in dessen Speicherplatz abgelegt und für die Identitätsprüfung sicher zu einem Terminal übertragen werden. Sie müssen einerseits für die Identitätskontrolle durch den Menschen sinnvoll visualisiert, andererseits für eine maschinelle Erkennung aufbereitet werden. Ebenso soll der Anschluss an bestehende Technologien und Standards (z.B. der 2D-Gesichtserkennung) untersucht werden.

Die Erstellung der 3D-Kopfmodelle verläuft in drei Stufen: Zunächst wird die Person beim Durchschreiten der Schleuse von zwei Video-Tiefensensoren (Microsoft Kinect) erfasst und

nachverfolgt. Algorithmen zur Synchronisation Fusion der dabei entstehenden Tiefenkarten wurden im Rahmen einer Master-Arbeit entwickelt und an die Bedürfnisse des Projekts angepasst. Sie liefern ein grobes 3D-Modell des Kopfes der aufgenommenen Person. In der zweiten Stufe wird dieses Modell verwendet um ein hochauflösendes bildbasiertes Stereoverfahren zu initialisieren, welches aus den Bildpaaren der SLR-Kameras detaillierte Tiefenkarten erstellt. In der dritten Stufe werden diese Tiefenkarten in einer zylinderförmigen Topologie abgetastet um sie so zu einem gemeinsamen Modell zu fusionieren.

**Projekt: Re@ct****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** MARKUS KETTERN M.A., WOLFGANG PAIER**Zusammenarbeit:** 6 Europäische Partner**Forschungsförderung:** Europäische Gemeinschaft (STREP)**Laufzeit:** 12/2011 – 11/2014

Das Europäische Projekt RE@CT, an dem neben Universitäten und Forschungsinstituten auch die BBC beteiligt ist, hat zum Ziel, einen neuen Workflow in der Studio-Produktion von Szenen mit Schauspielern zu erforschen. Dabei werden Szenen zunächst mit einer Vielzahl von Kameras aufgenommen, die in einer Green-Screen-Umgebung über 360° um das Geschehen herum angeordnet sind. Über die Extraktion von Silhouetten in allen Bildern kann näherungsweise die dreidimensionale Form der Szene berechnet werden. Diese Art der Aufnahme ist unter dem Stichwort „free viewpoint video“ seit längerem ein Forschungsthema im Visual Computing. Das Projekt RE@CT geht jedoch weit über die Aufnahme hinaus: Aus mehreren fragmentarischen dreidimensionalen 360°-Szenen wird nach der Aufnahme ein „motion graph“ berechnet, eine Datenstruktur, die beschreibt, wie die Aufnahmen aneinander gekoppelt werden können, um neue, komplexere Szenen zu generieren. So können beispielsweise kurze Lauf-Sequenzen aneinander gehängt werden, um in

Kombination mit der freien Wahl der Perspektive einen Schauspieler einen beliebigen Pfad gehen zu lassen. Ähnliche Verfahren werden in Computerspielen eingesetzt, dort jedoch nur mit Computer-Animationen und nicht mit gefilmten realen Szenen. Ziel von RE@CT ist es, fotorealistisches Video auf Basis dieser Technologien zu generieren.

Die Arbeitsgruppe Visual Computing ist in RE@CT mit der Analyse und Synthese von Video-Sequenzen befasst, die den Kopf der Schauspieler in Großaufnahme zeigen. Damit sollen zum Projekt-Ende zum Beispiel neue Dialogszenen am Rechner erstellt werden können. Hierfür werden zum einen Methoden zur genauen 3D-Vermessung der Köpfe der Schauspieler vor dem eigentlichen Dreh der Szene entwickelt. Mit den 3D-Aufnahmen wird eine Datenbank berechnet, die das mimische Repertoire des Schauspielers (zumindest in Ausschnitten) beschreibt. Diese wird dann eingesetzt, um im Video-Bild die genaue Kopfbewegung und Mimik zu analysieren und mit dreidimensionaler Form zu hinterlegen.



Für die Erstellung der hierfür benötigten dynamischen Repräsentationen wurden Verfahren zur Fusion von Tiefenkarten zu einem Gesamtmodell entwickelt sowie ein fusioniertes Kopfmodell in das Ganzkörper-Modell der anderen Forschungspartner integriert. Methoden zur Textur-Extraktion und zum bildbasierten Rendering aufgenommener Sequenzen aus neuen Blickwinkeln auf Basis von starren Geometriemodellen wurden bereits 2013 vorgestellt. Im vergangenen Jahr wurden Algorithmen entwickelt, welche die einzelnen, statischen Kopf-Rekonstruktionen mithilfe eines multilinearen Gesichtsmodells zu einem dynamischen und semantisch konsistent animierbaren Modell verschmelzen, welches eingesetzt werden kann, um beim Gesichts-Tracking auch die Deformation des Gesichtes durch Mimik zu repräsentieren. Des Weiteren wurden Algorithmen zur Synthetisierung von dynamischen Texturen entwickelt um Texturesequenzen verschiedener Gesichtsausdrücke oder Aktionen wie zum Beispiel neutral, fröhlich, grinsen oder sprechen, nahtlos aneinanderzureihen oder zu loopen. Damit ist es nicht nur möglich einzelne aufgenommene Sequenzen als „free-viewpoint-video“ wiederzugeben, sondern es kann, ähnlich wie beim „motion-graph“, aus den einzelnen Sequenzen eine neue komplexere Szene generiert werden.

**Projekt: Venturi****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** DIPL.-INF. DANIEL BUHRIG**Zusammenarbeit:** 8 Europäische Partner**Forschungsförderung:** Europäische Gemeinschaft (STREP)**Laufzeit:** 10/2011 – 09/2014

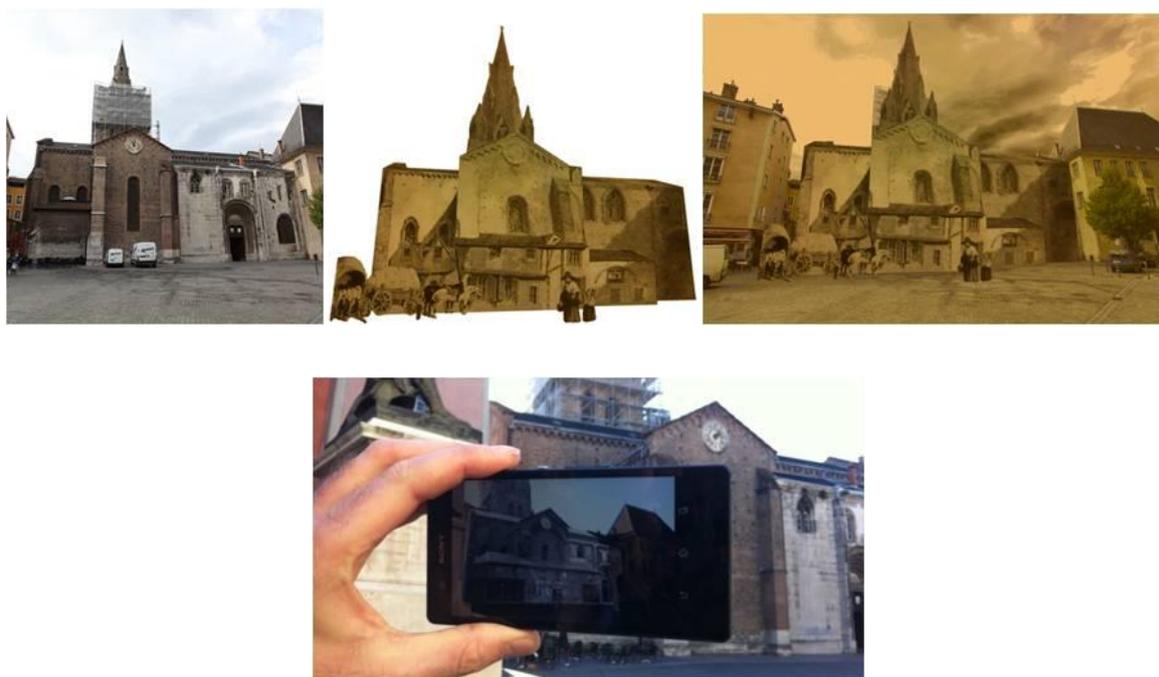
Das Projekt VENTURI wurde im Jahr 2014 abgeschlossen und in Form eines Augmented-Reality City-Guides Repräsentanten der EU in Grenoble präsentiert. Der entwickelte City-Guide wird als mobile Applikation auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Im Projekt VENTURI arbeiteten Europäische Partner aus Industrie und Forschung an einer ganzheitlichen Weiterentwicklung von Augmented Reality (AR) Technologien mit dem Fokus auf Mobilgeräte zusammen. Ziele der Kooperation sind es, das komplexe Ökosystem aus Hardware, Algorithmen und Tools gemeinsam weiterzuentwickeln, um eine aufeinander abgestimmte mobile AR Plattform der nächsten Generation zu schaffen, sowie effiziente Methoden zur Erzeugung und Präsentation von AR Inhalten bereitzustellen und vorhandene Webinhalte durch semantische Analyse für neuartige AR Anwendungen nutzbar zu machen. Hierfür deckt das Konsortium ein breites Spektrum an Themenfeldern ab, beginnend mit der Hardwareentwicklung und der Auswertung komplexer Sensordaten, über die Bildanalyse zur 3D Objektrekonstruktion, Bewegungsschätzung und Szenenklassifizierung, bis hin zum Web-basierten semantischen Data-Mining, der Anwendungsentwicklung und dem Usability Testing.

Mit den Arbeiten unserer Forschungsgruppe im Bereich der 3D Bildanalyse und Objektrekonstruktion deckten wir hier schwerpunktmäßig den Themenbereich der Generierung visueller AR Inhalte ab. Im letzten Projektjahr wurde ein AR City Guide entwickelt, welcher die Forschungsergebnisse des Projekt Konsortiums demonstriert. Unsere Forschungsgruppe hat dafür Werkzeuge für die Objektrekonstruktion aus historischen Bildern oder Gemälden entwickelt. Diese Art von Eingabedaten stellt besondere Ansprüche an die 3D-Rekonstruktion: historische Bilder liegen meistens in schlechter Qualität vor (bspw. Rauschen und Unschärfe), Gemälde können geometrische Widersprüche enthalten und Stereoaufnahmen bei älteren Bildern/Gemälden sind so gut wie nie vorhanden. Die entwickelten Softwarewerkzeuge unterstützen eine halb-automatische 3D Rekonstruktion, bei der geometrische Primitive benutzt werden um das Objekt in dem historischen Bild/Gemälde darzustellen. Die Tiefe wird dabei manuell geschätzt. Die resultierende 3D Repräsentation wird noch mit den Texturinformationen aus dem Eingabebild ergänzt.

Weiterhin hat sich unsere Forschungsgruppe mit der Fusion von AR Inhalten in eine reale Szene beschäftigt. Dazu wurden Verfahren für die Beleuchtungsschätzung in natürlichen Szenen sowie zur Anpassung von Bildeigenschaften (Rauschen, Farbe) zwischen Aufnahmen unterschiedlicher Kameras entwickelt.

Für den AR City Guide in Grenoble wurde beispielsweise für eine Kirche ein 3D Modell auf Basis eines alten Gemäldes erstellt. Dieses 3D Modell wird als AR Inhalt verwendet zeigt die Kirche wie so vor einer langen Zeit ausgesehen hat.



**Projekt: Real and Virtual Engagement in Realistic Immersive Environments (REVERIE)**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT

**Beteiligter Mitarbeiter:** DIPL.-ING. PHILIPP FECHTELER

**Zusammenarbeit:** 13 Europäische Partner

**Forschungsförderung:** Europäische Gemeinschaft (IP)

**Laufzeit:** 09/2011 – 05/2015

Das Europäische Integrated Project REVERIE verfolgt u.a. das Ziel, die Grenzen der Kommunikation zwischen mehreren Gesprächspartnern in der Telekommunikation aufzuheben. Als technische Lösung wird der Ansatz verfolgt, die Gesprächspartner während der Internet-basierten Kommunikation akustisch und visuell in 3D zu erfassen, und fotorealistic in Echtzeit in einen virtuellen 3D Raum zu projizieren. Via stereoskopische Displays bekommt jeder Teilnehmer die Sicht präsentiert, die seiner virtuellen 3D Repräsentation entspricht. Dadurch wird der Eindruck erzielt, direkt seinen Gesprächspartnern gegenüber zu stehen.

Der von uns in diesem Rahmen erforschte Ansatz kombiniert die Vorteile vom Image-Based-Rendern und reiner Computer Grafik. Mittels gängiger Verfahren wird vom Teilnehmer vorab aus 3D Scans ein realitätsgetreues animierbares Computer Graphik Model erstellt. Die zur Animation benötigten Parameter dieses Modells entsprechen einer eingebetteten Skelett-Struktur und können entweder Computer generiert oder mittels Motion Capture von einem Benutzer getrackt werden. Ersteres bietet die Möglichkeit, zur Visualisierung eines virtuellen Agenten. Letzteres erlaubt die Generierung real wirkender Animationen, wobei die Parameter nach Belieben angepasst werden können, z.B. Blickrichtungsanpassung. Initial entstammen die Texturdaten den 3D Scans wodurch der photorealistic Effekt entsteht. Um die Einflüsse feiner Verformungen wie beispielsweise im Gesicht wiederzugeben, werden dynamische Texturen benutzt, ein passend verzerrtes, auf die Oberfläche des Computer Models projiziertes Video. Diese Texturvideos können beispielsweise für einen virtuellen Agenten vorab aufgenommen sein, oder live via Tracking

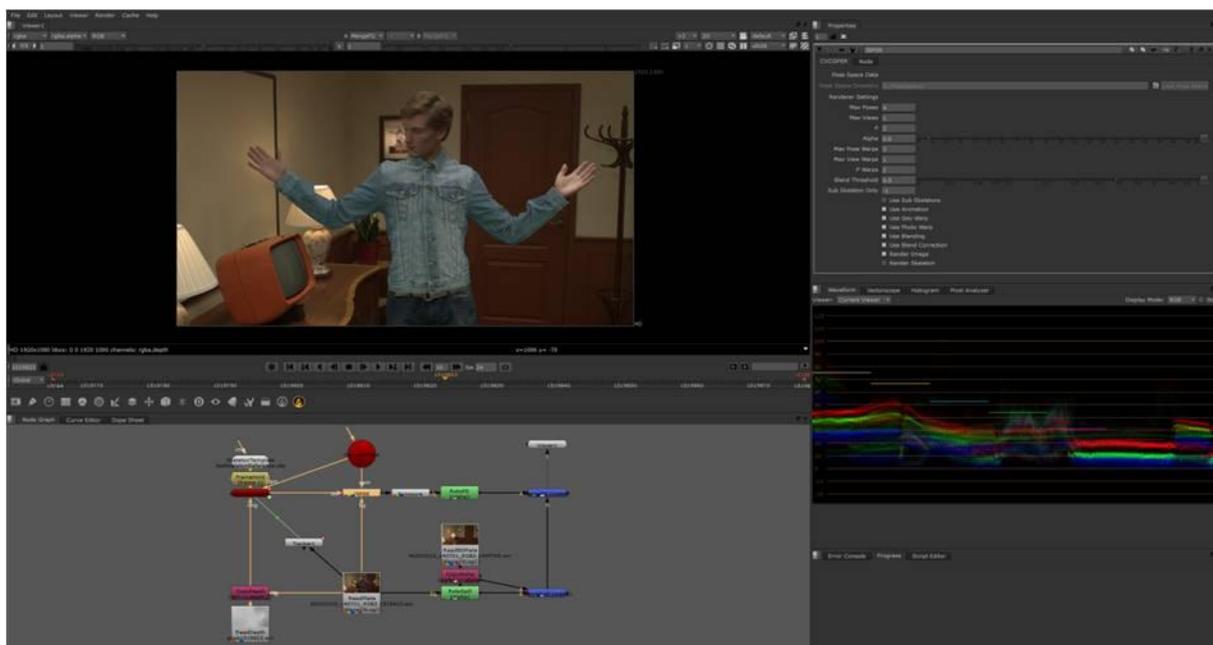
einem Video-Stream des Benutzers entnommen werden. Technische Details sind in [ICIP14] zu finden. Ergebnisse dieser Kombination von realitätsgetreuem Computer Graphik Modell mit gecaptureten Textur Videos sind in der Abbildung zu sehen.

**Projekt: Scene****Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT**Beteiligter Mitarbeiter:** DIPL.-INF. JOHANNES FURCH, DIPL. ING INGO FELDMANN**Zusammenarbeit:** 9 Europäische Partner**Forschungsförderung:** Europäische Gemeinschaft (STREP)**Laufzeit:** 11/2011 – 10/2014

Das Projekt SCENE hat es sich zum Ziel gesetzt eine neuartige hybride Szenenrepräsentation zu entwickeln, welche die Grenzen zwischen rein auf video- bzw. modellbasierten Herangehensweisen aufheben soll. Dies soll neben einer Vereinfachung des Prozesses zur Medienproduktion auch zur Erstellung ansprechenderer Inhalte beitragen. Die SCENE Repräsentation und die damit verbundenen Werkzeuge werden es ermöglichen, 3D Videos aufzunehmen, diese nahtlos mit CGI Inhalten zu kombinieren und das Resultat auf 2D oder 3D Endgeräten in linearer oder interaktiver Form anzubieten.



Im dritten und letzten Projektjahr wurden die im bisherigen Projektverlauf konzipierten und implementierten Verfahren in den klassischen Produktionsablauf integriert. Hierfür wurden Plugins für die von der kreativen Industrie verwendeten Werkzeuge entwickelt. Diese neuen Entwicklungen wurden dann im Rahmen einer Kurzfilmproduktion in Guildford (England) angewendet und evaluiert. Die Ergebnisse wurden dann auf verschiedenen Veranstaltungen (u.A. CINEC in München und CVMP in London) erfolgreich präsentiert. Das Projekt wurde erfolgreich im November in Guildford abgeschlossen.



### **Projekt: Mobile 3D Visual Search**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. PETER EISERT

**Beteiligter Mitarbeiter:** DIPL.-INF. JOHANNES FURCH

**Forschungsförderung:** EIT (EU)

**Laufzeit:** 01/2014 – 12/2014

In dem Projekt 3D Visual Search wurden neue Verfahren zur Bildsuche in Datenbanken entwickelt. Die Anfrage erfolgt dabei durch Beispielbilder der gewünschten Objekte, die durch ein Smartphone aufgenommen werden. Anwendungsgebiet war in diesem Fall die Suche von Gebäuden für den Immobilienmarkt, wobei die entwickelten Methoden weitge-

hend unabhängig vom Objekttyp sind. Klassische Bildsuche arbeitet meist auf den zweidimensionalen Bildern, die die Objekte bei unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen sehr unterschiedlich darstellen. Um eine bessere Invarianz gegenüber der Pose zu bekommen, wurden aus zwei Bildern zunächst eine dünn besetzt 3D Repräsentation erzeugt, die dann mit 3D Kandidaten in der Datenbank verglichen werden. Spezielle Repräsentationen erlauben einen effizienten Vergleich auch von größeren Datenbanken. Eine Live Demonstration wurde im Dezember auf dem Technology Day in Helsinki der Öffentlichkeit vorgestellt.

## Veröffentlichungen

W. PAIER, M. KETTERN, P. EISERT: *Realistic Retargeting of Facial Video*, Proc. European Conference on Visual Media Production (CVMP), London, UK, pp. 1-10, Nov. 2014.

P. FECHTELER, W. PAIER, P. EISERT: *Articulated 3D Model Tracking with on-the-fly Texturing*, Proc. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Paris, France, Oct. 2014.

FETTWEIS, BOCHE, WIEGAND, ZIELINSKI, SCHOTTEN, MERZ, HIRCHE, FESTAG, HÄFFNER, MEYER, STEINBACH, KRAEMER, STEINMETZ, HOFMANN, EISERT, SCHOLL, ELLINGER, WEIß, RIEDEL: *The Tactile Internet, ITU-T Technology Watch Report*, Aug. 2014.

D. BLUMENTHAL-BARBY, P. EISERT: *High-Resolution Depth For Binocular Image-Based Modelling*, Computers & Graphics, Apr. 2014.

## Vorträge

W. PAIER: *Realistic Retargeting of Facial Video*, 11<sup>th</sup> European Conference on Visual Media Production CVMP, London, November 2014.

P. EISERT: *Bildverarbeitung jenseits der industriellen Fertigung*, Fraunhofer Vision Technologietag, München, Oktober 2014.

P. FECHTELER: *Articulated 3D Model Tracking with on-the-fly Texturing*, International Conference on Image Processing, Paris, Frankreich, Oktober 2014.

P. EISERT: *High Detail 3D Reconstruction of Objects from Digital Images*, Digital Specimen 2014 Workshop, Naturkundemuseum, Berlin, September 2014.

P. EISERT: *3D-Erfassung von Oberflächen aus Bilddaten*, Workshop Reverse Engineering, IPK, Berlin, Juli 2014.

A. HILSMANN: *Bildbasierte Methoden zur photo-realistischen Darstellung komplexer Objekte* – Promotionsvortrag HU Berlin, März 2014.

M. KETTERN: *FreeFace – 3D-Erfassung von Personen zur Authentifikation mit zukünftigen ID-Dokumenten*, Hannover, März 2014.

A. HILSMANN: *Image-based Approaches for the Visualization of Complex Objects*– Dagstuhl Seminar *New Perspectives in Shape Analysis*, Februar 2014.

P. EISERT: *Hochgenaue bildbasierte 3D Erfassung von Objekten*, DWT Workshop Angewandte Forschung, Berlin, Februar 2014.

## Messeauftritte



CVMP, London



FHG Vision, München

- 3D Erfassung und Visualisierung, **Fraunhofer Vision**, München, Oktober 2014
- 3D Bildanalyse in der Medizin, **Medica**, Düsseldorf, November 2014
- Präsentation des EU-Projekts SCENE, **CINEC**., München, September 2014
- Präsentationen der EU-Projekte SCENE und REACT: **CVMP**, London, November 2014

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Dr. Peter Eisert

- Associate Editor Eurasip Journal on Image and Video Processing
- Editorial Board Journal Journal of Visual Communication and Image Representation
- Mitglied diverser Programmkomitees wie z.B. ICIP, ICME, CVMP, DAGM, 3DPVT, 4DMod, Mirage, VMV, Wiamis
- Diverse Gutachter Tätigkeiten, z.B. für DFG, FWF (Österreich), VR (Schweden)
- Mitorganisator Berliner Kolloquium für Wissenschaftliche Visualisierung
- Mentor für EXIST Gründungsteams 3DHair und S.A.M., 2013-2014

### Dipl.-Inf. Philipp Fechteler

- Begutachtung von Veröffentlichungen für die Journale IET Computer Vision, Sensors, Optics Express und The Optical Society - Applied Optics

### Dipl.-Inf. Johannes Furch

- Produktion des Kurzfilms „Lady in red“ im Rahmen des EU-Projekts SCENE in Guildford (England)

### Dr. Anna Hilsmann

- Reviewer-Tätigkeiten für z.B. ICIP, JVIS
- Teilnahme PostDoc Programm Adlershof 2014

## Laufende / abgeschlossene Abschlussarbeiten

CLEMENS SEIBOLD: *Estimation and Simulation of Motion Blur for Cinematic Post-production*, Diplomarbeit.

BENJAMIN DROST: *Kalibrierung für Lichtfeldkameras*, Bachelorarbeit.

ALEXANDER BEHRINGER: *Kalibrierung eines katadioptrischen Kamerasystems*, Diplomarbeit.

MICHAEL PRIETZEL: *Bild-basiertes Rendering von dynamischen Objekten mit komplexen Deformationen*, Bachelorarbeit.

FRANZISKA KOLBE: *Lokalisierung von Brillen und Brillengläsern in Bildern*, Diplomarbeit.

MIRKO LAUFF: *Generierung von Texture Atlanten für aus Kameraansichten rekonstruierte Objekte*, Studienarbeit.

MORITZ VOSSENBERG: *Entwicklung einer optimalen Belichtungssteuerung für HDR Video*, Studienarbeit.

JAN SCHULZ: *Synthese von Bewegungsunschärfe beim Rendering in Anwendungen der Erweiterten Realität*, Studienarbeit.

CLEMENS SEIBOLD: *Modellierung und Anpassung von Bildeigenschaften zwischen Aufnahmen durch unterschiedliche Kameras*, Studienarbeit, November 2014.

MARC KEWITZ: *Bildunterstützte Navigation auf Android Mobilgeräten*, Bachelorarbeit, Oktober 2014.

LORENZ FICHTE: *Kamera-basierte Detektion von Bedienelementen im Fahrstuhlinneren*, Bachelorarbeit, Oktober 2014.

OLIVER STADIE: *Analyse von Gitterstrukturen verformter Texturen*, Studienarbeit, Januar 2014.

## **Dissertationen**

ANNA HILSMANN: *Image-Based Approaches for Photo-Realistic Rendering of Complex Objects*, Dissertation, März 2014.

Lehr- und Forschungseinheit

## **Systemanalyse, Modellierung und Computersimulation (SAM)**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/sam>

### **Leiter**

PROF. DR. SC. NAT. JOACHIM FISCHER  
Tel.: (030) 2093 3109  
E-Mail: fischer@informatik.hu-berlin.de

### **Sekretariat**

SILVIA SCHOCH  
Tel.: (030) 2093 3111  
E-Mail: schochsi@informatik.hu-berlin.de

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter**

DR. RER. NAT. KLAUS AHRENS  
DIPL.-INF. INGMAR EVESLAGE (bis 10/14)  
DIPL.-INF. ANDREAS BLUNK (ab 11/14)

### **Technischer Mitarbeiter**

DIPL.-MATH. MANFRED HAGEN

### **Promovenden**

DIPL.-INF. (FH) MICHAEL FREY, M. SC. (bis 05/14 GK METRIK)  
DIPL.-INF. HARTMUT LACKNER (seit 04/13 GK METRIK)  
MARTIN SCHMIDT, M. SC. (seit 07/13 GK METRIK)  
LARS GEORGE, M. SC. (seit 05/13 GK METRIK)  
DIPL.-INF. MICHAEL SODEN (bis 05/14)  
DIPL.-INF. (FH) SIAMAK HASCHEMI  
DIPL.-INF. (FH) ARIF WIDER  
DIPL.-INF. FRANK KÜHNLENZ (bis 11/14)  
MIHAL BRUMBULLI, M.COMP.SC. (bis 03/14)  
DIPL.-INF. INGMAR EVESLAGE (seit 10/14)

### **Tutoren**

JOHANNES ROTHER  
NILS GOLDAMMER

Der Schwerpunkt der Forschung der LFE Systemanalyse war im Berichtszeitraum auf die Ausarbeitung von Projektanträgen im EU- und BMBF-Rahmen im Kontext von Kommunikationstechnologien für Smart City ausgerichtet. Kern der Beiträge unserer Forschungsgruppe

betrifft in Kooperation mit der Firma ICE Gateway GmbH und dem Fraunhofer Institut FOKUS die verkehrsabhängige und energiesparende individuelle Steuerung von Straßenlaternenlicht.

Die erfolgreichen Verteidigungen der Promotionen von Michael Soden und Frank Kühnlenz waren weitere Höhepunkte im Laufe des Jahres.

## **Lehre**

### **Lehrveranstaltungen Wintersemester 2013/2014**

- VL Automatisierung industrieller Workflows (PROF. J. FISCHER)
- VL Objektorientierte Modellierung, Spezifikation und Implementierung (OMSI 1) (PROF. J. FISCHER / DR. K. AHRENS)
- Praktikum zur VL Automatisierung industrieller Workflows (A. BLUNK)
- Übung zur VL Grundlagen der Programmierung (A. BLUNK)
- Praktikum zur VL Objektorientierte Modellierung, Spezifikation und Implementierung (OMSI 1) (I. EVESLAGE)
- Praktikum zur VL Grundlagen der Programmierung (DR. K. AHRENS)

### **Lehrveranstaltungen Sommersemester 2014**

- VL Automatisierung industrieller Workflows (PROF. J. FISCHER)
- Praktikum zur VL Automatisierung industrieller Workflows (A. BLUNK)
- VL Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementation (OMSI 2) (PROF. J. FISCHER / DR. K. AHRENS)
- Praktikum zur VL Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementierung (OMSI 2) (I. EVESLAGE)
- VL Compilerbau (PROF. J. FISCHER)
- Praktikum zur VL Compilerbau (DR. K. AHRENS UND I. EVESLAGE)

### **Lehrveranstaltungen Wintersemester 2014/2015**

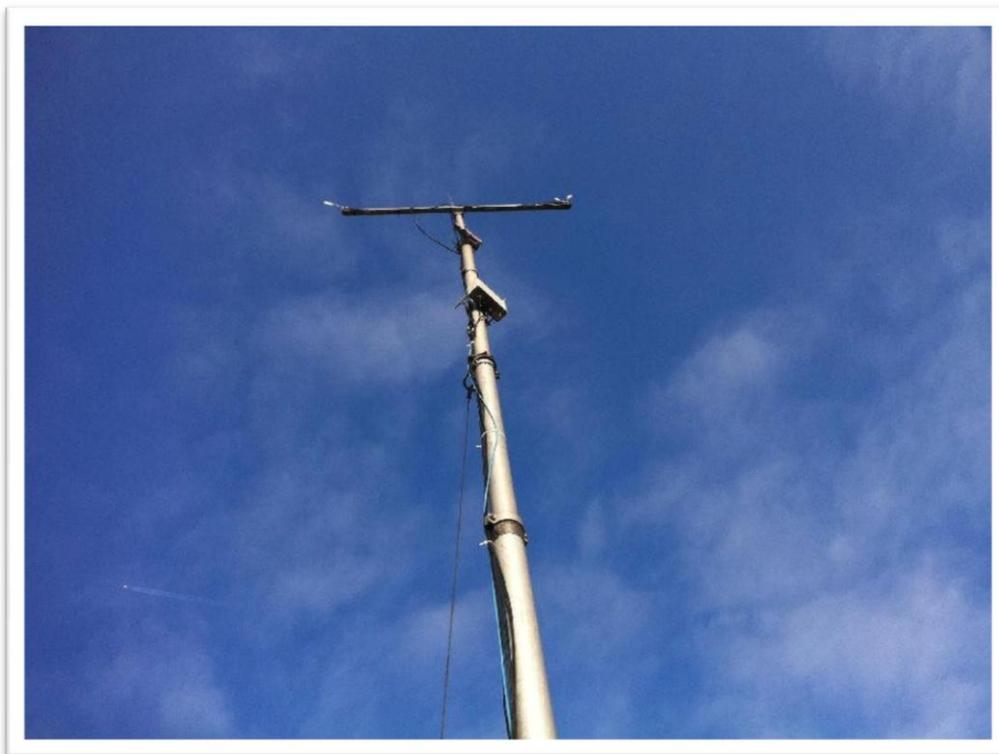
- VL Automatisierung industrieller Workflows (PROF. J. FISCHER)
- Praktikum zur VL Automatisierung industrieller Workflows (A. BLUNK)
- Praktikum zur VL Modellbasierte Softwareentwicklung (A. BLUNK)
- VL Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementierung (OMSI 1) (PROF. J. FISCHER / DR. K. AHRENS)
- VL Modellbasierte Softwareentwicklung (PROF. J. FISCHER / DR. M. SCHEIDGEN)
- Praktikum zur VL Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementierung (OMSI 1) (DR. M. SCHEIDGEN)
- Praktikum zur VL Grundlagen der Programmierung (DR. K. AHRENS)

## Forschung

### Schwerpunkt *Humboldt Wireless Lab*

**Joachim Fischer, Ingmar Eveslage, Markus Scheidgen**

Das *Humboldt Wireless Lab* (HWL) ist ein selbstorganisierendes hybrides *In-* und *Outdoor-*Maschennetzwerk auf dem Campus Berlin Adlershof der HU. Es ist in seinen Bestandteilen heterogen ausgelegt und besteht aus verschiedenen drahtlos kommunizierenden Knoten mit unterschiedlicher Sensorik und Funktechnologien.



Das *Outdoor-*Netzwerk zeichnet sich sowohl durch die großflächige Abdeckung des Areals Adlershof (Gebäude der Humboldt-Universität und kooperierender Institute) aus, als auch durch die Möglichkeit, die verschiedenen gebäudespezifischen *Indoor-*Netzwerke als ein gemeinsames drahtloses Backbone-Netzwerk zu verbinden.

### **HWL-Ausbau mit Knoten der Generation SOSEWIN 2.8 und Integration von USB-Webcams**

**Ingmar Eveslage**

Im Zuge der fortlaufenden Kooperation mit dem mittelständischen Unternehmen DResearch wurde die nächste Generation von SOSEWIN-Knoten entwickelt. Version 2.8 basiert auf der gleichen Plattform wie die vorherige Generation von SOSEWIN-Knoten mit Erweiterungen im Bereich drahtloser Kommunikation mit Anschlussmöglichkeit externer Sensoren. SOSEWIN-Knoten der Version 2.8 enthalten eine 802.11n MIMO-WLAN-Karte mit mehreren externen Antennen. Damit ist es erstmals möglich, MIMO-Netzwerke im Außenbereich experimentell zu untersuchen. Außerdem kommt eine 802.11abg *High-Power-WLAN*-Karte zum Einsatz, die eine Verbesserung der Zuverlässigkeit der drahtlosen Kommunikation verspricht, insbesondere bei einem Austausch stark gedämpfter Signale, verursacht durch Weterinflüsse, Abschattung durch Hindernisse u.ä..



Die wasserdichten *Outdoor*-Gehäuse der SOSEWIN-Knoten der Version 2.8 sind jetzt zusätzlich mit einem externen USB-Anschluss ausgestattet. Dieser erlaubt die einfache Ausrüstung der Knoten mit unterschiedlichen Sensortypen. So wurde bereits als *Proof-of-Concept* eine handelsübliche USB-Webcam an einen SOSEWIN-Knoten angeschlossen und das digitale Videosignal über das drahtlose Maschennetzwerk anderen Knoten aber auch Nutzern außerhalb des Netzwerkes über einen Gateway-Knoten bereitgestellt. Die Übertragung von Videosignalen dient einerseits als beispielhafte hohe Netzwerklast zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit (Durchsatz und Latenz) der drahtlosen Kommunikation und andererseits als Demonstration des Einsatzes drahtlos vermascht-vernetzter Sensorknoten zur optischen Überwachung von Verkehrsknotenpunkten oder anderer interessierender Infrastrukturen.

Viele der vorhandenen SOSEWIN-Knoten im Außenbereich wurden bereits durch ihre neue Version ersetzt, wobei die identischen Anschlüsse und Abmaße den Austausch erleichterten. Des Weiteren wurden neue Standorte für das *Outdoor*-Maschennetzwerk erschlossen. Hier wurde besonders vom Engagement der Technischen Abteilung der HU Berlin, der Wista Management GmbH und vom Kooperationspartner DLR profitiert, die sowohl Standorte als auch technische Unterstützung zur Verfügung stellten.

## ***ClickWatch* - ein Framework zur Datenerfassung in Maschennetzwerken**

### **Markus Scheidgen**

Das Experimentieren mit Test-Netzwerken drahtloser Bauart und mit Sensornetzen ist schwierig: Daten, die im Netzwerk produziert werden, müssen zusammengetragen und analysiert werden. Die Netzwerke müssen für jedes Experiment konfiguriert werden. Die gewonnenen Daten sind selten strukturiert und die verwendeten Analysemethoden sind generisch. Auch wenn viele Probleme und deren Lösung nicht nur für ein Experiment gelten, ist Wiederverwendung selten anzutreffen und selbst für kleinere Experimente müssen große Anstrengungen unternommen werden.

Mit *ClickWatch* wurde ein Framework geschaffen, welches diese Probleme lösen will. *ClickWatch* erlaubt es, Daten aus dem Netzwerk zu extrahieren. Unterschiedlichste Daten werden einheitlich dargestellt und ihre Meta-Informationen werden nutzbar gemacht. Das Framework vermag es, Daten, die in den Netzwerkknoten anfallen, für beliebig lange Experimente aufzuzeigen. Dabei werden die Daten so in einer Datenbank verwaltet, dass das Verwenden der Daten einfach und effizient wird. Durch die erfassten Meta-Informationen ist es möglich, Struktur und Typen der Daten gegen die vorgesehenen Analysen zu prüfen und damit die syntaktische Korrektheit einer Analyse sicherzustellen. *ClickWatch* vermag es, analysierte (also weiterverarbeitete) Daten in Graphen und Diagrammen darzustellen, bzw. für die Weiterverarbeitung (z.B. in Matlab) zu exportieren. Durch diese Eigenschaften lässt sich der Experimentierzyklus (siehe Abbildung) steuern und partiell automatisieren. *ClickWatch* ist speziell auf die Eigenschaften des *Humboldt Wireless Labs* ausgerichtet. Damit dient *ClickWatch* als Werkzeug für viele im Rahmen des HWL durchzuführende Experimente.

## ***EMF-Fragments* - ein Framework zur Verarbeitung beliebig großer EMF-Modelle**

### **Markus Scheidgen**

Die im HWL über *ClickWatch* erfassten Daten werden als EMF-Modelle repräsentiert. Selbst bei relativ kleinen Experimenten mit nur einer Handvoll Sensorknoten und kurzer Experimentdauer, können so EMF-Modelle entstehen, die sich nicht herkömmlich im Hauptspeicher verarbeiten lassen. Die modellbasierte Analyse von Quellcode-Repositories stellt einen weiteren Anwendungsfall mit sehr großen EMF-Modellen dar. Da gängige Persistierungstechniken von EMF-Modellen über SQL-basierte Datenbanken für die speziellen Anforderungen zur Speicherung großer Zeitreihen (Sensordaten) ungeeignet sind, musste eine Alternative geschaffen werden. Das Rahmenwerk *EMF-Fragments* erlaubt es EMF-Modelle anhand ihres Meta-Modells automatisiert in einzelne Teile (*Fragments*) zu zerlegen. Diese Einzelteile werden dann als Einträge eines Schlüssel-Werte-Speichers (*key value store*) persistiert. Das Rahmenwerk verbirgt diesen Vorgang, so dass die Modelle über die üblichen EMF-Schnittstellen verarbeitet werden können. Diese Lösung erlaubt es Entwicklern über das Meta-Modell festzulegen, wie feinteilig ein Modell zerlegt und gespeichert werden soll. Über spezielle Erweiterungen der EMF-Meta-Modellierungssprache *Ecore*, können Entwickler festlegen, welche Modellteile separat indiziert werden und welche Modellteile ohnehin immer im Verbund verarbeitet werden sollen. Somit kann die Datenbankstruktur speziell auf die Bedürfnisse der zu verarbeitenden Daten zugeschnitten werden, um Daten möglichst effizient verarbeiten zu können.

Durch die Verwendung von Schlüssel-Werte-Speichern als Datenbankabstraktion soll in Zukunft die Verarbeitung von EMF-Modellen mittels verteilter Programmiermodelle wie *Map-Reduce* oder das am Institut erforschte PACT-Programmiermodell möglich werden.

## Schwerpunkt *Simulationstechniken*

**Klaus Ahrens, Andreas Blunk, Mihal Brumbulli, Joachim Fischer, Ingmar Eveslage, Bastian Hauda**

Ein weiterer Forschungsgegenstand ist mit der Verfolgung aktueller Trends moderner Simulationstechniken verbunden.

### Einsatz der Simulationssprache SLX in der Lehre

**Joachim Fischer, Andreas Blunk**

Mit der Sprache SLX (*Simulation Language with Extensibility*) wurde eine Simulationssprache untersucht und auch in der Lehre eingesetzt, die im Gegensatz zu verbreiteten Programmiersprachen, wie C++ und Java, auf einer kleinen Menge von Basiskonzepten aufgebaut ist. Damit ist die Sprache besonders für Nicht-Informatiker (wie z.B. Wirtschaftsinformatiker) leichter zu erlernen. Sie erlaubt eine objektorientierte Modellierung zeitdiskreter Systeme, die dem Beschreibungsansatz von Simula und ODEmx folgt, aber auf einer einfacheren Basisprache aufgebaut ist. Alle weiteren Modellierungskonzepte sind unter Nutzung weniger Kernkonzepte beschrieben. Für die Ausbildung wurde insbesondere eine SLX-Bibliothek konzipiert, um die Modellierung und simulative Ausführung logistischer Abläufe zu unterstützen. Dabei wurde intensiv von den Möglichkeiten der Bereitstellung interner DSLs Gebrauch gemacht.

### A Highly Efficient Simulation Core in C++ (Paper)

**Andreas Blunk, Joachim Fischer**

Entwickelt wurde eine Methode, die es erlaubt, den Kern der prozess-orientierten Simulationssprache *Discrete-Event Base Language* (DBL) laufzeiteffizient in der Sprache C++ zu implementieren. Der Kern basiert auf einer Erweiterung der Sprache C durch den GNU C/C++ Compiler, die unter der Bezeichnung *Labels as Values* bekannt ist. Ursprünglich wurde diese Erweiterung bereits durch die Sprache FORTRAN unter dem Namen *Assigned GOTO* eingeführt. Die Erweiterung erlaubt es, den Steuerungswechsel zwischen Prozessen in C/C++-basierten Simulationsmodellen laufzeiteffizient zu implementieren. In einem *Assigned GOTO* kann dabei die übliche GOTO-Anweisung zusammen mit einer Sprungmarke verwendet werden, die zuvor als Wert in einer Variablen hinterlegt wurde. Damit ist es nicht mehr nur möglich von einem bestimmten Punkt statisch an eine andere bestimmte Stelle zu springen, sondern von diesem Punkt aus dynamisch an eine Stelle in einem Programm zu springen. Auf diese Weise lassen sich Steuerungswechsel laufzeiteffizient implementieren.

Der Steuerungswechsel ist aber nur ein Teil eines benötigten Kontextwechsels, der bei jedem Prozesswechsel erfolgt. Der andere Teil besteht in der Sicherung und Wiederherstellung des Ausführungszustandes von Prozessen. Der Zustand enthält neben der Ausführungsposition auch den aktuellen *Call Stack* (Funktionsaufrufstapel). Da der *Call Stack* bei einem *Assigned GOTO* nicht automatisch gesichert wird, verwenden wir in unserem Ansatz einen in C++ emulierten *Call Stack*.

Die Verwendung von GOTO-Anweisungen zusammen mit einer Emulation des *Call Stacks*, führt zu schwer verständlichen Simulationsmodellen. Dieses Problem wird mit der für die Simulation konzipierten Hochsprache DBL gelöst. Diese erlaubt es, ein System zunächst verständlich zu beschreiben. Erst für die Ausführung wird ein DBL-Modell dann in einen C++-basierten Simulationskern unter Verwendung von *Assigned GOTO* und *Call-Stack-Emulation* abgebildet.

Im Laufe der Entwicklung wurde von uns die Laufzeiteffizienz dieses neuartigen Simulationskerns mit verschiedenen etablierten Kernen verglichen, darunter auch dem Kern von SLX. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass der neue Kern bei Kontextwechseln ähnlich laufzeiteffizient ausgeführt wird wie SLX und darüber hinaus SLX sogar in anderen Bereichen überlegen ist. Der Ansatz ist in einem wissenschaftlichen Artikel beschrieben und wurde im April auf der Spring Simulation Conference in den USA vorgestellt.

### **Prototyping SDL Extensions (Paper)**

**Andreas Blunk, Joachim Fischer**

Semaphore, Prozessprioritäten und Real-Time Tasks sind Beispiele für Erweiterungen der Sprache SDL, die Konzepte von Real-Time Systemen zur Sprache SDL hinzufügen. Die notwendige Werkzeugunterstützung solcher Erweiterungen erfordert häufig eine zeitintensive manuelle Anpassung bestehender Modell- und Analyse-Werkzeuge. In dem Artikel wird ein Ansatz vorgestellt, der den Aufwand für den Erhalt eines textuellen Modelleditors und eines next-Event Simulators reduziert. Der Ansatz unterstützt eine prototypische Entwicklung von Spracherweiterungen mit dem das Design und die Eignung einer Erweiterung durch Test und Simulation bewertet werden können. Es wird eine Anwendung des Ansatzes auf eine Teilmenge von SDL diskutiert. Der Ansatz ist noch nicht vollständig implementiert, daher zeigt der Artikel eine Arbeit in Entwicklung (work in progress).

### **Codeanalyse und -optimierung von ODEMx (Bachelorarbeit)**

**Bastian Hauda**

Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde der Quelltext der Prozesssimulationsbibliothek ODEMx hinsichtlich der Identifikation optimierbarer Schwachstellen untersucht. Dafür wurden einige Aspekte dieser sehr umfangreichen Bibliothek ausgewählt und die Ausführungsgeschwindigkeit erstellter Beispielprogramme gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden anschließend bewertend diskutiert, um mögliche Verbesserungsvorschläge zu unterbreiten. Testweise implementiert stellt die Arbeit auch die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen jeweils optimiertem und ursprünglichem Quelltext dar.

### **Analyse von dispositiven Eingriffen im Schienenverkehr durch Computersimulation (Diplomarbeit)**

**Carsten Otto**

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden durch experimentelle Simulation die Auswirkungen von dispositiven Eingriffen zur Lösung von Trassennutzungskonflikten innerhalb eines DLR-Projektes zur Bahnverkehrssteuerung untersucht. Trassennutzungskonflikte beschreiben die Behinderung eines Zuges bei der Nutzung eines Trassenabschnittes durch einen anderen Zug. Als Strategie zur Konfliktlösung wurde im Speziellen die außerplanmäßige Überholung ausgewählt. Diese wird für jeden Konfliktfall mit dem jeweiligen Betrieb ohne Eingriff verglichen, wobei die Kenngrößen Energieverbrauch, Pünktlichkeit und Streckenauslastung herangezogen werden. Die Blätter des an den Konfliktfällen verzweigenden binären Entscheidungsbaums bestehen dann aus voneinander unabhängigen Simulationsläufen.

Im Verlauf der Diplomarbeit wurde für die Analyse ein repräsentatives Netz-Teilstück samt Fahrplan erstellt. Als Simulationsumgebung diente SLX, dessen herausragende Performanz bei der Ausführung zu bewertender Simulationläufe von Vorteil war. Neben einem tabellarischen Vergleich der jeweiligen Simulationsläufe entstand eine grafische Ausgabe mit Hilfe der Software *Proof Animation* (ebenso wie SLX von Wolverine Software). Die Ausgabe besteht

aus domänen-typischen Zeit-Weg-Diagrammen und ermöglicht so eine geeignete Evaluation der einzelnen Läufe.

### **Modellierung und Simulation von verteilten Kommunikationssystemen (Dissertation)**

**Mihal Brumbulli**

Verteilte Kommunikationssysteme sind durch einen hohen Grad an Komplexität geprägt. Daher erfordert ihre Analyse entsprechende Methoden und Werkzeuge. Simulation hat sich als ein erfolgreiches Verfahren zur Analyse solcher komplexen Systeme etabliert. Die Glaubwürdigkeit der Simulationsergebnisse ist weitgehend davon abhängig, ob das Simulationsmodell die wesentlichen Komponenten eines Systems und ihre Wechselwirkung mit ausreichender Genauigkeit widerspiegelt.

Diese Dissertation beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation von verteilten Kommunikationssystemen. Der Fokus liegt dabei auf der Gewährleistung der gewünschten Glaubwürdigkeit von Simulationsexperimenten durch automatische Ableitung von Simulationsmodellen aus Systemspezifikationen. Der vorgeschlagene modellgetriebene Ansatz nutzt die standardisierten Sprachen SDL, UML, C/ C++ und MSC als Teil der Systemspezifikations-sprache SDL-RT und bietet damit Modellierungsmittel für alle Aspekte eines Systems, einschließlich Architektur, Verhalten, Kommunikation und Installation.

Die Architektur des Systems wird in hierarchische Funktionsblöcke bis auf Prozessebene zerlegt. Das Verhalten dieser Prozesse repräsentiert die funktionellen Eigenschaften des Systems. Die verteilte Kommunikation wird unter Verwendung von vordefinierten SDL-RT-Mustern realisiert, wodurch die Wiederverwendbarkeit von bestehenden Modellen der zugrunde liegenden Kommunikationsprotokolle ermöglicht wird. *Deployment*-Modelle beschreiben die Setup- und Konfigurationswerte des verteilten Systems.

Die Architektur- und Verhaltensmodelle werden dann einschließlich der Kommunikationsmuster als gemeinsame Basis für die automatische Generierung von Simulations- und Zielcode verwendet. Die simulative Systemausführung erzeugt anschließend einen Satz von formatierten *Debug*-Spuren, die mit gängigen Netzwerkvisualisierungskonzepten und unter Verwendung MSCs detaillierte Einblicke in die Systemdynamik erlauben.

### **Analyse und Verbesserung der Bedienbarkeit und der Ausführungszeit des Loggings von ODEMx (Studienarbeit)**

**Alexander Walther, Ingmar Eveslage**

Die Simulationsbibliothek ODEMx verwendet zur Erfassung und Ausgabe von Fehlern, benutzerspezifischen und simulationsrelevanten Informationen einen Mechanismus, der *Logging* genannt wird. Die Aufgabenstellung der Studienarbeit war, die Ausführungszeit des *Loggings* zu analysieren und zu reduzieren. Darüber hinaus sollte ermöglicht werden, das *Logging* zur Laufzeit auszuschalten. Dies wurde durch die Erweiterung eines vorhandenen Mechanismus erreicht, welcher das Ausschalten eines Teils des *Loggings* nach Neuübersetzung von ODEMx ermöglichte. Für eine einfache Verwendung des *Loggings* bietet ODEMx eine Standardkonfiguration für das *Logging* an. Anpassungen an der Konfiguration konnten die Ausführungszeit des *Loggings* deutlich verringern. Des Weiteren wurde die Möglichkeit implementiert, die Ausgaben des *Loggings* in eigenen Threads auszuführen. Bei Mehrkern- bzw. Mehrprozessorsystemen kann das die Ausführungszeit des *Loggings* verringern. Für ausgewählte Simulationsszenarien wurden Messreihen durchgeführt, die eine erwartete starke Reduktion der Ausführungszeiten des *Loggings* nach Anpassung bestätigten.

## **Analyse und Verbesserung der Simulationsberichte von ODEMx (Diplomarbeit)**

**Alexander Walther, Ingmar Eveslage**

ODEMx bietet für realisierte Simulationen die Erstellung zusammenfassender Berichte an. In diesen werden neben den Werten ausgewählter Zustandsgrößen auch Profile statistischer Größen (wie z. B. Minimum, Maximum und Mittelwert) angegeben. Die Berichte von ODEMx in der Version 3.0 sollen mit denen von ODEMx in der Version 2.2 und mit denen der Simulationsbibliothek SLX verglichen werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen der Verbesserung der Simulationsberichte dienen. Der Mechanismus der Berichterstellung von ODEMx in der Version 3.0 soll analysiert und erweitert werden.

## **Implementation zeitkontinuierlicher Prozesse in SLX - Puck vs. Funktion (Studienarbeit)**

**Christopher Breszka**

Eine Möglichkeit, die Änderungsraten sich zeitkontinuierlich ändernder Zustandsgrößen durch ein Integrationsverfahren berechnen zu lassen, ist die Angabe der beschreibenden Differentialgleichung mit Hilfe virtueller Objektmethoden. Die Aufrufe dieser Methoden sind dabei dynamisch gebunden und enthalten daher immer einen gewissen Laufzeit-Overhead. Durch Experimente wurde festgestellt, dass Funktionsaufrufe in SLX sehr viel langsamer sind als in der Sprache C++. Da SLX jedoch in allen anderen Aspekten sehr viel schnellere Simulationen erlaubt, wurde nach Alternativen für die Berechnung von Änderungsraten gesucht. Hierbei bietet sich aufgrund der geringen Laufzeit von Prozesswechseln in SLX eine Untersuchung der Berechnung von Änderungsraten durch Prozesse und Prozesswechsel an. In SLX können dabei mit Hilfe von Pucks für jeden Prozess mehrere interne parallele Abläufe erzeugt werden. Bei einem Wechsel zu einem solchen Ablauf wird dann die Änderungsrate berechnet. Am Ende erfolgt der Wechsel zurück zum Integrationsverfahren. Die Arbeit hat untersucht, ob eine Puck-basierte Berechnung von Änderungsraten schneller abläuft als eine Objektmethoden-basierte Alternative. Erste Untersuchungen ließen auf einen Laufzeitvorteil von Pucks gegenüber Methodenaufrufen hoffen (Puck-Wechsel dabei auf Basis von yield to). In Untersuchungen mit Praxismodellen konnte dieser Vorteil jedoch nicht bestätigt werden (Puck-Wechsel auf Basis von wait list und reactivate list).

## **Schwerpunkt *Erdbebenfrühwarnung, Verkehrsdatenerfassung und Smart City Infrastruktur***

**Ingmar Eveslage, Joachim Fischer, Markus Scheidgen**

Als ein Anwendungsbeispiel für drahtlose Sensornetzwerke in der intelligenten Stadt haben wir die mit Erschütterungssensoren ausgestatteten Knoten des HWL genutzt, um zu evaluieren, in wie weit Straßenverkehr erkannt und klassifiziert werden kann. Diese Form der Verkehrsüberwachung kann eine günstige und datenschutztechnisch unbedenkliche Alternative zu den heute verwendeten Induktionsschleifen und Video-basierten Überwachungstechniken sein. Wir konnten in ersten Experimenten feststellen, dass einzelne Fahrzeuge zumindest in einfachen Szenarien mit ausreichender Sicherheit erkannt werden können und dass eine Fortsetzung dieser Arbeit sinnvoll ist.

Um die bisherigen Arbeiten auf diesem Gebiet weiter zu vertiefen, wurde eine Kooperation mit dem DLR vereinbart. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurden bisher zwei Projekte realisiert.

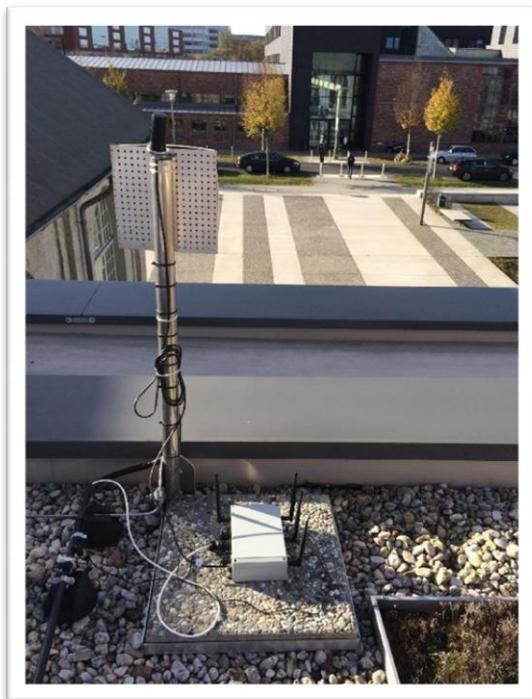
Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Der Projektpartner, das Institut für Verkehrssystemtechnik (TS), erbringt Forschungs- und Entwicklungsleistungen für Automotive- und Bahnsysteme sowie für das Verkehrsmanagement. Damit leistet es einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit und Effizienz des straßen- und schienengebundenen Verkehrs. Das Institut TS entwirft, entwickelt und evaluiert in interdisziplinären Teams Lösungen für nutzerorientierte Fahrerassistenz, zur Verkehrserfassung und -beeinflussung sowie zur Sicherung, Automatisierung und Disposition im Schienenverkehr. Dabei berücksichtigt es die Anforderungen und Auswirkungen innerhalb des Gesamtverkehrssystems.

Das DLR und die LFE Systemanalyse sind vor dem Hintergrund, dass die Mobilität in stetig steigendem Maße durch technische Neuerungen beeinflusst wird, gemeinsam daran interessiert, einen innovativen Beitrag zu leisten. Dafür soll die wachsende Komplexität von Sensornetzwerken gemeinsam erforscht und neuartige Sensorkonzepte getestet werden. Die Kooperation soll einzigartiges *Know-How* auf diesen Gebieten zusammenbringen und weiter vertiefen. Langfristiges Ziel ist es, gemeinsam Projekte auf diesem Gebiet zu akquirieren.

Zusätzlich zur Zusammenarbeit an einer gemeinsamen Infrastruktur in Berlin-Adlershof unterstützte die LFE Systemanalyse das DLR bei der Videodokumentation einer Katastrophenschutzübung im Rahmen des VABENE Projektes (siehe sonstige Aktivitäten).

## **DLR Kooperation I**

### **Integration von Bluetooth-Sensoren in das HWL**



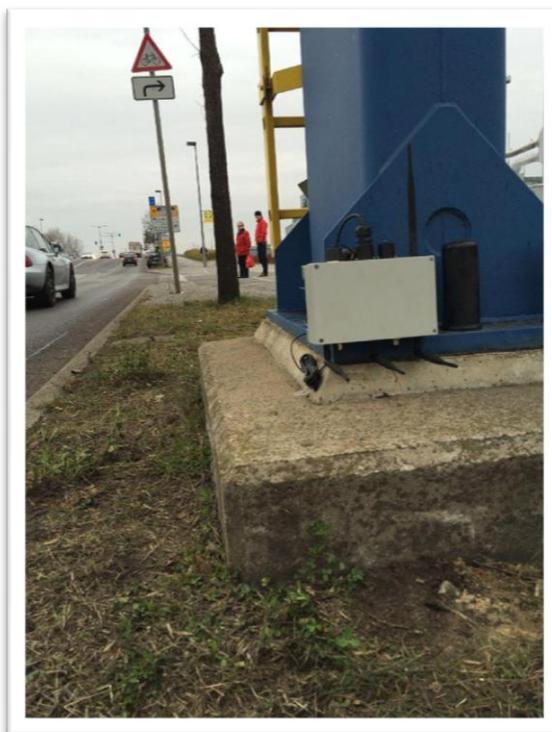
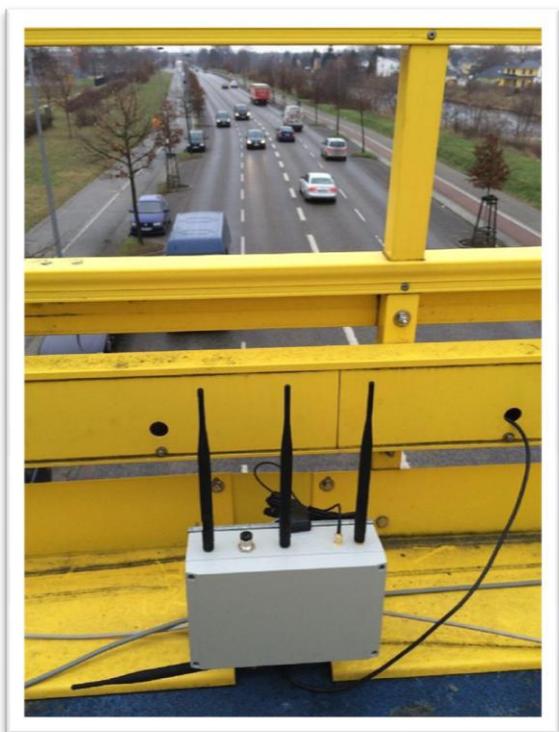
Die hohe Verbreitung von Bluetooth-fähigen Geräten wie Smartphones oder Freisprecheinrichtungen erlaubt die Ableitung von Verkehrskenngrößen aus der Beobachtung von Bluetooth-Geräten. Zu diesem Zweck wurden verschiedene HWL-Knoten in der Nähe von Verkehrsknotenpunkten mit Bluetooth-Sensoren ausgestattet. Diese erlauben die Erfassung der Bluetooth-Geräte in einem Umkreis von bis zu 100m. Die erfassten Hardware-Adressen werden auf dem HWL-Knoten anonymisiert und über das drahtlos vermaschte Netzwerk an einen

zentralen Rechner des DLR übertragen. In einer späteren Ausbaustufe ist geplant, die Berechnung der Bewegungsvektoren der erfassten Geräte dezentral innerhalb der HWL von den Sensorknoten direkt durchzuführen und ausschließlich die berechneten Bewegungsvektoren an eine Datensinke außerhalb des Sensornetzwerkes zu übermitteln.

## **DLR Kooperation II**

### **Ausrüstung der Teststrecke Ernst-Ruska-Ufer mit HWL-Knoten**

Zur Evaluation der Detektionsalgorithmen von Fahrzeugen mit Hilfe der Beschleunigungssensoren der HWL-Knoten wurde die Teststrecke Ernst-Ruska-Ufer des DLR mit HWL-Knoten ausgestattet. Die parallele Installation der Knoten an Messpunkten des DLR erlaubt den Vergleich der Detektionsergebnisse mit anderen Sensoren, wie z.B. Induktionsschleifen, optische Kameras oder 3D Scanner. Das erlaubt auch eine automatisierte Aus- und Bewertung der Detektionsalgorithmen und deren Parameter.



Bisher sind eine Messbrücke mit drei Knoten (zwei auf der Messbrücke über der Fahrbahn und ein Knoten am Fuß der Messbrücke) und ein Steuerungskasten am Rande der Fahrbahn mit einem Knoten ausgestattet. Ein Knoten hat eine direkte Verbindung in das interne Netzwerk der Messstreckeninstallation. Die anderen Knoten sind drahtlos untereinander vernetzt. Eine direkte drahtlose Verbindung zum HWL ist geplant, bedarf aber aufgrund der Entfernung zur bisherigen Installation noch einer Ausdehnung des HWL in Richtung Ernst-Ruska-Ufer.

### **Kooperation mit ICE Gateway GmbH**

ICE Gateway GmbH ist ein innovatives KMU mit dem Sitz in Berlin-Adlershof. Das Unternehmen wurde durch die High Tech Gründerfonds finanziert und hat inzwischen diverse Partnerschaften und Innovationspreise gewonnen. Dazu gehören die enge Kooperation mit der Deutsche Telekom, Cisco, EIT und langjährige Kooperationen mit verschiedenen Instituten in Berlin-Adlershof.

ICE bietet im Außenbereich eine kabellose Infrastruktur (“Wireless Infrastructure as a Service”, IaaS) für LED-Licht, Sensoren, Apps und Cloud Services in Smart Cities. Diese Lösung reduziert die Energiekosten für die öffentliche Beleuchtung um bis zu 80% und bietet die Basisinfrastruktur für neuartige Verkehrsmanagementlösungen. Die Infrastruktur wird einmalig installiert und mehrfach verwendet. Diese ökologisch sowie ökonomisch sinnvolle Lösung wird einfach an Stelle des bisherigen in den Straßenleuchten integrierten Betriebsgerätes installiert und mit gleichstrombasierten LED-Leuchtmitteln kombiniert.

Der Einsatz von drahtlosen Technologien auf WLAN-Basis und die Installation von ICE Gateway Kommunikationsknoten in Berlin-Adlershof schafft neue Möglichkeiten zur Erforschung von heterogenen Kommunikationsinfrastrukturen im Bereich von drahtlosen Sensornetzwerken für Smart Cities. Beide Netzwerke, HWL und das ICE Gateway Netzwerk, werden im Zuge kooperativen Entwicklung in die Lage versetzt, miteinander kommunizieren zu können, um damit ein größeres, flexibleres Netzwerk mit unterschiedlichen Ausprägungen bereitstellen zu können. In diesem integrierten Netzwerk können dann unterschiedliche Sensoren, mit unterschiedlichen Datenaufkommen, und verschiedenen Kommunikationstechnologien (3G, WLAN, Bluetooth) auf ihre Eignung für Smart-City-IT-Infrastrukturen untersucht werden.

### **Verbesserung des Geo-Dienstes für die verteilte Verkehrserfassung (Bachelorarbeit)**

#### **Robert Kühn**

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Verbesserung der in dem o.g. Semesterprojekt zur Verkehrserfassung genutzten Erdbebensensoren. Besonderer Schwerpunkt liegt in der Ersetzung des einfachen schwellwertbasierten Algorithmus zur Erkennung eines Verkehrsteilnehmers durch eine signaltechnisch verbesserte Technik, um das Spektrum verlässlich zählbarer Fahrzeuge von LKWs und Transportern wenn möglich auch auf PKWs zu erweitern. Weiterhin soll das Abstimmungssystem innerhalb der Cluster-Head-Struktur, die in dem Semesterprojekt zum Zusammenwirken der Sensoren verwendet wurde, auf Verbesserungsmöglichkeiten untersucht werden. Das gleichberechtigte Abstimmverhalten der einzelnen Sensoren soll durch eine während der Messung automatisch angepasste Gewichtung der jeweiligen Sensoren ersetzt werden. Dadurch soll, wie auch durch den verbesserten Signalverarbeitungsalgorithmus, die hardwarebedingte Ungenauigkeit der Sensoren wettgemacht werden und eine hinreichend verlässliche Verkehrszählung möglich werden.

### **Schwerpunkt *Modellbasierte Softwareentwicklung***

#### **Joachim Fischer, Michael Frey, Siamak Haschemi, Frank Kühnlenz, Markus Scheidgen, Arif Wider**

In der modellbasierten Softwareentwicklung werden alle Aktivitäten der Softwareentwicklung von der Erfassung von Anforderungen, der Beschreibung von Domänen, Softwareentwürfen und Architekturen, der eigentlichen Erstellung von Code, dem Testen, bis hin zum Deployment durch Modelle unterstützt. Hierbei kommen viele unterschiedliche und immer wieder angepasste sowie neue Modellierungssprachen zum Einsatz. In den letzten Jahren hat die Verwendung von domänenspezifischen Sprachen, also Sprachen mit einem fokussierten Einsatzbereich und kurzen Lebenszyklen an Bedeutung gewonnen. Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes werden Techniken zur metamodell-basierten Definition von Modellierungssprachen im Allgemeinen und die Entwicklung von domänenspezifischen Sprachen im Speziellen erforscht.

## Modellbasierte Analyse von Quellcode-Repositories

### Markus Scheidgen

Quellcode-Repositories enthalten mehr Informationen als der beinhaltete Quellcode allein. Die gespeicherte Entwicklungsgeschichte einer Software als Folge von Transaktionen auf ihrem Quellcode enthält verstecktes Wissen über die Software im Speziellen und die Entstehung von Software und Softwareentwicklungsprozessen im Allgemeinen. In den Forschungsdisziplinen *Mining Software Repositories* (MSR) und *Software Evolution* versucht man dieses versteckte Wissen durch die rechnergestützte Analyse von Quellcode-Repositories zu extrahieren. Wie bei der Entwicklung von Software kämpft man hier mit dem Problem der plattformunabhängigen Beschreibung von Software, die es ermöglicht, Analysen auf möglichst vielen Repositories durchführen zu können ohne diese für konkrete Repositories anpassen zu müssen.

Ziel der modellbasierten Analyse von Quellcode-Repositories ist es daher, Repositories so durch Modelle abzubilden, dass eine einheitliche Darstellung erreicht wird, die trotz Abstraktion alle wichtigen Informationen enthält aber gleichzeitig eine einheitliche Analyse erlaubt.

Wir haben eine Werkzeugkette geschaffen, die dies für den gesamten Umfang der Eclipse Quellcode-Repositories ermöglichen soll. Diese Werkzeuge erlauben es, GIT-Repositories zu importieren und ihre innere Struktur gemäß eines EMF-Meta-modells darzustellen. Der enthaltene Quellcode wird durch ein existierendes EMF-Werkzeug zum *Reverse Engineering* von Java-Code (MoDisco) in ein Modell überführt und die Modellelemente der verschiedenen Code-Revisionen werden miteinander verknüpft. Dadurch entsteht ein komplettes EMF-Modell des Quellcode-Repositories auf dem Abstraktionsniveau von abstrakten Syntaxbäumen. Auf der Basis der verwendeten Meta-Modelle für GIT-Repositories und Java-Code können dann einheitliche Analysen in allen angebotenen EMF-basierten Query- und Transformations-sprachen formuliert und ausgeführt werden.

Diese Quellcode-Repository-Modelle können sehr groß werden. Erfahrungsgemäß benötigt die Speicherung von abstrakten Syntaxbäumen ca. das 400-fache an Speicherplatz gegenüber der Speicherung als Quellcode. Um diese großen EMF-Modelle zu beherrschen, kommt das von uns für die modellbasierte Verarbeitung von Sensordaten entwickelte EMF-Fragments zum Einsatz.

## Dynamische Modellanalyse von Metamodellen mit Operationaler Semantik

### Michael Soden

Zur Konstruktion von domänenspezifischen Sprachen werden zunehmend metamodellbasierte Ansätze eingesetzt, die nicht nur erhebliche Vorteile hinsichtlich der zeitnahen Bereitstellung sprachspezifischer Werkzeuge im Vergleich zum traditionellen Compilerbau bieten, sondern auch mittels eines einheitlichen Rahmenwerks sowohl die Definition und die Analyse von Sprachen und ihrer jeweiligen Sprachinstanzen gestatten.

Dabei konzentrieren sich diese Ansätze bisher (von wenigen Ausnahmen abgesehen) einschränkend auf die Definition und Analyse der konkreten und abstrakten Syntax der Sprachen bei Einsatz metamodellbasierter Plattformen. Die Umsetzung der dynamischen Semantik wird meist durch Abbildung auf bewährte formale Kalküle realisiert oder man bildet sie per Transformation auf Artefakte gängiger Implementationssprachen ab. Zwischen beiden Herangehensweisen gibt es keine Zusammenhänge. Generell weiß man, dass beide Abbildungen für praxisrelevante Sprachen sehr komplex werden.

Die Dissertationsschrift von Michael Soden geht vom etablierten MOF-Ansatz aus und stellt sich der Untersuchung von MOF-Erweiterungsmöglichkeiten hinsichtlich der Anreicherung

einer Operationalen Semantik, die über das jeweilige Ensemble objektorientierter Strukturen der zu betrachtenden MOF-konformen Sprachinstanzen navigieren und diese entsprechend der jeweiligen Semantikdefinition direkt manipulieren kann. Dazu wird ein formalisiertes Laufzeitkonzept für seine unterstützten Sprachen benötigt, deren jeweilige operationale Semantik die Programmausführung seiner Sprachinstanzen auf einer abstrakten Maschine bestimmt. Eine weitere Problematik, der sich der Autor stellt, ist dem Bereich der dynamischen Analyse von Sprachinstanzen seiner MOF-konformen Sprachen entlehnt. Konkret sucht er eine vom jeweiligen Metamodell unabhängige Methode zur dynamischen Analyse, um eine Validierung von Sprachinstanzen während und nach einer Programmausführung zu ermöglichen.

Bei der Lösung beider Aufgaben wurden vom Autor insbesondere Fragen beantwortet, die die einheitliche mathematische Formalisierung von statischen und dynamischen Aspekten von Metamodellen betreffen und die Sprachen in Struktur und Verhalten einheitlich definieren.

Ein erster Proof-Of-Concept der Ergebnisse der primär konzeptionell angelegten Arbeit wurde realisiert. Die Dissertation wurde im Mai 2014 erfolgreich verteidigt.

## **Modellbasiertes Testen von dynamischen Komponenten eines Systems**

### **Siamak Haschemi**

Komponenten bilden die Grundlage eines anerkannten Instrumentariums zur Strukturierung von Softwaresystemen. Sie bilden Einheiten, aus denen Software nach dem Baukastenprinzip zusammengestellt werden kann. Dabei wird ein System als eine Menge von Komponenten betrachtet, die funktional miteinander in Beziehung stehen, wobei über Schnittstellen Dienste für andere Komponenten angeboten oder von anderen genutzt werden. Neben der Funktionalität, die diese Dienste bieten, spielt auch deren Dienstgüte in Gestalt nicht-funktionaler Eigenschaften eine wesentliche Rolle.

Betrachtet wird nun in dieser Dissertation eine spezielle Klasse verteilter Komponentensysteme, die neben ihrem reaktiven Verhalten einen hohen Grad an Dynamik bezüglich ihrer Komponentenstruktur aufweisen. So zeichnen sich diese Systeme durch die Fähigkeit aus, sich aus einem Fundus vorhandener Komponenten zur Laufzeit unter bestimmten Konstellationen neu komponieren zu können. Derartige Systeme kommen insbesondere im Bereich selbstorganisierender Ad-hoc- und Maschennetzwerke wie auch im Bereich des Mobile Computing zum Einsatz.

Während in der Vergangenheit hauptsächlich unterschiedliche Wege der Formalisierung der Systemarchitektur bei Generierung von Meta-Wissen zur situationsabhängigen Re-Konfiguration untersucht worden sind, haben modellbasierte Testmethoden diese Systemspezifik mit dem Ziel der automatischen Testfallgenerierung und Testfallabdeckungseinschätzung nur unzureichend aufgegriffen.

Genau hier setzt die Arbeit von Herrn Haschemi an, indem er bewährte aktuelle Ansätze einer modellbasierten SW-Entwicklung aufgreift und diese so erweitert, dass die spezifischen Lebensläufe der Komponenten bei Berücksichtigung ihrer temporären Instanziierung/Verfügbarkeit nicht nur ebenso im Testmodell abgebildet und bei der Generierung von Testfällen durch neue Testüberdeckungsverfahren berücksichtigt werden können. Vielmehr gelingt es ihm, den *Scientific Workflow* des modellbasierten Testens für die charakterisierte Systemklasse insgesamt auf einer vereinheitlichten meta-modellbasierten Konzeptbasis zu formalisieren und diese durch eine prototypische Implementierung zu untersetzen.

Die Dissertation wurde im März 2014 eingereicht.

## Design und Management von Experimentier-Workflows

### Frank Kühnlitz

In dieser Arbeit wird ein neuartiger Ansatz zur Beschreibung des Experimentierens auf der Basis von Computermodellen verfolgt. Solche Experimentier-Prozesse werden mit dem Ziel der Automatisierung, Dokumentation und Werkzeugunterstützung als Experimentier-Workflows formalisiert. Der Ansatz besteht darin, generelle Experimentier-Workflow-Konzepte zu identifizieren und diese als metamodellbasierte *Domain-Specific-Language* (DSL) zu formalisieren, die hier als *Experimentation-Language* (ExpL) bezeichnet wird. Sie erlaubt das Modellieren von Experimentier-Workflows auf einer framework-unabhängigen, konzeptuellen Ebene. Dieser Ansatz basiert auf der Idee, das Paradigma von *Model-Driven-Engineering* (MDE) auch auf die Domäne der Experimentier-Workflows anzuwenden.

ExpL vereint existierende Workflow-Konzepte, wie beispielsweise Aktivitäten und Ressourcen, mit deklarativen Elementen, um beispielsweise Parameterstudien besser unterstützen zu können. Das ist eine Neuheit, die dabei hilft, die angemessene Abstraktionsebene zur Beschreibung von Experimenten dem Experimentator zur Verfügung zu stellen. ExpL wird immer in einer konkreten Experimentier-Domäne benutzt (z. B. innerhalb der Geographie oder Physik), die spezifische Anforderungen an Konfigurations- und Auswertemethoden aufweist. Um mit dieser Domänenspezifität umzugehen, wurden diese beiden Aspekte in zwei weiteren, abhängigen DSLs separiert: für Konfiguration und Auswertung. Beispielsweise besitzt eine Konfigurations-DSL Konzepte zur Beschreibung von Datenstrukturen, Operatoren und Einheiten. Eine Auswertungs-DSL muss Ausdrucksmittel zur Formulierung von Metrik-Funktionen und für die Anwendung von Optimierungsverfahren zur Verfügung stellen.

Der Einsatz von ExpL bietet verschiedene Vorteile im Vergleich zu den bisherigen Ansätzen: Spezifisch zugeschnittene Ausdrucksmittel im Vokabular des Experimentators vereinfachen die Verwendung von ExpL im Vergleich zu anderen *Scientific Workflow*-Ansätzen. Das Vokabular von ExpL bietet Unterstützung für alle Aspekte eines Experimentier-Workflows, insbesondere für eine konsistente Dokumentation unter Einbeziehung der Herkunft aller Artefakte. Dies führt zu einem verbesserten Verständnis der Experimente, so dass diese mit weniger Aufwand für andere Wissenschaftler publiziert werden können. Dadurch sind diese in der Lage, die Ergebnisse in einem reproduzierbar, formal beschriebenen Prozess wiederholen zu können, auch, wenn sie keine Informatiker sind.

Die Dissertation wurde im November 2014 erfolgreich verteidigt.

## Modelltransformationssprachen für domänenspezifische Sprachwerkzeuge

### Arif Wider

Moderne Werkzeuge für Programmiersprachen bieten eine Vielzahl von Assistenzfunktionen und Aufgabenspezifischen Sichten. Das Bereitstellen ähnlich umfangreicher Werkzeugunterstützung für domänenspezifische Sprachen ist ein aktuelles Forschungsthema. Exemplarisch wurde daher eine domänenspezifische Sprache (*domain-specific language*, DSL) und ein entsprechendes Sprachwerkzeug (*Domain-Specific Workbench*, DSW) für die Entwicklung von optischen Nanostrukturen im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Nanooptik-Gruppe von Prof. Benson (HU) entwickelt. Dabei stellte sich heraus, dass existierende Modelltransformationssprachen und -werkzeuge noch nicht die für die automatische Entwicklung von DSWs notwendigen Fähigkeiten bieten oder schwer mit den hier verwendeten Technologien integriert werden können. Dementsprechend wurden zwei Ziele angestrebt: (1) Anpassung existierender Transformationssprachen, um den Anforderungen der Entwicklung von DSWs zu genügen, und (2) technische Integration mit existierenden Technologien für die Entwicklung

von DSWs, insbesondere dem *Eclipse Modeling Framework* (EMF). Als technischer Ansatz für letzteres Ziel wurden existierende Transformationssprachen als interne DSLs in der Programmiersprache Scala umgesetzt, um diese so nahtlos mit dem Java-basierten EMF zu integrieren (veröffentlicht 2012). Bei erstgenanntem Ziel ist insbesondere die Anpassung von bidirektionalen Transformationsmethoden für graphbasierte Modelltransformationen von großer Bedeutung (veröffentlicht 2011).

Um beide Ansätze zu evaluieren und deren Übertragbarkeit auf weitere Transformationssprachen zu untersuchen, wurde Arif Wider zu einem Forschungsaufenthalt am *National Institute of Informatics* (NII) in Tokio eingeladen, welcher von Ende Januar 2013 bis Anfang März 2013 erfolgreich durchgeführt wurde. Im Juni 2013 präsentierte A. Wider eine gemeinsame Arbeit mit M. Schmidt und M. Scheidgen zum Thema „Anwendbarkeit von bidirektionalen Modelltransformationen in der Evolution von DSLs“ auf der SDL-Konferenz in Montréal, Kanada.

Die Dissertation wurde im August 2014 eingereicht.

## **Koevolution von Teilaspekten bei der modellbasierten Entwicklung von domänenspezifischen Sprachen**

### **Martin Schmidt**

Für die Entwicklung von domänenspezifischen Sprachen (*domain-specific languages, DSL*) bedarf es mehrerer Teilaspekte, welche in der Regel durch den Einsatz von unterschiedlichen Formalismen (Softwaresprachen) umgesetzt werden. Diese Teilaspekte bilden zusammen ein System, das im Entwicklungsprozess mit Softwaresystemen vergleichbar ist. Dabei sind DSL, ebenso wie Softwaresysteme, aufgrund von wechselnden Anforderungen Änderungen unterworfen, die einzelne Bestandteile des Systems betreffen. Konkret für DSLs betrifft dies vor allem die abstrakte Syntax, die konkrete Syntax und die Ausführungssemantik. Besonders im Bereich der modellbasierten Entwicklung von DSLs spielt dabei die abstrakte Syntax, welche meist durch ein Metamodell beschrieben ist, eine zentrale Rolle. Änderungen im Metamodell haben häufig Änderungen in den anderen Teilbereichen zur Folge. Das Nachziehen der Änderungen aller Aspekte der DSL wird als Koevolution bezeichnet.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung von unterstützenden Werkzeugen um Änderungen auf alle Teilaspekte innerhalb der DSL-Entwicklung (halb-)automatisiert durchzuführen und somit Entwickler von DSLs zu unterstützen. Hierfür wurden folgenden Ziele festgelegt: (1) Die Identifikation von Abhängigkeiten zwischen den (heterogenen) Teilaspekten einer DSL, (2) Formulierung eines Kataloges für häufige Änderungen innerhalb der Sprachentwicklung und (3) die technische Realisierung von unterstützenden Werkzeugen für die Entwicklung von DSLs, welche die Propagation der Änderungen zwischen den Teilaspekten der DSL mittels Modelltransformationen ermöglichen.

## **Automatisiertes Erlernen von Pattern für Event Pattern Matching**

### **Lars George**

Jeden Tag werden wir mit verschiedenen Ereignissen konfrontiert. Beispielsweise fängt es an zu regnen, Rauch wird entdeckt oder die Temperatur in einem Raum erhöht sich. Diese Ereignisse der realen Welt können als Objekte in Computer Systemen repräsentieren werden (Events). Events können Eigenschaften wie Niederschlagsmenge, Sauerstoffgehalt, Temperatur in °C und die Zeit des Auftretens beinhalten. Kombinationen von Events können komplexere Situationen beschreiben. Ein Beispiel ist die komplexe Situation „Feuer“, welche durch ein Rauch-Event, mehrere Temperatur-Events mit ansteigenden Temperaturwerten und dem

Nichtauftreten eines Regen-Events beschrieben werden kann. Komplexe Situationen dieser Art können mithilfe von Event Pattern Matching Sprachen beschrieben und erfasst werden. Event Pattern Matching ist eine Abfragetechnik, bei der Muster (Patterns) angegeben werden, die Einschränkungen auf die Reihenfolge, Attributwerte und Anzahl von Events definieren. Beispielanwendungen sind Überwachungsanwendungen in Sensornetzwerken, RFID-basierte Verfolgungsanwendungen und Betrugserkennungen im Bankwesen. Die Pattern werden üblicherweise in Pattern Matching Sprachen wie Esper, SES und SASE+ angegeben. Die Beschreibung einer komplexen Situation mit Pattern Matching Sprachen ist nicht immer einfach und erfordert häufig die Kombination von verschiedenen Events und deren Attributen in einer Art, die selbst Domänenexperten nicht offensichtlich ist.

In meiner Arbeit versuche ich die Pattern für Event Pattern Matching zum Beschreiben einer komplexen Situation automatisch zu erlernen. Basierend auf aufgezeichneten Daten, die den Zeitpunkt des Auftretens der komplexen Situation beinhalten, kombiniere ich bestehende Techniken des maschinellen Lernens und entwickle eigene Algorithmen. Dabei wird das zu erlernende Pattern in verschiedene zu erlernende Teile zerlegt. So wird beispielsweise zunächst analysiert, welche Arten von Events zum Beschreiben der komplexen Situation nötig sind und welche nicht. Einschränkungen auf Basis von Attributwerten der Events werden unterschieden in Einschränkungen verglichen zu konstanten Werten und verglichen zu Attributwerten anderer Events. So müssen beispielsweise die Temperaturwerte immer höher als der konstante Wert 35 sein oder die Werte müssen dreimal hintereinander steigen. Auf die zweite hier beschriebene Art lassen sich beispielsweise Trends in den Daten herausfinden.

Als Beispielanwendungsgebiet werde ich meinen Ansatz in der Domäne der Verkehrserkennung testen. Die Ereignisse werden von Erschütterungssensoren erzeugt, welche vorbeifahrende Fahrzeuge anhand von Beschleunigungssensoren wahrnehmen. Zu erlernende Pattern können vorbeifahrende PKW, LKW und Fahrräder sein. Erste Ergebnisse mit synthetischen Daten zeigen bereits erfolversprechende Resultate. Relevante Event-Typen, Einschränkungen von Attributwerten gegen konstante Werte, sowie die Reihenfolge von Events können erlernt werden. Es wird aktuell an einer ersten Veröffentlichung zu diesem Thema gearbeitet und voraussichtlich im Februar 2015 bei einer Konferenz eingereicht.

## **Optimierung der Netzwerk-Lebenszeit und des Resilienzgrads in drahtlosen multi-hop Netzwerken**

**Michael Frey**

Ein Schwerpunkt des interdisziplinären Graduiertenkollegs METRIK ist es, mit Hilfe von dezentralen Informationssystemen auf Basis von selbstorganisierenden drahtlosen multi-hop Netzwerken die Auswirkungen von Naturkatastrophen zu reduzieren. Ein Beispiel für ein derartiges Informationssystem sind unter anderem Kommunikationssysteme zur Unterstützung von Rettungsmannschaften, die nach einem Erdbeben vor Ort ausgebracht werden, um zerstörte Infrastruktur zu ersetzen und die Koordination von Einsätzen zu erleichtern. Hierbei müssen allerdings Anforderungen an die zugrundeliegende Infrastruktur erfüllt werden. Zum einen müssen jene Netzwerke resilient sein in Hinblick auf mögliche unerwartete Fehlersituationen als auch eine entsprechende Netzwerk-Lebenszeit garantieren. Dabei berücksichtigt die Netzwerk-Lebenszeit sowohl die Konnektivität des Netzwerks als auch Abdeckungskriterien, die es aus Sicht der Anwendung zu erfüllen gilt. Zentrale Fragestellung der Arbeit ist es wie die Netzwerk-Lebenszeit maximiert und zeitgleich die Resilienz gesteuert werden kann? Im Rahmen der Dissertation werden dazu Methoden und Konzepte der Regelungstechnik auf naturinspirierte Verfahren angewendet. Ziel ist es, einen Ansatz zu entwickeln, der es ermöglicht, die Netzwerk-Lebenszeit und die Resilienz zu steuern. Dabei wird als Anwendungsbeispiel

auf Routing-Algorithmen zurückgegriffen, die auf der *Ant Colony Optimization*-Metaheuristik (ACO) basieren. Vorbild für die Metaheuristik ist das Futterverhalten von Ameisen, die auf ihrem Weg von der Ameisenkolonie zu einer Nahrungsquelle den Weg mit einem speziellen Hormon, genannt Pheromon, markieren. Andere Ameisen der Kolonie werden von Pheromonen angelockt und verstärken wiederum auf ihren Weg zur Nahrungsquelle die Pheromonspur. Allerdings verdunsten Pheromone und über einen Zeitraum hinweg bildet sich damit der kürzeste Pfad von der Ameisenkolonie zur Nahrungsquelle. Im Rahmen der Dissertation werden Parameter und Funktionen eines ACO-basierten Routing-Algorithmus, der Energy-Aware Ant Routing Algorithm (EARA), auf seine Auswirkungen in Hinblick auf die Netzwerk-Lebenszeit und die Resilienz untersucht. Grundlage bildet dabei ein analytisches Modell, das auf Grundlage des Datenverkehrs eine Vorhersage über die Entwicklung der Pheromone im Netzwerk aus einer lokalen Sicht ermöglicht. Das Modell ermöglicht damit eine adaptive Steuerung von Ant-Routing-Algorithmen. Während eines Forschungsaufenthalts in der Networked Embedded Systems Group am SICS Swedish ICT in Schweden wurde der Ansatz für drahtlose Sensornetze evaluiert. Hierbei zeichnen sich drahtlose Sensornetze durch eingeschränkt verfügbare Hardwareressourcen und einer begrenzter Verfügbarkeit von Energie aus. Ein Schwerpunkt des Aufenthalts bildete dabei die Portierung der “library for Ant Routing Algorithms” (libARA) für Contiki, einem Betriebssystem fuer drahtlose Sensornetze. libARA ist ein Werkzeug zur Untersuchung von Ant-Routing-Algorithmen in Simulation- und in Testbed-basierten Studien. Für die Zukunft gilt es unter anderem die am SICS Swedish ICT begonnen Arbeiten zu beenden.

## **Parametrisierbarer Compiler**

### **Dorian Weber**

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird eine generische Codegenerierungskomponente in Form einer interpretierten Programmiersprache entwickelt. Programme dieser Sprache kommunizieren über globale Variablen mit den durch die Syntaxanalyse produzierten Datenstrukturen und können dynamisch zur Laufzeit geladen und ausgeführt werden, was den Compiler effektiv erweiterbar um neue Zielsprachen macht. Anwendungsfall an der LFE ist ein existierender ASN.1-nach-C-Compiler, der stattdessen objektorientierten C++-Code produzieren soll, es sind allerdings auch andere Anwendungsfälle denkbar.

## **Modellbasierter Testentwurf für variantenreiche Systeme**

### **Hartmut Lackner**

Die Qualitätssicherung für die Entwicklung hochwertiger Softwaresysteme hat einen hohen Stellenwert. Dies gilt nicht nur für sicherheitskritische Systeme, sondern auch für Systeme, deren ordnungsgemäße Funktion im Ernstfall erwartet wird, wie etwa die des Erdbebenfrühwarnsystems. Für solche Systeme existieren viele formale und weniger formale Techniken, um deren Qualität zu sichern. Testen ist eine der verbreitetsten Techniken, die in jedem Softwareprojekt Anwendung finden sollte.

Die fortwährende Entwicklung eines Softwaresystems und damit einhergehende Diversifikation des Produktes stellt die Qualitätssicherung vor neue Herausforderungen. Statt nur eines Produktes wird heute eine Vielzahl verschiedener Varianten des gleichen Produktes produziert. Das besondere Merkmal eines variantenreichen Produktes ist die Wiederverwendung einiger Kernbausteine über alle Varianten hinweg und bei gleichzeitiger Integration einzelner variantenspezifischer Bausteine. Der Trend der Diversifikation lässt sich auch am Erdbebenfrühwarnsystem erkennen. Spätestens mit der optionalen Hinzunahme der Verkehrsflusserfassung ist das Erdbebenfrühwarnsystem als variantenreiches System zu bezeichnen. Auch für

solche Systeme existieren bereits konstruktive Entwicklungsmethoden, wie etwa das *Product Line Engineering*. Jedoch sind die Methoden der Software-Qualitätssicherung auf variantenreiche Systeme nicht vorbereitet. Insbesondere die etablierten Testmethoden skalieren nicht mit der Anzahl der zu testenden Produkte.

Im Rahmen des Dissertationsvorhabens werden neue Testmethoden zu Reduzierung des Testaufwands für variantenreiche Systeme entwickelt und erprobt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Methoden zur Optimierung der Testplanung und des Testentwurfs, da die Ergebnisse dieser Phasen die weiteren Testphasen Testausführung und Auswertung maßgeblich beeinflussen. Erste prototypische Implementierungen weisen bereits daraufhin, dass dies möglich ist.

## Sonstige Aktivitäten

### Messkampagne VABENE

#### Ingmar Eveslage

Am 25. Oktober 2014 kamen Helferinnen und Helfer der so genannten Medizinischen Task Force (MTF) des Bundes zur Übung „Flinker Oktopus 2014“ auf dem Truppenübungsplatz in Lehnin in Brandenburg zusammen. Die größtenteils ehrenamtlichen Helferinnen und Helfer aus den vier Bundesländern Berlin, Brandenburg, Hessen und Rheinland-Pfalz übten erstmals gemeinsam, wie im Katastrophenfall eine Vielzahl verletzter Menschen bestmöglichst versorgt werden kann. Organisiert wurde „Flinker Oktopus 2014“ durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK).

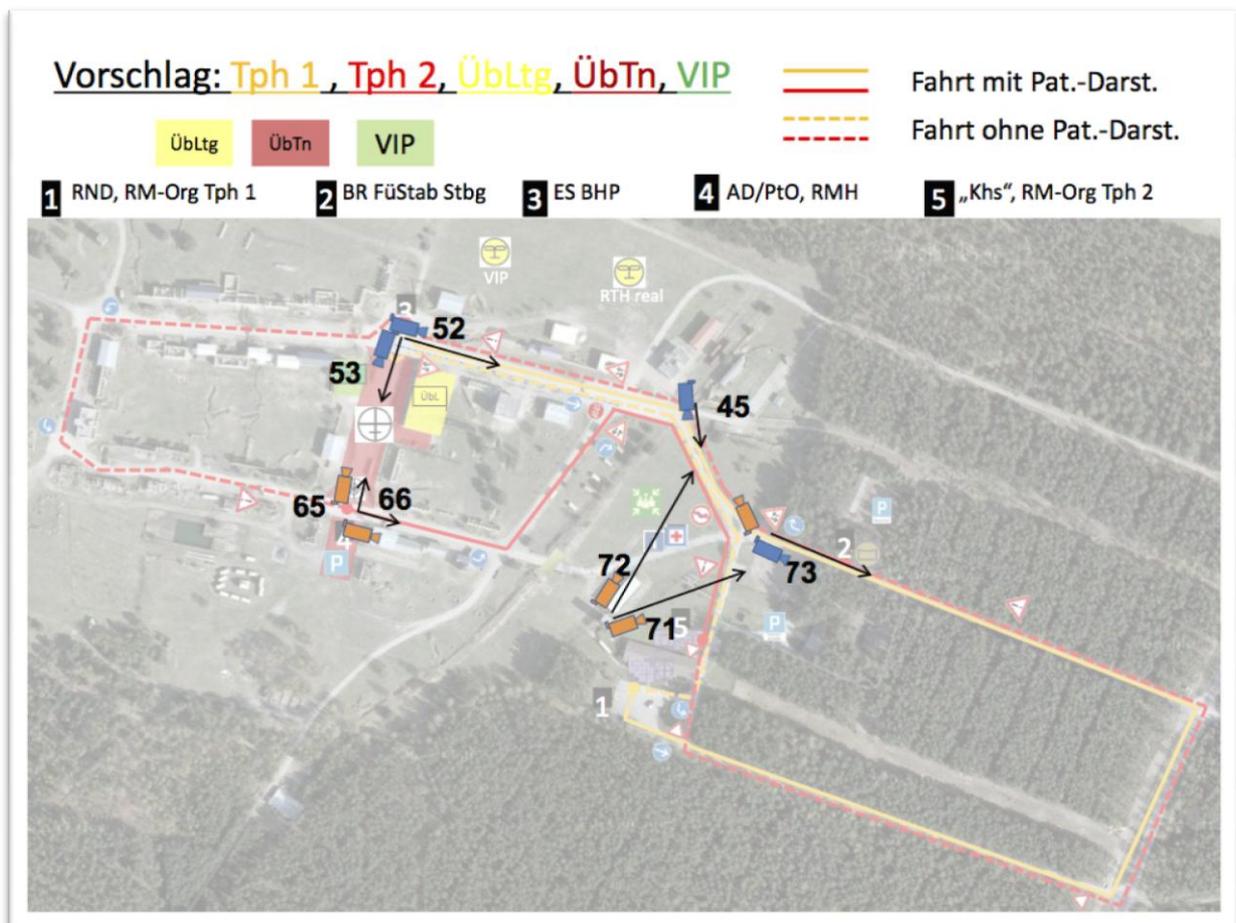


Abb.: Fahrtrouten der Einsatzfahrzeuge und Positionen der drahtlos vernetzten Kameras auf dem Übungsgelände

Zum Einsatz kamen insgesamt 130 Helferinnen und Helfer aus acht unterschiedlichen MTF-Einheiten. Mit 32 Spezialfahrzeugen versorgten sie 120 Verletzte. Dabei wurden zugleich Ausbildungsrichtlinien, theoretische Konzepte und alle vom Bund zur Verfügung gestellten Einsatzmittel hinsichtlich ihrer Funktionalität und Tauglichkeit überprüft.

Die Übung der MTF konnte genutzt werden, um die unterschiedlichen Sensoren für die Gewinnung eines Verkehrs- und Gesamtlagebildes zu erproben. Dabei wurden neue und weiterentwickelte Sensoren und Datenübertragungswege getestet und Echtzeitinformationen über die aktuelle Position und die voraussichtliche Ankunftszeit der Rettungskräfte an die Einsatzleitung übermittelt. Die LFE Systemanalyse unterstützte das DLR Projektteam VABENE++ mit drahtlosen Kamerasystemen, basierend auf HWL-Sensorknoten. Insgesamt 6 Kameras wurden auf dem Übungsgelände installiert und die Videodaten wurden drahtlos an die örtliche Einsatzzentrale übermittelt. Der Einsatz von WLAN-basierter Kommunikationstechnik war nötig, da das Gelände keinerlei Kommunikationsinfrastruktur bot. Die Echtzeitvideodaten dienen einerseits zur Ermittlung des aktuellen Geschehens auf dem Gelände und zur Erprobung von

Echtzeitanalyseverfahren, die den Verkehrsfluss automatisch aus den Videobildern extrahieren. Im Nachgang der Übung können somit die gewonnenen Daten überprüft und damit Aussagen zur Verlässlichkeit und Einsatzreife einzelner Komponenten gemacht werden. Diese Erkenntnisse dienen sowohl den Forschern und Entwicklern, als auch den Bevölkerungsschützern als Grundlage für die Arbeit der kommenden Jahre.

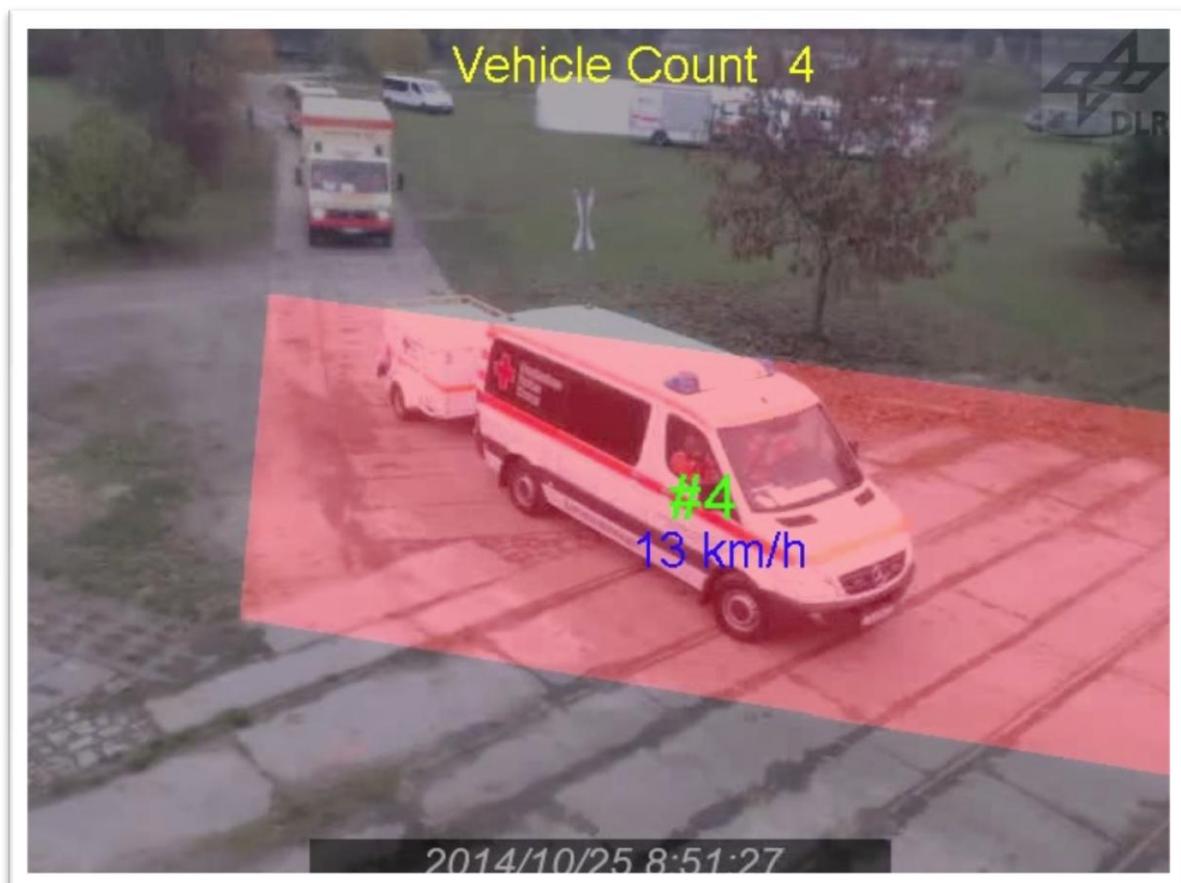


Abb.: Visualisierung der Echtzeitverkehrserkennung eines Videostreams

**Michael Frey:** Aufenthalt in der Networked Embedded Systems Group am SICS Swedish ICT in Stockholm im Rahmen eines DAAD Stipendiums

**Manfred Hagen:** Publikationsstelle der “Informatik-Berichte”

## Veröffentlichungen und Vorträge

A. BLUNK, J. FISCHER: *A Highly Efficient Simulation Core in C++*, In Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling & Simulation - DEVS Integrative, Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA, , Article 5 , 8 pages, April 2014.

M. FREY, F. GROSSE, M. GÜNES: *Energy-Aware Ant Routing Algorithm in Wireless Multi-Hop Networks*, Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC), Juni 2014.

M. FREY, M. GÜNES: *Attack of the Ants: Studying Ant Routing Algorithms in Simulation and Wireless Testbeds*, Proceedings of OMNeT++ Community Summit, September 2014.

A. BLUNK, J. FISCHER: *Prototyping SDL Extensions*, In Proceedings of the 8th International Conference, SAM 2014, Valencia, Spain, September 29-30, 2014.

M. FREY, M. GÜNES, F. GROSSE: *Towards Energy-Aware Ant Routing Algorithm in Wireless Multi-Hop Networks*, Technischer Bericht, Westfälische Wilhelms Universität Münster, Dezember 2014.

## Studienarbeiten

A. WALTHER: *Analyse und Verbesserung der Ausführungszeit des Loggings von ODEMX*, eingereicht im Mai 2014.

CH. BRESZKA: *Implementation zeitkontinuierlicher Prozesse in SLX - Puck vs. Funktion*, eingereicht im September 2014.

## Bachelorarbeiten

B. HAUDA: *Codeanalyse und -optimierung*, verteidigt im Februar 2014.

R. KÜHN: *Verbesserung eines Geo-Diensts zur verteilten Verkehrserfassung*, verteidigt im November 2014.

O. BREITSPRECHER: *Computergestützte statistische Analyse der Evolution von Meta-Modellen anhand ausgewählter Änderungsmuster*, verteidigt im Dezember 2014.

## Diplomarbeiten

P.-A. KOTULLA: *Mobile Echtzeitkommunikation über ein drahtlos vermaschtes Rechnernetz*, verteidigt im August 2014.

C. M. OTTO: *Analyse von dispositiven Eingriffen im Schienenverkehr durch Computersimulation*, verteidigt im November 2014.

## Promotionen

S. HASCHEMI: *Model-based Testing of Dynamic Component Systems*, eingereicht im März 2014.

M. BRUMBULLI: *Model-driven Development and Simulation of Distributed Communication Systems*, eingereicht im Mai 2014.

M. SODEN: *Dynamische Modellanalyse von Metamodellen mit Operationaler Semantik*, verteidigt im Mai 2014.

A. WIDER: *Model Transformation Languages for Domain-Specific Workbenches*, eingereicht im September 2014.

F. KÜHNLENZ: *Design and Management von Experimentier-Workflows*, verteidigt im November 2014.

Lehr- und Forschungseinheit

## Datenbanken und Informationssysteme

<http://www.dbis.informatik.hu-berlin.de>

### Leiter

PROF. JOHANN-CHRISTOPH FREYTAG, PH.D.

Tel.: (030) 2093 3009

E-Mail: freytag@dbis.informatik.hu-berlin.de

### Sekretariat

CHRISTINE HENZE

Tel.: (030) 2093 3008

E-Mail: henze@informatik.hu-berlin.de

### Wissenschaftliche Mitarbeiter

DR. BRUNO CADONNA

DIPL.-INF. JÖRG BACHMANN

DIPL.-INF. RICO BERGMANN (bis 30.9.)

DIPL.-INF. LUKAS DÖLLE (bis 30.9.)

DIPL.-INF. FABIAN FIER

DIPL.-INF. DANIEL JANUSZ

DIPL.-INF. JAN HENDRIK NIELSEN

DIPL.-INF. MATHIAS PETERS

DIPL.-INF. MATTHIAS J. SAX

DIPL.-INF.(FH) STEFFEN ZEUCH

### Affilierte Mitarbeiter

DIPL.-ING. HEINZ WERNER

### Techniker

DR. THOMAS MORGENSTERN

### Tutoren

BENJAMIN HAUSKELLER, MATHIAS LIGÁRD,

KARL-PHILIPP RICHTER, DENNIS SCHNEIDER, THOMAS WESTPHAL (bis 30.9.)

Im Jahr 2014 wurden in der Lehr- und Forschungseinheit (LFE) *Datenbanken und Informationssysteme* (DBIS) eine Vielzahl neuer Forschungsaktivitäten in den Bereichen Privacy, Datenbanken und MapReduce-Systeme angestoßen bzw. fortgeführt. Diese Aktivitäten spiegelten sich in Arbeiten des Graduiertenkollegs METRIK, Privacy und Dienste (engl. Services), im DFG-geförderten Graduiertenkolleg SOAMED, im Bereich Geo-Informationssysteme und in den Bereichen Ähnlichkeitssuche auf Zeitreihen sowie Multi-core und Datenbanken wider. In diesen Themen haben sich die Mitarbeiter der FLE in ihren Arbeiten auch untereinander vernetzt, so dass Forschungsergebnisse in sich überschneidenden Bereichen entstanden.

Kooperationen mit Partnern außerhalb des Institutes und der Universität wurden ausgebaut und vertieft – nicht nur im Kontext der bestehenden Projekte, u.a. mit dem Geoforschungszentrum (GFZ) in Potsdam, dass zu dem erfolgreichen Forschungsantrag GeoMultiSens beim BMBF führte und in 2015 an der FLE beginnen wird.

Im Bereich der Lehre engagierte sich DBIS mit einer Vielzahl an Angeboten nicht nur in den Standard-Lehrbereichen, sondern auch in neuen Themen, u.a. mit Veranstaltungen im Bereich Big Data Analytics und ereignis- und strombasierten Systemen.

## Lehre

### Wintersemester 2013/2014

- Vorlesung „Implementierung von Datenbanken“ (DBS II) (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu DBS II (D. JANUSZ)
- Vorlesung „Techniken und Konzepte zum Schutz der Privatsphäre“ (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu „Techniken und Konzepte zum Schutz der Privatsphäre“ (D. JANUSZ)
- Vorlesung „Event-based Systems“ (DR. B. CADONNA)
- Übung zur VL „Event-based Systems“ (DR. B. CADONNA)
- Übung zur VL „Grundlagen der Programmierung“ (F. FIER, J. H. NIELSEN)
- Übung zur VL „Logik in der Informatik“ (J. P. BACHMANN)
- Übung zur VL „Einführung in die Theoretische Informatik“ (L. DÖLLE)
- Forschungsseminar „Neue Entwicklungen im Datenbankbereich“ (PROF. J.-C. FREYTAG)

### Sommersemester 2014

- Vorlesung „Grundlagen von Datenbanksystemen“ (DBS I) (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu DBS I (D. JANUSZ, M. J. SAX)
- Vorlesung „Neue Konzepte und Techniken für Datenbanksysteme“ (DBS I) (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu „Neue Konzepte und Techniken für Datenbanksysteme“ (M. PETERS, ST. ZEUCH)
- Vorlesung „Big Data Analytics“ (BDA) (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu „Big Data Analytics“ (F. FIER)
- Übung zur VL „Algorithmen und Datenstrukturen“ (L. DÖLLE)
- Forschungsseminar „Neue Entwicklungen im Datenbankbereich“ (PROF. J.-C. FREYTAG)

### Wintersemester 2014/2015

- Vorlesung „Implementierung von Datenbanken“ (DBS II) (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu DBS II (M. J. SAX, J. P. BACHMANN)
- Vorlesung „Techniken und Konzepte zum Schutz der Privatsphäre“ (PROF. J.-C. FREYTAG)
- Übung zu „Techniken und Konzepte zum Schutz der Privatsphäre“ (D. JANUSZ)
- Seminar „Data Streams and Event Processing“ (DR. B. CADONNA, M. J. SAX)
- Forschungsseminar „Neue Entwicklungen im Datenbankbereich“ (PROF. J.-C. FREYTAG)

## Forschung

### Projekt: *Stratosphere* – Information Management in the Cloud

#### Teilprojekt: Adaptive Anfragebearbeitung und kontinuierliche Anfrageoptimierung von komplexen Ad-Hoc-Anfragen

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. MATHIAS PETERS

**Zusammenarbeit:** FG Datenbanksysteme und Informationsmanagement (DIMA) TU Berlin, FG Komplexe und Verteilte IT-Systeme (CIT) TU Berlin, LFE Wissensmanagement in der Bioinformatik, Institut für Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin, Lehrstuhl Informationssysteme, Hasso-Plattner-Institut, Universität Potsdam.

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

Ziel des Stratosphere Projekts ist die Entwicklung eines Datenbanksystems, das den Anforderungen von „Big-Data“ gewachsen ist. Diese Anforderungen werden oft mit den drei Vs „Volume“, „Velocity“ und „Variety“ beschrieben. Um große Datenmengen (Volume) im Tera- bzw. Petabyte Bereich verarbeiten zu können, verfolgt und erweitert Stratosphere das Map/Reduce Modell. Map/Reduce setzt auf Datenparallelität und Skalierbarkeit in einer sog. „shared-nothing“ Architektur. Das System kann in einer cluster- oder cloudbasierten Rechnerumgebung installiert und zur Ausführung gebracht werden. Daten werden über Netzwerkverbindungen ausgetauscht; es gibt jedoch keinen gemeinsamen globalen Zustand. Das zweite V (Velocity) bedeutet, dass neue Daten in hohen Raten erzeugt werden und zeitnah verarbeitet werden müssen. Dieser Aspekt umfasst auch die Datenstromverarbeitung. Anders als das Map/Reduce-Modell, das auf „Batch“-Verarbeitung setzt, unterstützt Stratosphere auch eine „Pipeline“-Verarbeitung, bei der bereits erste Ergebnisse erzeugt werden können, ehe der komplette Datensatz gelesen wurde. Die Vielfalt der zu verarbeitenden Daten (Variety) adressiert Stratosphere durch eine offene Programmierschnittstelle, den Verzicht auf ein geschlossenes Datenmodell sowie eine flexible und erweiterbare Anfragesprache. Die Kernthemen unserer Arbeitsgruppe beziehen sich innerhalb des Projekts Stratosphere auf die adaptive Anfrageoptimierung sowie die Anfrageoptimierung in der Datenstromverarbeitung.

Adaptive Anfragebearbeitung wird in der Regel als zyklischer Prozess verstanden. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Prozesses ist das Messen des aktuellen Systemzustandes. Dieser umfasst wiederum eine Menge messbarer Zustände im System wie zum Beispiel die CPU- oder Arbeitsspeicherauslastung, Zugriffszeiten auf Sekundärspeicher, usw. (datenunabhängige Statistiken), aber auch – bezogen auf Datenbanksysteme im Allgemeinen – die Sammlung von Statistiken über die zu verarbeitenden Daten, z.B. Kardinalitäten, Selektivitäten, Histogramme, minimale und maximale Werte pro Attribut oder Korrelationen zwischen Attributen (datenabhängige Statistiken). Statistiken in diesem Sinne sind notwendig, um Optimierungspotenzial überhaupt erkennen zu können. Daher wurde in Stratosphere ein umfangreiches Statistikframework integriert. Die Besonderheit dieses Frameworks ist neben seiner Erweiterbarkeit die Verzahnung von Anfragebearbeitung mit der Sammlung von Statistiken. Durch einfache Erweiterung des Anfrageplans um Statistiksammeloperatoren wird die Ausführungszeit kaum spürbar verlängert, während damit umfangreiche Statistiken berechnet werden können. Diese können dann auch zur Laufzeit der Anfrage für eine Reoptimierung der Ausführung genutzt werden.

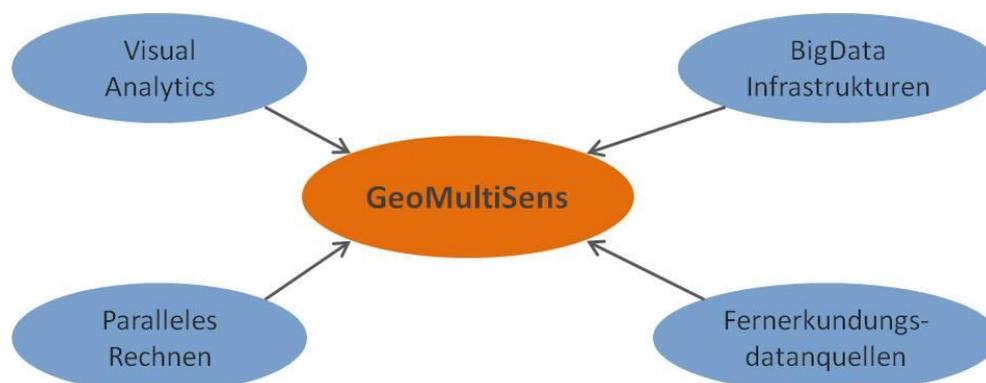
Ein bekanntes Problem von relationalen Daten besteht in der Bearbeitung von Anfragen über korrelierte Daten. Diese bilden horizontale Partitionen in den Eingabe-Daten mit unterschiedlichen, statistischen Eigenschaften. Dies spielt besonders bei Verbundoperationen

(engl. „Joins“) eine große Rolle. Existierende, kommerzielle Systeme verwenden Durchschnittswerte der Statistiken zur Optimierung von Anfragen. Diese Art der Anfrageoptimierung ist suboptimal, da potenziell viele Zwischenergebnisse erzeugt werden. In massiv parallelen Analysesystemen wie Stratosphere stellt die Übertragung von Zwischenergebnissen über das Netzwerk einen großen Kostenfaktor bei der Ausführung dar. Das Optimierungspotenzial für dieses Problem ist dementsprechend hoch. Die Ansätze zur Lösung dieses Problems sind nach unserer Einschätzung unzureichend und nicht geeignet für den Einsatz in massiv parallelen Analyse-Systemen wie Stratosphere, da diese auf bestimmte Anfragetypen beschränkt sind oder Zwischenergebnisse erneut berechnen. Es wurde ein Ansatz zum Einsatz alternativer Teilpläne im Fall von korrelierten Eingabedaten entwickelt. Hierbei werden die für die Anfrage relevanten Korrelationen zur Laufzeit identifiziert und die Eingabe-Partitionen mit gleichen, statistischen Eigenschaften von alternativen Teilplänen verarbeitet. Die Ausführung der Teilpläne erfolgt simultan auf physisch getrennter Hardware.

### **Projekt: GeoMultiSens – Skalierbare multisensorale Analyse von Fernerkundungsdaten**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. MATHIAS PETERS, PROF. JOHANN-CHRISTOPH FREYTAG, PH.D.

Klimawandel, Bevölkerungswachstum, Wasserknappheit und Biodiversitätsverlust sind aktuelle globale Herausforderungen. Die Satellitenfernerkundung bietet die Möglichkeit, Prozesse der Erdoberfläche, die mit diesen Herausforderungen in Zusammenhang stehen, kontinuierlich und global zu beobachten. Das Monitoring dieser Prozesse besitzt daher eine Schlüsselfunktion bei der Entwicklung von Konzepten und Strategien zum Umgang mit den genannten Herausforderungen. Das kontinuierliche und flächendeckende Monitoring der Erdoberfläche erzeugt sehr große Mengen an Erdbeobachtungsdaten. Das Verbundprojekt "GeoMultiSens - Skalierbare multisensorale Analyse von Geofernerkundungsdaten" greift aktuelle wissenschaftlich-technische Entwicklungen im Bereich von BigData, dem schnellen hochparallelen Rechnen und dem neuen Forschungsfeld Visual Analytics auf, und verknüpft diese mit dem Potential der Satellitenfernerkundung für die Lösung globaler Herausforderungen (*siehe Abbildung 1*). Die Verknüpfung der Expertisen von Informatikern und Geowissenschaftlern im Zeitalter von BigData wird für die inhaltliche und anwendungsorientierte Auswertung von Erdbeobachtungsdaten in der Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen.



Die meisten der gegenwärtigen Auswertungsalgorithmen aus der Fernerkundung sind für die serielle Ausführung auf Serversystemen oder Workstations konzipiert. Um eine skalierbare Ausführung zu gewährleisten, sollen diese so implementiert werden, dass eine parallele

le Ausführung der Programme ermöglicht wird. Im Kontext von BigData haben sich u.a. in den vergangenen Jahren Map/Reduce-basierte Ausführungsumgebungen durchgesetzt, die den Programmierer von der herausfordernden Aufgabe der Parallelisierung befreien. Stattdessen werden Verarbeitungsschritte in Map- bzw. Reduce-Schritte unterteilt, die dann mit beliebigem Grad an Parallelisierung ausgeführt werden können. Unter den Map/Reduce-basierten Systemen ist Hadoop das bekannteste. Ein weiteres Map/Reduce-basiertes System ist das in Berlin entwickelte *Stratosphere*, das für *GeoMultiSens* auf Grund seiner besseren Leistungsfähigkeit und seiner erweiterten Möglichkeiten eingesetzt werden soll.

Im Rahmen des GeoMultiSens-Projekts sollen exemplarische Datenanalyse-Workflows im Geoinformationbereich mit Stratosphere umgesetzt und hinsichtlich der Parallelisierungsmöglichkeiten untersucht werden. Ziel ist die (semi-)automatische Erstellung von Stratosphere-Programmen ausgehend von bekannten Analyseworkflows, die in Python verfasst sind.

### **Projekt: Modellbasierte Entwicklung von Technologien für selbstorganisierende dezentrale Informationssysteme im Katastrophenmanagement**

**Ansprechpartner:** DR. BRUNO CADONNA, DIPL.-INF. FABIAN FIER, DIPL.-INF. MATTHIAS J. SAX

**Zusammenarbeit:** DFG-Graduiertenkolleg METRIK (Humboldt-Universität zu Berlin, Freie Universität Berlin, GFZ Potsdam, Fraunhofer FIRST, Zuse-Institut Berlin, IHP Frankfurt/Oder)

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Das Graduiertenkolleg METRIK forscht an Technologien für das Katastrophenmanagement. Ein Schwerpunkt ist dabei das Katastrophenmanagement in urbanen Umgebungen. In der Vergangenheit wurden drahtlose Sensornetzwerke in Städten untersucht, mit dem Ziel ein dezentrales Erdbebenfrühwarnsystem innerhalb einer Stadt zu entwickeln. METRIK vertieft diese Forschung nun und erweitert den Untersuchungsgegenstand von einfachen Sensornetzwerken hin zur „intelligenten Stadt“ (SmartCity). Die Idee von SmartCity ist es eine Stadt „intelligent“ zu machen, indem komplexe Sensorinfrastrukturen aufgebaut werden. Diese Sensordaten sollen u. a. dazu dienen Verbesserungen im z. B. Verkehrs- oder Energiemanagement zu erreichen. Gleichzeitig sollen weitere (externe) Datenquellen verwendet werden um diese Sensordaten anzureichern. Durch die Verknüpfung mit externen Daten können neuartige Dienste bereitgestellt werden. Diese Entwicklung ist auch für den Bereich des Katastrophenmanagements relevant, da diese SmartCity-Technologien im Fall einer Katastrophe eingesetzt werden können um z. B. Einsatzkräfte zu koordinieren oder die Bevölkerung mit Informationen zu versorgen. Zum anderen ist es auch die Aufgabe des Katastrophenmanagements, diese intelligente Infrastruktur robust gegen Katastrophen zu entwerfen und im Fall einer Katastrophe wieder herzustellen. In unserer Arbeitsgruppe stehen dabei zwei Themen im Mittelpunkt. Zum einen die Verarbeitung von Daten- und Ereignisströmen (Data Stream and Event Processing), um Ströme von Sensordaten effizient abfragen und modifizieren zu können. Zum anderen sollen neuartige Informationssysteme entwickelt werden die unterschiedliche Datenquellen und verschiedenartige/mehrdimensionale Daten effizient miteinander verknüpfen können. Dies soll als Grundlage für neuartige SmartCity-Dienste dienen.

## **Teilprojekt: Optimierung von Datenparallelen Datenflussprogrammen**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. MATTHIAS J. SAX

Die Verarbeitung von Daten- und Ereignisströmen ist durch die Verfügbarkeit von Strömen zeitlich geordneter Daten und die Anforderung, diese effizient zu verarbeiten, zu einem wichtigen Themenbereich der modernen Datenverarbeitung geworden. Beispiele für Anwendungsgebiete sind Sensornetzwerke, Medizin, Finanzwesen und Workflow-Management. Im Kontext der parallelen Datenstromverarbeitung arbeiten wir an neuartigen Parallelisierungsmethoden auf Map/Reduce-basierten Systemen (z. B. Storm, Stratosphere). Map/Reduce-basierte Systeme bieten die Möglichkeit große Datenmengen durch Parallelisierung effizient zu verarbeiten.

Bei der Anfrageoptimierung von Datenflussprogrammen im Stromverarbeitungsfall ist der Fokus ein anderer als in der „Batch“-Verarbeitung. Da ein potentiell unendlicher Datenstrom verarbeitet wird, ist es nicht das Ziel die Verarbeitungszeit möglichst kurz zu halten (Kostenminimierung), sondern einen gewissen Durchsatz (verarbeitete Datenelemente pro Sekunde) zu erreichen. Dabei sollen so wenige Ressourcen wie möglich „verbraucht“ werden (Minimierung des Parallelisierungsgrades). Eine dabei eingesetzte Technik ist die „Mini-Batch“ Verarbeitung von Datenelementen. Diese Technik reduziert den Mehraufwand vor allem in der Datenübertragung. Als Nachteil ist jedoch eine höhere Verarbeitungslatenz zu verbuchen. In unserer Forschung wurde ein Kostenmodell entwickelt, welches Verarbeitungseingänge für eine gegebene Programmkonfiguration (Mini-Batch und Parallelisierungsgrad) vorhersagen kann. Dieses Kostenmodell dient des Weiteren als Grundlage eines kostenbasierten Optimierers, um Datenflussprogramme automatisch zu konfigurieren.

In unserer aktuellen Forschung betrachten wir Rechencluster mit Mehrkern-CPU's. In dieser Konfiguration ist die Minimierung der Operatorparallelität nicht zwingend optimal. Der Grund hierfür ist die geteilte Netzwerk-Schnittstelle mehrerer Operatorinstanzen. Deshalb entwickeln wir einen neuen Optimierungsansatz, der die Auslastung aller Hardware-Ressourcen in den Mittelpunkt stellt, um die Anzahl der benötigten Maschinen innerhalb eines Clusters für die Ausführung eines Datenflussprogramms zu minimieren.

## **Teilprojekt: Das Auffinden und Erlernen von Ereignismustern**

**Ansprechpartner:** DR. BRUNO CADONNA

Das Auffinden und Erlernen von Ereignismustern (engl. Event Pattern Matching - EPM) ist eine Abfragetechnik, bei der Instanzen (Matches) eines Musters (Pattern) in einem Strom von Ereignissen (Events) gefunden werden. Ereignisse sind Datenelemente mit einem Zeitstempel, der den Zeitpunkt des Auftretens des Ereignisses beschreibt. Beispiele von Ereignissen sind Verabreichungen von Medikamenten, Aktienverkäufe oder die Messungen von Sensoren. Ein Muster beschreibt ein zusammengesetztes Ereignis und beinhaltet Bedingungen hinsichtlich der zeitlichen Ordnung, der Attributwerte sowie der Anzahl und der zeitlichen Ausdehnung jener Ereignisse, die gemeinsam das zusammengesetzte Ereignis darstellen. Eine Instanz des Musters ist ein gesuchtes zusammengesetztes Ereignis im Ereignisstrom und besteht aus jenen Ereignissen, die die Bedingungen im Muster erfüllen. *Abbildung 2* stellt EPM schematisch dar.

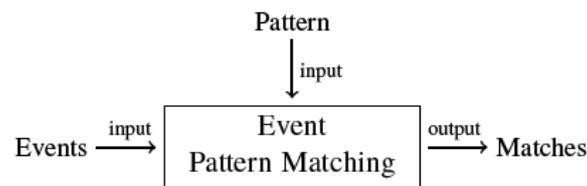


Abbildung 2: Event Pattern Matching

Eine Beispielanwendung für EPM im Kontext von SmartCity ist die Erkennung vorbeifahrender PKWs und LKWs aufgrund von Sensordaten. Diese Information kann verwendet werden, um kurzfristig den Verkehr zu regeln und langfristig die Verkehrsplanung einer Stadt zu verbessern. Dabei beschreiben die Muster die typischen Sensormessungen (Ereignisse) während der zusammengesetzten Ereignisse "vorbeifahrender PKW" und "vorbeifahrender LKW".

Die gesuchten zusammengesetzten Ereignisse anhand eines Musters zu beschreiben ist im Allgemeinen nicht trivial, weil es nicht immer klar ist, aus welchen Ereignissen sie tatsächlich bestehen und welche Bedingungen diese Ereignisse erfüllen müssen. Zum Beispiel ist es nicht trivial ein Muster für das zusammengesetzte Ereignis "vorbeifahrender PKW" zu formulieren, weil man a priori nicht weiß welche Sensormessungen wichtig für die Erkennung eines vorbeifahrenden PKWs sind. Event Pattern Learning (EPL) ist eine Technik des überwachten maschinellen Lernens, um Muster aus einer Menge von historischen Ereignissequenzen zu lernen. Die Menge der historischen Ereignissequenzen besteht aus positiven und negativen Sequenzen. Positive Sequenzen haben zum gesuchten zusammengesetzten Ereignis und negative Sequenzen haben nicht zum gesuchten zusammengesetzten Ereignis geführt. Die durch EPL erhaltenen Muster kann man in weiterer Folge in EPM Algorithmen verwenden, um die gesuchten zusammengesetzten Ereignisse in zukünftigen Ereignisströmen zu finden. Der Vorteil von EPL gegenüber anderer Techniken des überwachten maschinellen Lernens, wie z.B. Support Vector Machines, ist, dass man schon vorhandene EPM Algorithmen zur Erkennung der zusammengesetzten Ereignisse verwenden kann und dass das erlernte Modell (Muster) explizit und dadurch interpretierbar ist.

Eine Beispielanwendung für EPL ist das Erlernen des Musters für die zusammengesetzten Ereignisse "vorbeifahrender PKW" und "vorbeifahrender LKW" aus historischen Ereignissequenzen. Dabei besteht die Menge der Ereignissequenzen für das Erlernen des zusammengesetzten Ereignisses "vorbeifahrender PKW" aus Sequenzen, bei denen ein PKW vorbeigefahren ist und aus Sequenzen bei denen kein PKW vorbeigefahren ist. Entsprechendes gilt für das Erlernen des zusammengesetzten Ereignisses "vorbeifahrender LKW". Diese Muster werden dann verwendet, um vorbeifahrende PKWs und LKWs mit Hilfe von EPM zu erkennen.

Ziel dieser Forschung ist die Entwicklung effizienter Datenstrukturen und Algorithmen für das EPM und das EPL. Die Herausforderungen bei EPM sind, das Rauschen in Ereignisströmen zu vernachlässigen, die Latenz, die Ausführungszeit und den Speicherbedarf zu minimieren, sowie den Durchsatz zu maximieren. Beim EPL liegen die Herausforderungen in der Maximierung des Recalls und der Precision, sowie in der Minimierung der Ausführungszeit und des Speicherbedarfs.

## **Teilprojekt: Effiziente multi-domain Ähnlichkeitssuche auf Big Data**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. FABIAN FIER

Daten werden im Internet immer strukturierter abgelegt. Semantisches Markup wie z. B. schema.org erlaubt Webseiten, ihre Inhalte mit standardisierten Metadaten zu versehen, um diese semantisch zu beschreiben. Solche Daten werden aktuell bereits von Suchmaschinen dazu genutzt, um Suchergebnisse mit für Benutzer nützlichen Informationen anzureichern. Die Daten können aber auch genutzt werden, um die Suche auf Daten des Internets zu verbessern. Die traditionelle Websuche erlaubt nahezu ausschließlich textuelle Suche, die an ihre Grenzen stößt, falls beispielsweise Benutzer Termine von Veranstaltungen innerhalb bestimmter Zeitgrenzen, innerhalb eines bestimmten Budgets oder innerhalb einer bestimmten örtlichen Region suchen. Zudem erlaubt sie keine textuelle Ähnlichkeitssuche basierend auf einer bereits gefundenen, aber noch nicht optimalen Webseite. Ein neuartiger Ansatz zur Websuche könnte Benutzern erlauben, mittels Attributen aus verschiedenen Domains, z. B. Text, Zeit oder Ort, nach Webseiten zu suchen und eine textuelle Ähnlichkeitssuche basierend auf einer gegebenen Webseite durchzuführen.

Aus der Datenbankperspektive erfordert eine solche neuartige Suche effiziente Suchalgorithmen auf großen Datenmengen. In der Literatur existieren Ansätze, um einzelne oder Paare von Domänen in einer Anfrage zu verbinden. Demgegenüber existieren aber kaum Ansätze, um eine beliebige Anzahl solcher Domänen in einer Suchanfrage zuzulassen. Wir planen, einen generischen Ansatz zu entwickeln, der die Suche auf Attributen mehrerer Domains auf großen Datenmengen erlaubt.

In einem ersten Schritt werden textuelle Join-Algorithmen der Art weiterentwickelt, dass ortsbezogene Daten in den Join einbezogen werden. Diese Algorithmen können kanonisch dazu verwendet werden, statt eines Joins eine Suche durchzuführen. Wir haben die aktuellen sequentielle Join-Algorithmen auf Text identifiziert und diese in verteilte MapReduce-Algorithmen überführt, um zu evaluieren, unter welchen Bedingungen textual-first, location-first oder hybride Lösungen die effizientesten sind.

## **Projekt: Ähnlichkeitssuche auf komplexen Zeitreihen**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. JÖRG P. BACHMANN, PROF. JOHANN-CHRISTOPH FREYTAG, PH.D.

Einfache Zeitreihen sind endliche Tupel von Zahlen. Verschiedenste Techniken, wie zum Beispiel Dynamic Time Warping (DTW), Longest Common Subsequence (LCSS) oder die Edit-Distanz, wurden entwickelt bzw. angepasst, um zwei einfache Zeitreihen miteinander zu vergleichen und ihnen einen Abstand zuzuordnen.

Betrachtet man Zeitreihen in einem euklidischen Vektorraum, stellt sich die Herausforderung, ein Maß für die Kongruenz zu definieren und zu berechnen, d.h. den minimalen Abstand zwischen zwei Zeitreihen zu berechnen, wenn diese gedreht, gespiegelt und translatiert werden können. Es stellt sich heraus, dass das Berechnen der Kongruenz ein NP-hartes Problem ist. Es wurden jedoch gute approximierende Algorithmen mit quasi linearer Laufzeit entwickelt. Ein Anwendungsfall für die Kongruenz als Ähnlichkeitsmaß ist beispielsweise die Gestenerkennung, da für eine Geste (als Zeitreihe interpretiert) nicht die Lage im Raum entscheidend ist, sondern die innere Struktur der Zeitreihe.

Das Abstandsmaß DTW minimiert den Abstand zweier Zeitreihen durch geeignete lokale Zeitskalierung. Sein Nachteil ist, dass es die Dreiecksungleichung nicht erfüllt und es somit unmöglich erscheint, eine Anfrage nach den „Nächsten Nachbarn“ (engl. Nearest Neighbor

Query) an eine Menge von Zeitreihen zu stellen, ohne jede Zeitreihe gegen jede andere in der Menge zu vergleichen. Deshalb wurde die Abstandsfunktion DTW so verändert, dass sie die Dreiecksungleichung erfüllt und gleichzeitig die Semantik des Abstandsmaßes erhalten bleibt. Somit können metrischer Bäume als Indexstrukturen verwendet werden, der einen Vergleich jeder Zeitreihe mit jeder anderen bei Nachbarschaftsanfragen vermeidet.

### Projekt: Schutz der Privatsphäre in der Anfragebearbeitung

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. LUKAS DÖLLE, PROF. JOHANN-CHRISTOPH FREYTAG, PH.D.

Der Schutz der Privatsphäre bekommt in heutigen Anwendungen eine immer größere Aufmerksamkeit. Oftmals müssen personenbezogene Daten veröffentlicht werden, wobei der Datenhalter garantieren möchte, dass die einzelnen Individuen nicht identifiziert werden können. *Abbildung 3* zeigt ein Beispiel von Patientendaten, in denen zu jedem Patienten neben seiner Postleitzahl (PLZ), dem Alter und dem Geschlecht die entsprechende Krankheit gespeichert ist. Bei einer Herausgabe dieser Daten muss gewährleistet werden, dass den Personen nicht ihre Krankheit zugeordnet werden kann. Das Attribut Krankheit wird in diesem Zusammenhang auch sensitiv genannt. Betrachtet man nun Anfragen an diese Daten, so stellen die Ergebnismengen potenzielle Verletzungen der Privatsphäre dar, wenn aus ihnen Rückschlüsse auf die sensitiven Werte der Individuen gezogen werden können.

Name	PLZ	Alter	Geschlecht	Krankheit
Allen	10000	18	W	Grippe
Ben	12000	18	M	Bronchitis
Chris	12000	20	M	Gastritis
Doris	14000	21	W	Herzleiden
Ellen	15000	21	W	Erkältung
Frank	15000	23	M	Erkältung

Abbildung 3: Beispieldaten  $T$

Gegeben sei eine Anfrage  $Q_1$  an die Daten  $T$ :

$Q_1$ : SELECT \* FROM T WHERE Age BETWEEN 18 AND 20

Die Ergebnismenge dieser Anfrage beinhaltet die ersten drei Tupel der Daten  $T$ . Um die Privatsphäre zu schützen, kann man zum Beispiel die sensitiven Werte separat ausgeben, wie in *Abbildung 4* gezeigt. Dabei werden die Krankheitswerte in einer anderen Reihenfolge ausgegeben als die Tupel der Ergebnismenge. Dieses *Bucketization*-Verfahren gewährleistet, dass ein potenzieller Angreifer die sensitiven Werte nicht eindeutig den Individuen zuordnen kann, wenn die Ergebnismenge groß genug ist.

Name	PLZ	Alter	Geschlecht	Krankheit
Allen	10000	18	W	Bronchitis
Ben	12000	18	M	Gastritis
Chris	12000	20	M	Grippe

Abbildung 4: Ergebnismenge von  $Q_1$

Im Rahmen dieses Projektes soll eine Methode entwickelt werden, um aus einer Reihe von Anfragen herauszufinden, ob die Kombination der entsprechenden Ergebnismengen bzw. das Wissen, das ein potenzieller Angreifer durch die Ergebnisse erhält, eine Verletzung der Privatsphäre darstellt. Aus der ersten Ergebnismenge aus *Abbildung 3* kann zum Beispiel geschlussfolgert werden, dass Chris entweder Bronchitis, Gastritis oder Grippe haben muss.

Das gleiche gilt auch für Allen und Ben. Werden nun weitere Anfragen gestellt, muss geprüft werden, ob weitere Einschränkungen der Möglichkeiten existieren, so dass zum Beispiel nur noch ein gültiger Wert für ein Individuum übrig bleibt. Ein einfaches Beispiel ist die Anfrage

$Q_2$ : SELECT \* FROM T WHERE Age BETWEEN 20 AND 22,  
die als Ergebnis die Tupel für Chris, Doris und Ellen liefert (siehe *Abbildung 5*).

Name	PLZ	Alter	Geschlecht	Krankheit
Chris	12000	20	M	Erkältung
Doris	14000	21	W	Gastritis
Ellen	15000	21	W	Herzleiden

Abbildung 5: Ergebnismenge von  $Q_2$

Die Kombination der beiden Ergebnismengen liefert die Erkenntnis, dass Chris Gastritis haben muss, da ein Tupel für Chris in beiden Ergebnissen vorkommt und Gastritis der einzige sensitive Wert ist, der zweimal vorkommt (wir setzen hierbei voraus, dass jeder Patient nur eine Krankheit hat, die sich nicht ändert).

Jedoch können durch andere Anfragen auch wesentlich weniger offensichtliche Rückschlüsse auf sensitive Werte gezogen werden, die eine Verletzung der Privatsphäre darstellen. Dazu wurde ein Modell entwickelt, das das Wissen potenzieller Angreifer darstellt und aus dem die Verletzung der Privatsphäre hervorgeht. Das Grundprinzip dabei ist recht simpel. Zu jedem Individuum werden alle verschiedenen infrage kommenden sensitiven Werte gespeichert. Nach jeder Anfrage werden nicht mehr mögliche Werte gelöscht.

Im obigen Beispiel würden zu Chris nach Anfrage  $Q_1$  die möglichen Werte Bronchitis, Gastritis und Grippe gespeichert werden. Nach Anfrage  $Q_2$  müssten die Werte Bronchitis und Grippe gelöscht werden, da sie nicht im Ergebnis von  $Q_2$  vorkommen und demzufolge nicht mehr für Chris möglich sind. Da nur noch ein Wert (Gastritis) übrig bleibt, wird die Verletzung der Privatsphäre somit erkannt.

Das entwickelte Modell beachtet dabei insbesondere die Abhängigkeiten zwischen Individuen, auch wenn diese nicht in der aktuellen Anfrage vorkommen. Durch die Kenntnis, dass Chris Gastritis haben muss, kann zum Beispiel geschlossen werden, dass Allen und Ben keine Gastritis haben und demzufolge nur noch zwei mögliche sensitive Werte (Bronchitis und Grippe). Der verwendete Algorithmus wird dadurch allerdings recht komplex, da bei jeder Anfrage an das System eine Reihe von aufwändigen Berechnungen durchgeführt werden müssen. Aus diesem Grund wurden mehrere Vereinfachungen hinzugefügt, die das Erkennen einer Verletzung der Privatsphäre erleichtern, im Gegenzug aber nicht das gesamte Wissen potentieller Angreifer modellieren. Wichtig ist dabei, dass alle Vereinfachungen trotzdem jede Verletzung erkennen.

### **Projekt: SOAMED – Service-orientierte Architekturen zur Integration Softwaregestützter Prozesse am Beispiel des Gesundheitswesens und der Medizintechnik**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. DANIEL JANUSZ, DIPL.-INF. JAN HENDRIK NIELSEN, M.SC. STEFFEN ZEUCH

**Zusammenarbeit:** DFG-Graduiertenkolleg SOAMED (Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin, Hasso-Plattner-Institut, Charité-Universitätsmedizin Berlin)

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

## **Teilprojekt: Schutz der Privatsphäre bei der Ausführung von Services**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. DANIEL JANUSZ

Die Ausführung eines Service involviert in der Regel den Zugriff auf Daten, die gerade im medizinischen Umfeld sehr schutzwürdig sind. Ziel unserer Forschung ist, einzelne Services als auch Service-Kompositionen mittels Methoden und Konzepten zu erweitern, welche ein Verarbeiten von personenbezogenen Daten erlauben, ohne den Schutz der Privatsphäre zu vernachlässigen.

Die Behandlung eines Patienten involviert oft unterschiedliche medizinische Anbieter, wie z.B. niedergelassene Ärzte, Krankenhäuser oder Krankenkassen. Die detaillierten Untersuchungsergebnisse werden meist nur lokal bei jedem Anbieter gespeichert. Aktuell gibt es keine Möglichkeit diese Daten unabhängig vom Speicherort gezielt nach bestimmten Patientenattributen zu durchsuchen. Unter anderem wird für diese Suche ein eindeutiger Patientenidentifikator benötigt, damit einem Patienten nicht falsche Daten zugeordnet werden. Bisher gibt es kein allgemein anerkanntes Verfahren zum Erzeugen dieser Identifikatoren und somit scheitert die zuvor skizzierte Suche schon an dieser Voraussetzung. Es existieren zwar erste Lösungen, bei der Identifikationsnummern von einer zentralen Instanz vergeben werden, aber bisher gibt es kein System, auf das sich alle beteiligten Parteien im deutschen Gesundheitssystem einigen konnten. Außerdem ist eine solche Lösung schwer über Ländergrenzen hinweg einsetzbar. Weil es aber immer leichter und attraktiver wird, in der Europäischen Union Gesundheitsleistung grenzüberschreitend wahrzunehmen, wäre eine technische Lösung wünschenswert, die ohne eine zentrale Instanz auskommt.

Eine Suche von Patientendaten in verteilten medizinischen Quellen involviert mit hoher Wahrscheinlichkeit einen institutionsübergreifenden Austausch von sensiblen Informationen. Dabei müssen geltende Datenschutzbestimmungen sowie persönliche Patientenvorgaben beachtet werden. Wenn der Datenaustausch zudem automatisiert abläuft, muss das benutzte System den Schutz der Privatsphäre der Patienten garantieren. Dies wird am besten gewährleistet, indem schon bei der Entwicklung solcher Systeme auf den Datenschutz geachtet wird. Aber was passiert, wenn sich Datenschutzbestimmungen verändern oder existierende Standardprodukte ohne Schutzfunktionen benutzt werden müssen? Oder allgemeiner gefragt: Wie können Datenschutztechniken in existierenden Services nachgerüstet werden?

In dieser Arbeit soll ein Verfahren entwickelt werden, welches eine Patientendatensuche sowie den Austausch von Medizindaten realisiert. Das Verfahren soll mindestens die folgenden zwei gegensätzlichen Anforderungen erfüllen: Patientendaten dürfen nur in anonymisierter Form übertragen werden. Dennoch sollen autorisierte Ärzte medizinische Daten immer korrekt den zugehörigen Patienten zuordnen können. Intuitiv bedeutet dies jedoch, dass die Daten nicht anonym sind. In dem Verfahren kommen etablierte Techniken für den Schutz der Privatsphäre zum Einsatz, z.B. k-Anonymität und Secure Multi-Party-Computation.

Das neue Datenaustauschverfahren hilft insbesondere dabei für existierende Services einen Schutz von sensiblen Daten nachträglich zu gewährleisten. Darauf aufbauend wird in der Dissertation eine spezielle Form von Service-Adaptoren — sogenannte „Privacy-Fassaden“ — eingeführt und diskutiert. Im Allgemeinen befähigt ein Adapter zwei Services dazu miteinander komponiert zu werden. In dieser Arbeit hingegen wird ein Service durch einen speziellen Adapter – einer sogenannten Privacy-Fassade – mit Funktionen zum Schutz der Privatsphäre erweitert (siehe *Abbildung 6*). Die spezielle Modellierungstechnik erlaubt es

hierbei, die gewünschten Schutzanforderungen formal nachzuweisen. Ferner werden auch die folgenden Fragen adressiert: Welche Risiken für den Schutz der Privatsphäre können anhand einer Serviceschnittstelle identifiziert werden? Zu welchen Kosten können existierende Services an neue Datenschutzerfordernungen angepasst werden?

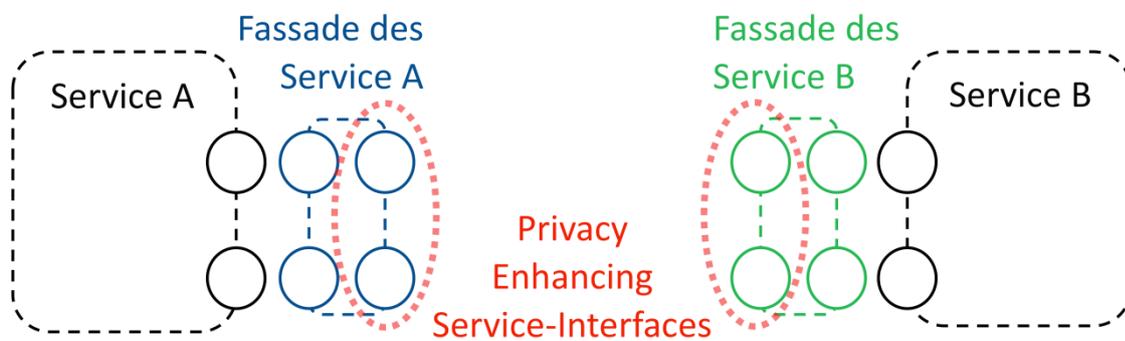


Abbildung 6: Privacy-Fassaden erweitern Services nachträglich mit Privatisierungsfunktionen

## Teilprojekt: Sicherer Austausch personenbezogener Daten im medizinischen Umfeld

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. JAN HENDRIK NIELSEN

Neben dem Austausch von Patientendaten ist die Veröffentlichung dieser Daten im Rahmen evidenzbasierter Studien ein unerlässliches Mittel zur Sicherung medizinischer Erkenntnisse. Bei der Veröffentlichung sensibler medizinischer Daten muss besonderes Augenmerk auf den Schutz der Privatsphäre von durch diese Daten beschriebenen Individuen gelegt werden.

Existierende Lösungen beschreiben in der Regel die Veröffentlichung *anonymisierter* oder *pseudonymisierter* Daten aus einer Datenquelle mittels etablierter Methoden wie der *k-Anonymisierung*. Bei dieser Art der Anonymisierung werden Einträge einer Datenbasis derart verändert, dass sich jeweils  $k$  Einträge in bestimmten identifizierenden Attributwerten nicht mehr unterscheiden und somit keine Rückschlüsse auf Individuen möglich sind. Die Veränderung der Daten erfolgt mit Hilfe sogenannter *Generalisierungshierarchien*. Dies sind hierarchische Strukturen, aus denen sich aus konkreten Attributwerten generellere, jedoch semantisch äquivalente Attributwerte ableiten lassen.

Um die Aussagekraft einer Studie zu erhöhen, ist es sinnvoll die Menge der zu Grunde liegenden Daten zu vergrößern und gleichzeitig mehrere Institutionen an der Durchführung der Studie zu beteiligen. In einem solchen Fall wird von einer *multizentrischen Studie* gesprochen. Durch die Verteilung der zu veröffentlichenden Daten auf mehrere Institutionen wird das Problem der Datenanonymisierung erschwert. Es stellt sich die Frage der gemeinsamen Veröffentlichung von Studienergebnissen ohne sensible Informationen gegenüber einer anderen beteiligten Institution preiszugeben.

Eine gemeinsame Veröffentlichung der Daten kann mit Hilfe einer *Trusted Third Party*

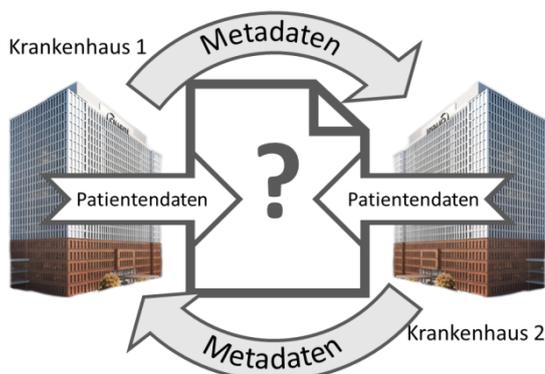


Abbildung 7: Anonymisierung verteilter Patientendaten

(TTP) geschehen. Hierbei handelt es sich um eine vertrauenswürdige Instanz, welcher die Aufgabe der Zusammenführung und Anonymisierung der Daten übertragen wird.

Die Verwendung einer TTP ist nicht immer möglich oder sinnvoll. In diesem Fall werden Protokolle der *Secure Multiparty-Computation* (SMC) verwendet, um eine TTP zu simulieren. SMC-Protokolle zur verteilten Datenanonymisierung beruhen auf dem verschlüsselten Austausch von Metadaten, siehe *Abbildung 7*. Derartige Verfahren sind aufwendig, da sie eine hohe Anzahl an Ver- und Entschlüsselungsoperationen erfordern.

Ziel dieses Projektes ist es ein Konzept zur verteilten Datenanonymisierung zu entwickeln, welches mehrere schützenswerte Attributwerte berücksichtigt. Während Protokolle zur verteilten Anonymisierung mit Hilfe der  $k$ -Anonymisierung existieren, ist dies für stärkere Konzepte der Datenanonymisierung nicht der Fall. Dies begründet sich mit der Konzeption dieser Anonymisierungsverfahren. In der Regel betrachten diese nur ein Attribut als schützenswert. Wird das Verfahren auf mehrere derartige Attribute erweitert, so ist es nicht mehr ohne weiteres anwendbar. Bei Existenz von mehr als einem klinischen Zentrum tritt das zuvor besprochene Problem der multiplen sensiblen Attribute zwangsläufig auf.

Ein weiterer Fokus des Projekts liegt auf der Effizienzsteigerung des Metadatenaustauschs. Eine Möglichkeit, den Datenaustausch unter Wahrung der Anonymisierung zu beschleunigen, besteht in der Verwendung *probabilistischer Zähler* anstelle von SMC-Protokollen. Probabilistische Zähler beschreiben Datenstrukturen, mit deren Hilfe Operationen wie das Zählen der Elemente einer Menge approximiert werden können. Durch den probabilistischen Charakter besitzt diese Datenstruktur eine inhärente Ungenauigkeit, welche sich für datenschutzkritische Operationen ausnutzen lässt. Die Bearbeitung erfolgt über Hashfunktionen. Ein Beispiel sind Bloom-Filter, wie sie von Mathias Peters im Teilprojekt *Adaptive Anfragebearbeitung und kontinuierliche Anfrageoptimierung von komplexen Ad-Hoc-Anfragen* vorgestellt wurden. Eine besonders interessante Fragestellung mit Bezug auf probabilistische Zähler ergibt sich aus der exakten Abschätzung Folgende Fragen sind hier von besonderer Wichtigkeit.

## Teilprojekt: Parallelisierung Datenintensiver Services

**Ansprechpartner:** M.Sc. STEFFEN ZEUCH

Wie zuvor dargestellt, ist Forschungsgegenstand des Graduiertenkollegs SOAMED der Einsatz service-orientierter Architekturen zur Integration softwaregestützter Prozesse am Beispiel des Gesundheitswesens und der Medizintechnik. Besonders die enormen anfallenden Datenmengen im Gesundheitswesen führen zu hohen Kosten. Im Bereich der service-orientierten Architekturen spielt daher die Parallelisierung eine zentrale Rolle. Zentrale Serviceanbieter müssen die eintreffenden Anfragen effizient verarbeiten und die Ergebnisse zeitnah bereitstellen. Die Unterstützung von medizintechnischen datenintensiven Services bei der effektiven und effizienten Verarbeitung steht dabei im Vordergrund.

Heutige Datenbanksysteme basieren technologisch auf den Hardware Ressourcen der 80-iger Jahre. Der Wechsel von Single-Core Architekturen zu Multi-Core Architekturen kann nicht automatisiert erfolgen und birgt sowohl Risiken als auch Chancen für datenintensive Services. Dabei können für solche Services zwei Arten von Parallelität identifiziert werden (*Abbildung 8*). Die eintreffenden und ausgehenden Daten sind voneinander unabhängig und können daher auch unabhängig voneinander bearbeitet werden. Dies führt zu einer Parallelisierung auf Datenebene. Die eigentliche Verarbeitung des Services kann darüber hinaus auf einem Multi-Core-System parallelisiert werden. Dazu werden die eintreffenden Daten unterschiedlichen Threads zugewiesen und parallel verarbeitet. Dies führt zu einer Parallelisierung auf Threadebene.

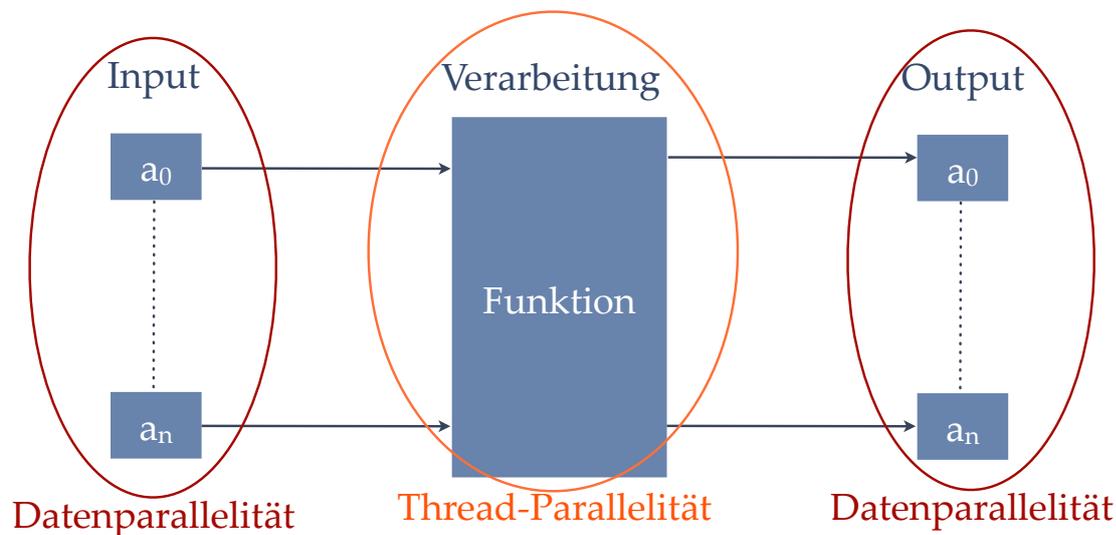


Abbildung 8: Arten der Parallelität

Zur Ausnutzung der Datenparallelität im Rahmen der Arbeit sollen vor allem neue Prozesstechnologien, wie z.B. Single Instruction Multiple Data (SIMD) Operationen, eingesetzt werden. Diese Instruktionen unterstützen die parallele Verarbeitung von unabhängigen Daten. Bei der Umsetzung der Thread-Parallelität steht die Verteilung der zu verarbeitenden Funktion auf die zur Verfügung stehenden Kerne eines Multicore-Systems im Fokus. Dabei soll für die Verarbeitung des datenintensiven Services in Bezug auf die jeweiligen individuellen Systemeigenschaften die beste Konfiguration ermittelt werden. Besonders die Kapazitäten des Speichersystems, sowie die Prozessoranzahl und deren Typ tragen entscheidend zur Verarbeitungsgeschwindigkeit bei.

Zunächst wurde der B-Baum als die meistgenutzte Indexstruktur in Datenbanksystemen durch die Verwendung von SIMD Instruktionen beschleunigt. Dazu wurde die Idee eines k-nären Suchbaums von Schlegel et al. aufgegriffen und für die Anwendung in einem B-Baum und einem Präfix B-Baum adaptiert. Die beiden Adaptionen wurden detailliert beschrieben und deren jeweilige Eignung abhängig von der Verteilung der Daten aufgezeigt. Dabei konnte eine bis zu 12-fach beschleunigte Suche in den Bäumen erreicht werden. Um die Verwendung der SIMD Instruktionen zu ermöglichen, mussten die Elemente in den Baumknoten in eine bestimmte Ordnung gebracht werden. Diese Ordnung stellte allerdings auch einen wesentlichen Nachteil der Idee dar, denn die Ordnung muss trotz Änderungsoperationen erhalten bleiben. Dies führt bei einem hohen Änderungsaufkommen zu einem erhöhten Aufwand zum Erhalten der Ordnung und daher zu verringerter Performance. Nichts desto trotz konnte eine Beschleunigung für lesende Zugriffe aufgezeigt werden. Die entstandene Indexstruktur sollte daher vorwiegend für lesende Zugriffsmuster verwendet werden, deren Änderungsoperationen entweder initial oder gebündelt erfolgen.

Abbildung 9 veranschaulicht den Ansatz der Modifikation. Statt Werte innerhalb eines Knotens in aufsteigend sortierter Reihenfolge zu speichern, werden diese linearisiert gespeichert. Diese linearisierte Darstellung ermöglicht die Nutzung von SIMD Instruktionen zur Beschleunigung der Suche. Dabei wird der Traversierungsalgorithmus des Baumes über die verschiedenen Knoten nicht geändert. Ausschließlich der knoteninterne Suchalgorithmus wird von linearer/binärer Suche auf k-näre Suche umgestellt.

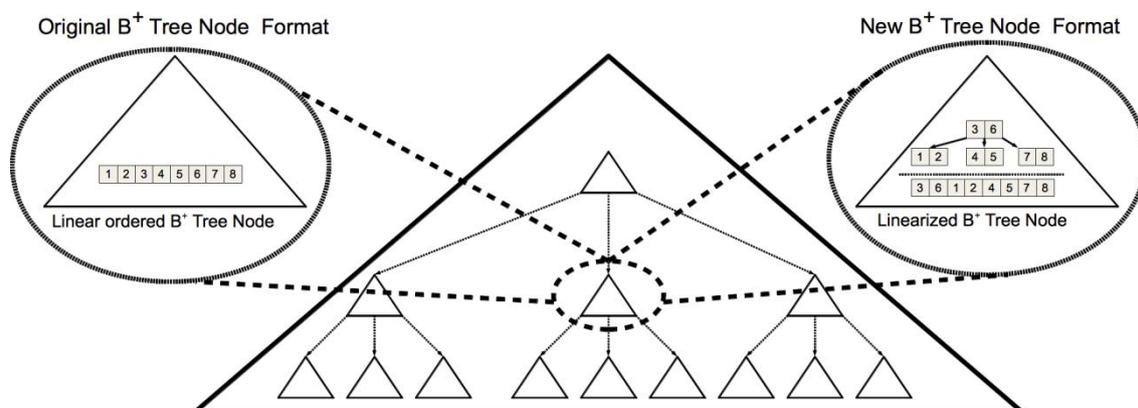


Abbildung 9: Altes und neues Knotenformat

Ein weiterer Fokus der Forschungsarbeit war die Entwicklung des Query Task Modells (QTM), das die Zerlegung von Anfrageausführungsplänen (engl. QEPs) in Tasks und deren Einfügen in Warteschlangen (engl. Queue) darstellt. Die Bearbeitung der Anfrage erfolgt durch die parallele Ausführung der Tasks innerhalb einer Queue. *Abbildung 10* veranschaulicht den Transformationsprozess eines QEPs zu QTM-Tasks.

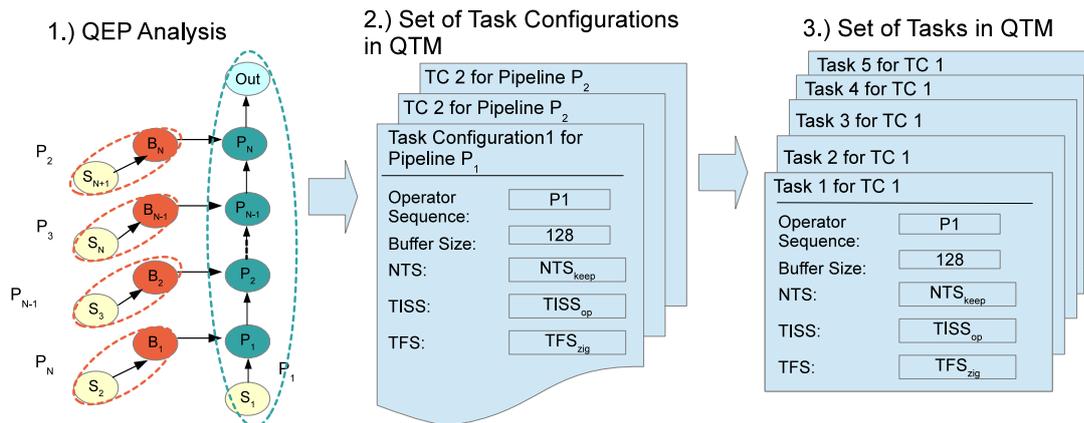


Abbildung 10: Wesentliche Aspekte des QTM-Modells

Zunächst wird jeder QEP auf Datenabhängigkeiten Ausführungspipelines analysiert, ehe dieser in eine Menge von Tasks- Konfigurationen zerlegt wird. Diese Tasks-Konfigurationen spezifizieren die Arbeit der Tasks (Operatorsequenz) und die Daten, die ein Task verarbeitet (Puffergröße). Zusätzlich können noch verschiedene Verarbeitungsvorschriften spezifiziert werden, welche die Taskverarbeitung zur Laufzeit festlegen. Abschließend werden die Task-Konfigurationen in Tasks instanziiert. Dabei ergibt sich die Anzahl der Tasks aus der Puffergröße und der Anzahl der zu verarbeitenden Tuple. Dieser Ablauf wird in *Abbildung 11* veranschaulicht.

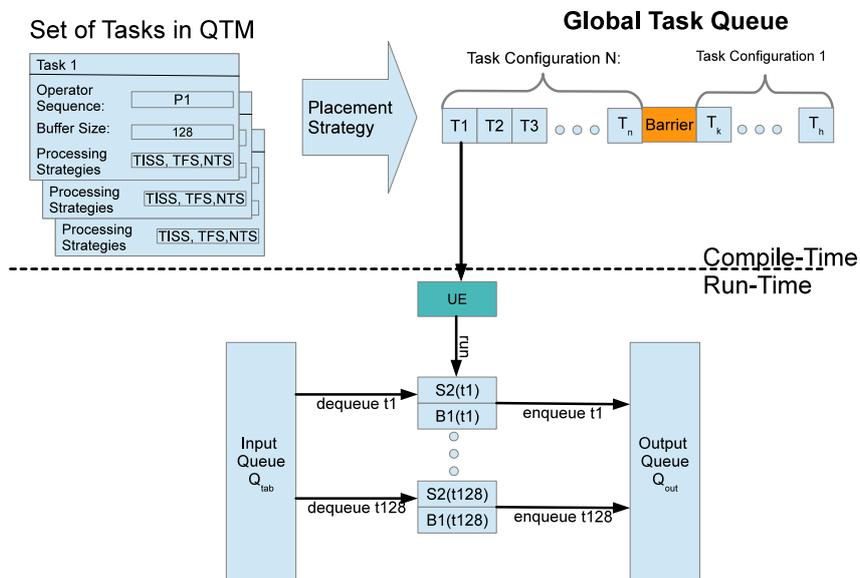


Abbildung 11: Zerlegung von QEPs in Tasks und deren Ausführung

Zu Beginn einer QEP-Bearbeitung werden zur Übersetzungszeit die Tasks in einer wohl definierten Reihenfolge in die Warteschlange abgelegt, ehe sie dann zur Ausführungszeit aus der Warteschlange zur Bearbeitung durch eine CPU (Kern) wieder entfernt werden. Anschließend werden so viele Tuple aus einer Eingabe-Warteschlange entfernt, wie durch die Puffergröße spezifiziert wurde, um deren Bearbeitung anhand der Operator Sequenz durchzuführen. Abschließend werden die sich qualifizierenden Tuple in eine Ausgabewarteschlange gelegt.

## Gäste am Lehrstuhl

TEMITOPE TOKOSI, Universität Johannesburg, Südafrika, Januar/Februar 2014

PROF. YANNIS IOANNIDIS, Universität Trento, Italien, April 2014

DR. HOLGER PIRK, CWI Amsterdam, Mai 2014

PROF. STEFANO CERI, Politecnico di Milano, September 2014

DR. HOLGER PIRK, CWI Amsterdam, November 2014

## Veröffentlichungen

A. ALEXANDROV, R. BERGMANN, S. EWEN, J.-C. FREYTAG, F. HUESKE, A. HEISE, O. KAO, M. LEICH, U. LESER, V. MARKL, F. NAUMANN, M. PETERS, A. RHEINLÄNDER, M. J. SAX, S. SCHELTER, M. HÖGER, K. TZOUMAS, D. WARNEKE: *The Stratosphere Platform for Big Data Analytics*, The VLDB Journal, 2014.

B. CADONNA, J. GAMPER, M. H. BÖHLEN: *A Robust Skip-Till-Next-Match Selection Strategy for Event Pattern Matching*, Proceedings of the 18th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS-14), Ohrid, Republic of Macedonia, September 2014.

B. CADONNA: *Event Pattern Matching*. 8. Gemeinsamer Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Juni, 2014.

J. H. NIELSEN: *Privacy Aware Data Exchange in Distributed Health Infrastructures*, 8. Gemeinsamer Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Juni, 2014.

M. J. SAX, M. CASTELLANO: *Building a Transparent Batching Layer for Storm*, Technischer Bericht, Hewlett-Packard Laboratories, HPL-2013-69, Palo Alto (CA), USA, 2014.

S. ZEUCH, J.C. FREYTAG: *QTM: Modelling Query Execution with Tasks*, ADMS-Workshop @ VLDB, Hangzhou, China, 2014.

S. ZEUCH, F. HUBER, J.C. FREYTAG: *Adapting Tree Structures for Processing with SIMD Instructions*, EDBT Konferenz, Athen, 2014.

J. C. FREYTAG: *Grundlagen und Visionen großer Forschungsfragen im Bereich Big Data*, Informatik Spektrum 37(2), 2014

## Vorträge

J.C. FREYTAG: *When to say NO to protect Privacy while answering Queries*, Universität Dresden, Juli 2014

J.C. FREYTAG: *When to say NO to protect Privacy while answering Queries*, Universität Aalborg, Dezember 2014

J.C. FREYTAG: *Adapting Tree Structures for Processing with SIMD Instructions*, Universität Aalborg, Dezember 2014

J.C. FREYTAG: *Smart Traffic – Herausforderungen für die Zukunft*, Adlershofer Forum Wirtschaft trifft Wissenschaft, Mai 2014

J.C. FREYTAG: *Big Data – Was nun??*, Adlershofer Forschungsforum, November 2014

J.C. FREYTAG: *Wie Facebook, Twitter und Co. die Welt verändern*, Helmholtz Vorlesungen, Humboldt-Universität, Mai 2014

B. CADONNA: *Event Pattern Matching*, 8. Gemeinsamer Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Deutschland, Juni 2014.

L. DÖLLE: *Der Schutz der Privatsphäre bei der Anfragebearbeitung in Datenbanksystemen*, Humboldt-Universität zu Berlin, September 2014

D. JANUSZ: *Privacy-Enhanced Service Interfaces*, 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Potsdam, Deutschland, Juni 2014.

D. JANUSZ: *Daten-Striptease*, 14. Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin/Potsdam, Mai 2014.

J. H. NIELSEN: *Privacy Aware Data Exchange in Distributed Health Infrastructures*, 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Potsdam, Deutschland, Juni, 2014.

J. H. NIELSEN: *Enhancing Data Exchange for Anonymization in Distributed Health Infrastructures*, 9. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Fürstenwalde, Deutschland, November 2014.

J. H. NIELSEN: *Privacy Aware Data Exchange in Distributed Health Infrastructures*, 8. Gemeinsamer Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Deutschland, Juni 2014.

FABIAN FIER: *Distributed Spatio-Textual Joins*, METRIK Evaluation Workshop, Berlin, April 2014.

FABIAN FIER: *Efficient Multi-Domain Similarity Search on Big Data*, METRIK Evaluation Workshop, Ralswiek, Oktober 2014.

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Johann-Christoph Freytag, Ph.D.

- Forschungsaufenthalt an der Universität Trento, Italien; Kooperation mit Prof. Yannis Velegrakis, Prof. Gabriel Kuper, April 2014
- Besuch Prof. Mike Carey (University of Irvine), Dr. Umesh Dayal/Dr. Mei Hsu (HP Labs, Mountain View, CA), Industriepartner: Dr. Artin Avanes/M. Flasz (Microsoft), Dr. Laura Haas (IBM Fellow, San Jose), März 2014
- Mitglied des Programmkomitees der IEEE ICDE-Konferenz 2014, Chicago, IL, USA
- Mitglied des Programmkomitees der Sigmod-Konferenz 2014, Snowbird, UT, USA
- Mitglied des Programmkomitees der EDBT-Konferenz 2015, Brüssel, Belgien
- Mitglied des Programmkomitees der BTW-Konferenz 2015, Hamburg
- Gutachter bei der Europäischen Union im FP-7 Programm, Juni 2014
- Gutachter beim DAAD, November 2014
- Externer Gutachter NSERC, Kanada, Juni 2014
- Mitorganisator des Innovationsforums *Semantic Media Web*, Humboldt-Universität zu Berlin, Oktober 2012
- Mitglied des Herausbergremiums der Buchserie „Data-centric Systems and Applications“ des Springer Verlages, seit 2004
- Mitglied des Herausbergremiums der Zeitschrift „Computer Science - Research and Development“ (CSR) des Springer Verlages, seit 2007
- Mitglied der IRIS Adlershof, seit Mai 2008
- Mitglied des Institutsrates, des Fakultätsrates (seit 2009), des Haushaltsausschusses (seit 2008) und des Konzils (seit 2009) der Humboldt-Universität zu Berlin
- Sprecher des GI-FBes Datenbanken und Informationssysteme (DBIS), seit 2007.

- Mitglied des Präsidiums der Gesellschaft für Informatik, seit 2007.
- Teilnahme VLDB Konferenz, Hangzhou, China, September 2015
- Teilnahme GI-Jahrestagung, Stuttgart, September 2015

#### **Dipl.-Inf. Jörg P. Bachmann**

- Teilnahme Summer School “Implementation Techniques for Data Management Software.”, Dagstuhl, April 2013

#### **Dr. Bruno Cadonna**

- Mitglied des Programmkomitees der 29. Konferenz “IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2015)”, Korea, 2015
- Externer Gutachter SIGMOD 2014
- Teilnahme am 8. Gemeinsamen Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Deutschland, Juni 2014

#### **Dipl.-Inf. Lukas Dölle**

- Organisation und Durchführung des Programms „Daten-Striptease“ in der 14. Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin/Potsdam, Mai 2014

#### **Dipl. Inf. Fabian Fier**

- Externer Gutachter für SIGSPATIAL 2014
- Externer Gutachter für BigDataService 2015

#### **DIPL.-INF. DANIEL JANUSZ**

- Teilnahme an der 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Potsdam, Deutschland, Juni 2014
- Organisation und Durchführung des Programms „Daten-Striptease“ in der 14. Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin/Potsdam, Mai 2014

#### **Dipl.-Inf. Jan Hendrik Nielsen**

- Teilnahme an der 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Potsdam, Deutschland, Juni 2014
- Durchführung des Programms „Daten-Striptease“ an der 14ten Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin/Potsdam, Mai 2014
- Teilnahme am 8. Gemeinsamen Workshop der DFG-Graduiertenkollegs (GKs) in der Informatik, Dagstuhl, Deutschland, Juni 2014
- Mitorganisation der „Fachtagung Semantische Technologien“, Berlin, Oktober 2014
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Steinhöfel, Deutschland, November 2014

#### **Dipl.-Inf. Matthias J. Sax**

- Gutachter 2. Workshop „Data Management in the Cloud“ (GI-Jahrestagung 2014)
- Gutachter Datenbank-Spektrum 2014
- Externer Gutachter SIGMOD 2014
- Poster Präsentation auf dem Adlershofer Forschungsforum, November 2014
- Teilnahme an der 3. „Meeting C++“ Konferenz, Berlin, Dezember 2014

### **M.Sc. Steffen Zeuch**

- Teilnahme an der 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Potsdam, Deutschland, Juni 2014
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung des Graduiertenkollegs „SOAMED“, Steinhöfel, Deutschland, November 2014
- Teilnahme Summer School “programming and tuning massively parallel systems.”, Barcelona, July 2014

### **Diplomarbeiten**

MAGDALENA SOYKA: *Distributed Systems for Processing Large Scale Data Streams*, April 2014

ROBERT PRZEWOZNY: *Erweiterung von Datenflussprogrammen um Operatoren zur Statistiksammlung*, Juli 2014

TINO SCHERNICKAU: *Ein adaptiver Index für verteilte, strukturierte Laufzeitstatistiken*, Juni 2014

ZHENG WANG: *Main Memory Tuning of Stratosphere*, September 2014

DENNIS SCHNEIDER: *Kostenschätzung in verteilten Datenverarbeitungssystemen*, November 2014

JOCHEN TAESCHNER: *Verifizieren nutzerdefinierter Datenschutzpräferenzen in service-orientierten Architekturen*, Dezember 2014

### **Bachelorarbeiten**

AXEL SPRINGER: *Visualisierung eines vierdimensionalen Raumes am Beispiel des Stratosphere Statistikspeichers*, Oktober 2014

### **Studienarbeiten**

JOCHEN TAESCHNER: *Evaluation eines Algorithmus zur verteilten Anonymisierung mit t-Closeness*, April 2014

MAX SCHULZE: *Erweiterung des Plan-Aufzählungsalgorithmus für Stratosphere*, Mai 2014

FLORIAN HÖNICKE: *Scalable Parallel Set-Similarity Joins Using Stratosphere*. Juni 2014

Lehr- und Forschungseinheit

## **Drahtlose Breitbandkommunikationssysteme**

sowie

### **Joint-Lab des Leibniz Institutes für innovative Mikroelektronik (IHP) mit dem Institut für Informatik der Humboldt Universität zu Berlin**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/~grass>

#### **Leiter**

PROF. DR. ECKHARD GRASS

Tel.: (030) 2093 3060

E-Mail: [grass@informatik.hu-berlin.de](mailto:grass@informatik.hu-berlin.de)

#### **Sekretariat**

SILVIA SCHOCH

Tel.: (030) 2093 3111

Fax: (030) 2093 3112

E-Mail: [schochsi@informatik.hu-berlin.de](mailto:schochsi@informatik.hu-berlin.de)

#### **Wissenschaftliche Mitarbeiter**

MANFRED GÜNTHER

FRANK WINKLER

DARKO CVETKOVSKI

#### **Studentische Hilfskraft**

THOMAS SCHÜTTLER (BIS 03/2014)

ANDREAS BORGER (AB 11/2014)

Das Fachgebiet „Drahtlose Breitbandkommunikationssysteme“, vertreten durch die gleichnamige Professur innerhalb der Technischen Informatik, befasst sich in Lehre und Forschung mit Kommunikationssystemen für höchste Datenraten.

In der Lehre wird neben den Grundlagen der Nachrichtentechnik auch auf spezielle aktuelle Entwicklungen und Standards eingegangen.

## Lehre

Der rapide wachsende Anteil an multimediafähigen Smartphones und die Einführung von HD- und 3D-Videostandards führt zu einem rasanten Anstieg der notwendigen Übertragungsraten für mobile Endgeräte. Ausgehend von den Kanaleigenschaften werden Algorithmen, Architekturen und Implementierungsaspekte für drahtlose Kommunikationssysteme mit höchsten Datenraten erörtert. Dabei wird insbesondere auf Modulationsverfahren, Kanalcodierung und Synchronisation in gegenwärtigen und zukünftigen Systemen eingegangen. Die Teilnehmer werden an den Entwurf und die Implementierung von drahtlosen Kommunikationssystemen herangeführt. Das in der Vorlesung vermittelte Wissen wird im Praktikum angewendet und an konkreten Beispielen vertieft.

## Lehre

### Wintersemester 2013/14

- „Drahtlose Breitbandkommunikation“, Vorlesung, Praktikum, Übung (PROF. E. GRASS)
- „Schaltkreisentwurf“, Vorlesung, Praktikum (DR. F. WINKLER)
- SE Anonymität und Privatsphäre im Internet (DR. F. WINKLER)
- Semesterprojekt –Kommunizierende Systeme (DR. F. WINKLER)

### Sommersemester 2014

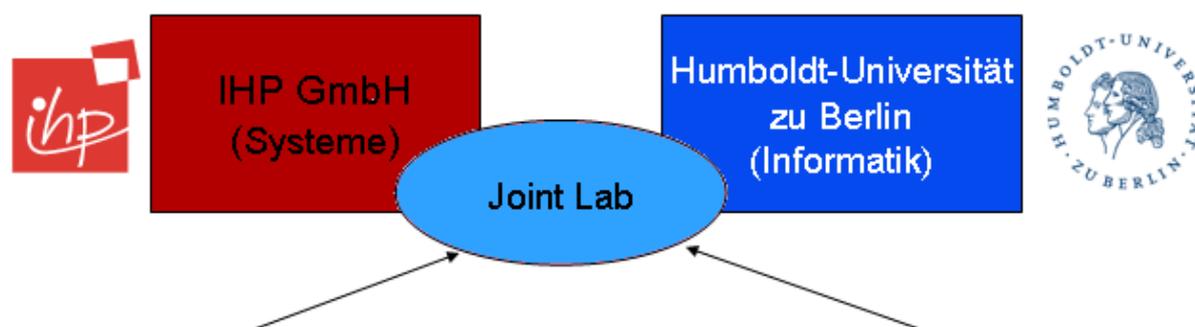
- „Digitale Systeme“, Praktikum (DR. F. WINKLER)
- „Semesterprojekt – Kommunizierende Systeme“ (DR. F. WINKLER)
- „SE Effiziente Paketverarbeitung in Hard- und Software“ (DR. F. WINKLER)

### Wintersemester 2014/15

- „Drahtlose Breitbandkommunikation“, Vorlesung, Praktikum, Übung (PROF. E. GRASS)
- „Schaltkreisentwurf“, Vorlesung, Praktikum, Übung (DR. F. WINKLER)
- „SE Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation“ (DR. F. WINKLER)
- „PSE Hardwareunterstützte Protokollverarbeitung“ (DR. F. WINKLER)

## Forschung

Das Joint Lab ermöglicht eine **zukunftsweisende, zieloffene** und **ergebnisoffene** Forschungs-kooperation zwischen der HU Berlin und dem IHP. Die **Kompetenzen** beider Einrichtungen werden zum gegenseitigen Nutzen gebündelt:



<b>IHP: Angewandte Forschung</b>	<b>HU Berlin: Grundlagenforschung</b>
Breitbandkommunikation, Technologie, Anwendungen drahtloser Breitbandkommunikation, Lokalisierung	Netzwerk-Kommunikation, modellbasierter Entwurf, Signalverarbeitung, verteilte und eingebettete Systeme
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrieforschung von Airbus bis VW</li> <li>• BMBF Projekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduerungen (METRIK, ...)</li> <li>• DFG Projekte</li> </ul>

Die Forschungsschwerpunkte des Joint Lab liegen auf den Gebieten Breitbandkommunikation, Lokalisierungsverfahren, Signalverarbeitung und Co-design.

(<http://www.ihp-hub-bb.jointlab.de/>)

## Projekte

maximumMIMO - Maximale spektrale Effizienz durch parallelisierte Multiple-Input-Multiple-Output-Übertragung mittels hochauflösender 3D-Antennentopologie, DFG-SPP1655, Nov. 2013 – Nov. 2016. [www.wireless100gb.de](http://www.wireless100gb.de)

EuRISCOSi - Erweiterbarer ultraschneller RISC-basierter Operationsknoten mit bipolarer SiGe-Technologie, BMBF, Okt. 2013 – Sep. 2016.

PreLocate - Präzise Lokalisierung und Breitband-Kommunikation im 60-GHz-Band, BMBF, Okt. 2011 - Jul. 2014. [www.prelocate-projekt.de](http://www.prelocate-projekt.de)

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Eckhard Grass

- General Chair, IEEE International Symposium on Asynchronous Circuits and Systems, ASYNC 2014, [www.async2014.org](http://www.async2014.org), Potsdam, May 2014.
- Berufungskommission Prozessor Design I, center for advancing electronics dresden (cfaed), TU-Dresden, Sep. 2014.
- Berufungskommission Prozessor Design II, center for advancing electronics dresden (cfaed), TU-Dresden, Jan. 2014.
- Berufungskommission Zuverlässige und energieeffiziente Sensornetze, Institut für Informatik, Universität Potsdam, Apr. 2014.

## **Diplomarbeiten**

THOMAS SCHÜTTLER: „Beamtraining Methods for 60-GHz Communication Systems“,  
am 21.10.2014 verteidigt.

Lehr- und Forschungseinheit

## **Adaptive Systeme (ehem. Kognitive Robotik)**

<http://adapt.informatik.hu-berlin.de/>

### **Leiterin**

PROF. DR. VERENA HAFNER  
Tel.: (030) 2093 3905  
E-Mail: hafner@informatik.hu-berlin.de

### **Sekretariat**

SABINE BECKER  
Tel.: (030) 2093 3028, Fax: (030) 2093 3045  
E-Mail: sbecker@informatik.hu-berlin.de

### **PostDocs & PhD Students**

DR. GUIDO SCHILLACI (Humboldt PostDoc / EU EARS)  
FERRY BACHMANN (DBU)  
SIHAM AL-RIKABI (DAAD)  
SASA BODIROZA (EU EARS)  
CHRISTIAN BLUM (DFG GRK METRIK)  
OSWALD BERTHOLD (DFG GRK METRIK)  
DAMIEN DRIX (DFG GRK SCNS)  
HEINRICH MELLMANN (DFG GRK METRIK)  
ANTONIO PICO (CONACYT)

### **Studentische Hilfskräfte / Student Assistants**

MARCUS SCHEUNEMANN, ANDY KREBS, SARAH BECHTLE, CLAAS-NORMAN RITTER

### **Visiting Researchers**

PROF. DR. BRUNO LARA (Alexander von Humboldt Foundation)

### **Visiting Students**

ALEKE NOLTE (BCCN), IVANA KAJIC (BCCN), MATHIAS SCHMERLING (BCCN), KIRILL SHCHEGELSKIY (BCCN)

### **Alumni**

IVANA KAJIC (now: PhD student at University of Plymouth, UK)  
MARCUS SCHEUNEMANN (now: PhD student at University of Hertfordshire, UK)  
ANNIKA DIX (now: PhD student at Dept. of Psychology, HU Berlin)  
LOVISA HELGADOTTIR (now: Software Engineer at Antwerp Space, Belgien)  
TANIS MAR (now: PhD student at Italian Institute of Technology (IIT), Genua, Italien)  
JAN GOSSMANN (now: PhD student at Computational Neuroscience Research Group,  
University of Waterloo, Kanada)  
ENRICO NUSSBAUM, JONAS SEILER, MICHAEL STECKEL, DENIS ERFURT, CARSTEN HUHN,  
ALEKE NOLTE  
RENATE ZIRKELBACH (secretary)  
MARIA ELENA GIANNACCINI (EU INTRO)  
GUILLAUME DOISY (EU INTRO)  
BENJAMIN FONOOONI (EU INTRO)

## DR. ALEKSANDAR JEVTIC (EU INTRO)

Das Forschungsgebiet beschäftigt sich damit, Prinzipien der Intelligenz von biologischen Systemen zu extrahieren und auf künstliche adaptive Systeme zu übertragen. Der Schwerpunkt ist dabei die Übertragung kognitiver Fähigkeiten auf autonome Roboter. Die Herausforderung besteht nicht nur darin, intelligente autonome Roboter zu entwickeln, sondern auch biologische Fähigkeiten durch Roboter-Experimente besser zu verstehen.

Verkörperung (Embodiment) spielt hierbei eine wichtige Rolle, da Intelligenz nur durch die Interaktion mit der Umwelt entstehen kann. Durch Interaktion mit seiner Umgebung kann ein autonomer Agent seine sensorischen Eindrücke selbst beeinflussen.

Schwerpunkte der Forschung am Lehrstuhl sind sensomotorische Interaktion, Verhaltenserkennung, Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse sowie räumliche Kognition. Es werden hierfür verschiedene Methoden angewandt, die von evolutionären Algorithmen über neuronales Lernen bis zur Informationstheorie reichen.

## Lehre

- Vorlesung „Kognitive Robotik“ (WiSe 2013/2014)
- Projektseminar „Interaktion Mobiler Roboter“ (WiSe 2013/14)
- Seminar „Schwarmverhalten“ (SoSe 2014)
- Semesterprojekt „Softwaretechnik für autonome Roboterteams“ (PROF. V. HAFNER, PROF. SCHLINGLOFF, SoSe 2014)
- Vorlesung „Embodied Artificial Intelligence“ (WiSe 2014/2015  
– <http://shanghailectures.org/>)



## Forschung

### Projekt: EARS (Embodied Audition for RobotS)

**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER

**Beteiligte Personen:** Guido SCHILLACI, SASA BODIROZA, CLAAS-NORMAN RITTER

**Forschungsförderung:** EU (FP7 EARS – Embodied Audition for RobotS)

**Laufzeit:** 01/2014 – 12/2016

The European project EARS, starting on January 1, 2014 for a period of three years, will address the fundamental problem of how to model and implement robot audition. The Cognitive Robotics group at Humboldt-Universität zu Berlin (Prof. Verena Hafner) will be one of six partners: University Erlangen-Nuremberg, Germany (Prof. Walter Kellermann, project coordinator), Imperial College London, UK (Prof. Patrick Naylor), Ben-Gurion University of the Negev, Israel (Prof. Boaz Rafaely), INRIA, France (Prof. Radu Horaud), and Aldebaran Robotics, France (Dr. Rodolphe Gelin).



The success of future natural intuitive human-robot interaction (HRI) will critically depend on how responsive the robot will be to all forms of human expressions and how well it will be aware of its environment. With acoustic signals distinctively characterizing physical environments and speech being the most effective means of communication among humans, truly humanoid robots must be able to fully extract the rich auditory information from their environment and to use voice communication as much as humans do. While vision-based HRI is well developed, current limitations in robot audition do not allow for such an effective, natural acoustic human-robot communication in real-world environments, mainly because of the severe degradation of the desired acoustic signals due to noise, interference and reverberation when captured by the robot's microphones. To overcome these limitations, EARS will provide intelligent "ears" with close-to-human auditory capabilities and use it for HRI in complex real-world environments. Novel microphone arrays and powerful signal processing algorithms shall be able to localize and track multiple sound sources of interest and to extract and recognize the desired signals.

### Projekt: Bio-inspirierte Navigationsstrategien für Autonome Flugroboter

**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER

**Beteiligte Personen:** CHRISTIAN BLUM, OSWALD BERTHOLD, MICHAEL SCHULZ



Dieses aus Lehrveranstaltungen entstandene Projekt beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Implementierung von bio-inspirierten Navigationsstrategien und speziellen Sensoren für Flugroboter. Zur Zeit sind am LS Kognitive Robotik eine Vielzahl unterschiedlicher Multikopter-Systeme im Einsatz, deren Sensorik, Aktorik und Software kontinuierlich erweitert und modifiziert wird. Einen jüngeren Schwerpunkt bildet die Arbeit mit handflächengrossen Flugrobotern.

Im Kontext des GRK METRIK werden Fragestellungen des IT-gestützten Katastrophenmanagements, insbesondere zu selbstorganisierenden, robusten Netzen und den darauf aufbauenden

dezentralen Informationssystemen betrachtet. Im Teilprojekt „Self-Organisation in Networks of Mobile Sensor Nodes“ werden die Knoten um Mobilität erweitert, was eine neue Dynamik in die selbstorganisierenden Netze einführt und neue Ansätze für die Optimierung von Netzen und die Reaktionen auf Knotenausfälle eröffnet. Zudem soll die Navigation in und mit Hilfe solcher Netzwerke untersucht werden. Weitere Aspekte der zur Navigation notwendigen Bewegungssteuerung werden im Teilprojekt „Robotic Self-exploration and Acquisition of Sensorimotor Primitives“ im Hinblick auf die Verwendung interner Modelle und deren autonomen Erlernen untersucht.



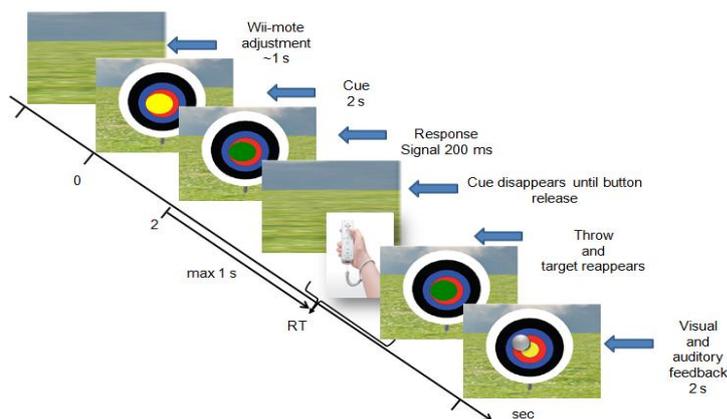
### Projekt: Experimenteller Versuchsaufbau zur Untersuchung von Wurfverhalten

**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER

**Beteiligte Partner:** PROF. W. SOMMER (Institut für Psychologie, HU Berlin)

**Beteiligte Personen:** ROMY FRÖMER, DAMIEN DRIX

**Forschungsförderung:** HU Berlin (Anschubfinanzierung der Fakultät)



In diesem Projekt wird das Wurfverhalten von Versuchspersonen untersucht. Dabei werden gleichzeitig EEG Daten gemessen sowie die Wurfbewegung anhand von Beschleunigungsdaten analysiert und in eine virtuelle graphische Anzeige in Echtzeit umgewandelt. Für die Realisierung des Prototyps wurden Nintendo Wiimote Controller verwendet.

### Projekt: Imitationsverhalten, Gesten- und Verhaltenserkennung

**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER

**Beteiligte Personen:** GUIDO SCHILLACI, SASA BODIROZA, SIHAM AL-RIKABI

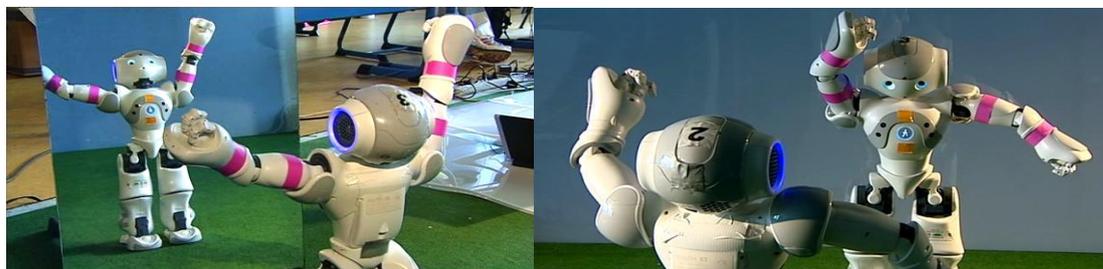
**Forschungsförderung:** EU (FP7 ITN INTRO – INTERACTIVE ROBOTICS RESEARCH NETWORK)

**Laufzeit:** 01/2010 – 01/2014

In diesem Projekt werden die Voraussetzungen für Imitationsverhalten anhand verschiedener Experimente untersucht. Als Roboterplattform dienen die humanoiden Roboter Nao von Aldebaran, welche auch im RoboCup eingesetzt werden. Die Experimente beinhalten Erkennen von Armgesten anhand von Videosequenzen in der Mensch-Roboter Interaktion, Personen- und Verhaltenserkennung anhand von Beschleunigungsdaten, und Inter-Roboter Imitation. Ein Aufmerksamkeitsmodell für humanoide Roboter wurde entwickelt, das Erkennen von salienten Bildregionen ermöglicht. Im Rahmen von mehreren Experimenten wurde eine durch

Body Babbling erlernte Körperkarte der Roboterarme erstellt. Hierbei konnte gezeigt werden, dass dadurch Zeigeverhalten durch Greifverhalten entstehen kann. Als zusätzliche Kommunikationsform wird das Erlernen von Gebärdensprache untersucht.

<http://introbotics.eu/>



### **Projekt: Sensomotorische Interaktion und Lernen**

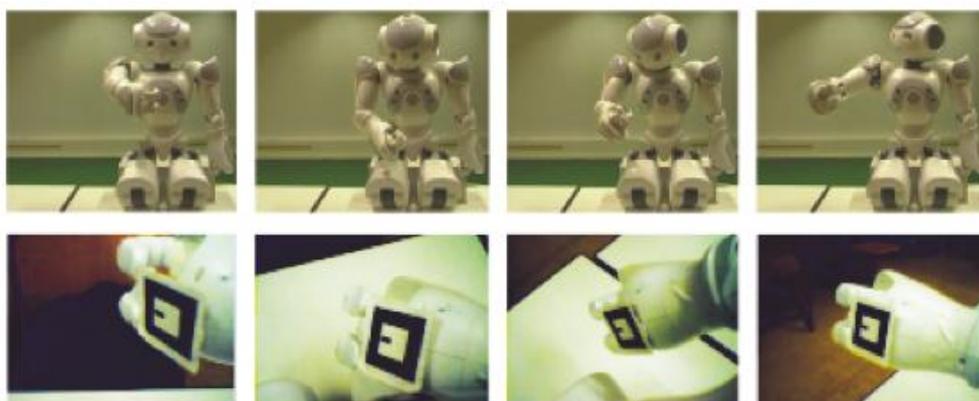
**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER

**Beteiligte Personen:** GUIDO SCHILLACI, SASA BODIROZA, IVANA KAJIC, PROF. DR. BRUNO LARA

**Forschungsförderung:** EU (FP7 ITN INTRO – INTERactive ROBotics research network)

**Laufzeit:** 01/2010 – 01/2014

Lernen und Interagieren in und mit der realen Welt kann sehr stark von den morphologischen Eigenschaften des Roboters beeinflusst werden. Dieses Projekt untersucht die sensomotorische Interaktion zur Generierung von Erfahrungen in Robotern, welche aus körperlichen Merkmalen der Agenten resultieren. Es werden Interaktions-Experimente zur Generierung von Body Maps durch explorative Verhaltensweisen durchgeführt. Außerdem wird die Entwicklung sozialer Interaktionsfähigkeiten wie zum Beispiel gemeinsame Aufmerksamkeit untersucht, die auf der Fähigkeit zur sensomotorischen Interaktion basiert. Interne Modelle werden als Framework für die Darstellung sensomotorischer Fähigkeiten übernommen. Diese können durch Rückwärts- und Vorwärtsmodell-Paare implementiert werden, und stellen ein Konzept dar, das weiterhin auch für die Aktionswahl, den Gebrauch von Werkzeugen und die Verhaltenserkennung angewandt werden kann.



**Projekt: Humboldt-Princeton Centre for Reality Mining of Animal-Human Systems****Koordinatoren:** PROF. ARLINGHAUS (HU) PROF. COUZIN (Princeton)**Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER**Beteiligte Personen:** OSWALD BERTHOLD, CHRISTIAN BLUM, ANTONIO PICO**Forschungsförderung:** HU Exzellenzinitiative**Laufzeit:** 09/2014 – 09/2015

Diese Initiative befasst sich mit der Modellierung von gemischten kollektiven Tier- und Menschensystemen. Messbare Größen solcher Systeme werden von Biologen in zunehmendem Maße aufgezeichnet und zur realitätsnahen datengetriebenen Modellierung herangezogen. Dabei wird untersucht, welche Ansätze sich dafür eignen. Hierzu haben wir einen Vorschlag zur generativen Modellierung und Extraktion von Basiselementen aus bestehenden Positionsdaten von Tierpopulationen entwickelt, u.a. von Fischbewegungen im kleinen Döllensee.

Der erste gemeinsame Workshop fand im Dezember 2014 in Berlin statt.

**Projekt: RoboCup - Berlin United - Nao Team Humboldt****Ansprechpartner:** PROF. V. HAFNER, PROF. H.-D. BURKHARD**Beteiligte Personen:** HEINRICH MELLMANN, MARCUS SCHEUNEMANN, THOMAS KRAUSE, CLAAS-NORMAN RITTER und weitere Studentinnen und Studenten<http://naoth.de>

Das Nao Team Humboldt (NaoTH) nimmt mit den humanoiden Robotern Nao am Standard Platform League (SPL) Wettbewerb des RoboCup teil. Unter dem gemeinsamen Namen "Berlin United" steht das Team in enger Kooperation mit der Arbeitsgruppe FHumanoids am Lehrstuhl für Intelligente Systeme und Robotik der Freien Universität Berlin geleitet von Prof. Raúl Rojas. In 2014 haben sechs Teammitglieder die Weltmeisterschaften in João Pessoa, Brasilien, vor Ort bestritten. Dort konnte das Team das Viertelfinale erreichen. Bei den offenen RoboCup Meisterschaften IranOpen in Teheran, Iran, konnte das Team den zweiten Platz erringen. Die von den Mitgliedern der Forschungsgruppe initiierte Workshop-Reihe "RoBOW" ist deutlich gewachsen und wird nun auch von anderen Universitäten in Deutschland organisiert (cf. RoHOW und RoBOW'14.1). Der Schwerpunkt des Workshops ist es den Teams einen Raum für Austausch und Zusammenarbeit abseits der Wettbewerbe und Konferenzen zu ermöglichen. Die RoboCup Teams an der Humboldt-Universität zu Berlin wurden 1997 von Prof. Burkhard gegründet und wurden mehrfach Weltmeister bei RoboCup Wettbewerben. Das NaoTH Team wird gemeinsam von Prof. Hafner und Prof. Burkhard betreut.



*Das Nao Team Humboldt auf der Weltmeisterschaft in Brasilien.  
(Bild: Marcus Scheunemann)*

## **Wissenschaftliche Kooperationen**

Ben-Gurion University, Israel

Universität Zürich, Schweiz

Bristol Robotics Laboratory, University of the West of England, UK

Umea University, Schweden

Sony CSL Paris, Frankreich

Institut für Psychologie, HU Berlin

Robotics and Biology Laboratory, TU Berlin

UAEM, Mexiko

Imperial College, London

Biorobotics Department, Université Aix Marseille, Frankreich

## **Organisation von Workshops und Konferenzen**

**German-Israeli Minerva School on Cognitive Robotics** (42 Teilnehmer aus Israel und Deutschland)

<http://minerva2014.de>

Humboldt-Universität zu Berlin, 24.-27. Februar 2014



### Organisatoren

Prof. Verena Hafner, Humboldt-Universität zu Berlin  
Prof. Yael Edan, Ben-Gurion University of the Negev, Israel  
Dr. Iris Tabak, Ben-Gurion University of the Negev, Israel

### Funding

Die “German-Israeli Minerva School on Cognitive Robotics“ wird von der Minerva Stiftung (Max-Planck-Gesellschaft und BMBF) gefördert.

### Dagstuhl Seminar 14142 “Spatial reference in the Semantic Web and in Robotics”

Schloss Dagstuhl, 30. März 2014 - 4. April 2014

<http://www.dagstuhl.de/14142>

### Organisatoren

Simon Scheider (Universität Münster, DE)  
Aldo Gangemi (CNR – Rome, IT)  
Verena V. Hafner (HU Berlin, DE)  
Werner Kuhn (University of California – Santa Barbara, US)  
Luc Steels (Free University of Brussels, BE)

## Veröffentlichungen

A. GANGEMI, V.V. HAFNER, W. KUHN, S. SCHEIDER, L. STEELS: *Spatial reference in the Semantic Web and in Robotics* (Dagstuhl Seminar 14142), Dagstuhl Reports, Vol. 4, No. 3, pp. 181-201, ISSN 2192-5283.

G. SCHILLACI, V.V. HAFNER, B. LARA: *Online Learning of Visuo-Motor Coordination in a Humanoid Robot. A Biologically Inspired Model*, 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), pp. 145-151, Genova, Italy.

D. DRIX, V.V. HAFNER: *Learning proprioceptive and motor features*, 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), pp. 357-361, Genua, Italien.

G. SCHILLACI, V.V. HAFNER, B. LARA: *Body-Representations for Sensorimotor Coordination and Tool-Use*, Poster at Workshop on Development of body representations in humans and robots at ICDL-EpiRob 2014, Genua, Italien.

T. MAR, V.V. HAFNER: *Curiosity driven motor babbling for Body Map acquisition*, Poster at Workshop on Development of body representations in humans and robots at ICDL-EpiRob 2014, Genua, Italien.

A.F.T. WINFIELD, C. BLUM, W. LIU: *Towards an ethical robot: internal models, consequences and ethical action selection*, *Towards Autonomous Robotic Systems* (TAROS-14), M. Mistry et al. (Eds.): TAROS 2014, Springer LNAI 8717, pp. 85–96, 2014.

S. BODIROŽA, V.V. HAFNER: [\*GRaD: Gesture Recognition and Disambiguation Framework for Unconstrained, Real-Life Scenarios\*](#), in Workshop Proceedings of 13th Intern. Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-13), pp. 347-353, Padua, Italien.

D. DRIX: *Learning Sensorimotor Affordances in an Embodied Autonomous Robot*, Abstract Proceedings of the [International IEEE/EPSCRC Workshop on Autonomous Cognitive Robotics](#), Stirling, UK.

C. BLUM, V.V. HAFNER: *Gradient-based Taxis Algorithms for Network Robotics*. arXiv preprint arXiv:1409.7580, 2014.

G. SCHILLACI: [\*Sensorimotor learning and simulation of experience as a basis for the development of cognition in robotics\*](#), Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Math.-Naturwissenschaftliche Fakultät II, published 11.3.2014, urn:nbn:de:kobv:11-100215988.

G. MARTIUS, L. JAHN, H. HAUSER, V.V. HAFNER: [\*Self-Exploration of the Stumpy Robot with Predictive Information Maximization\*](#), From Animals to Animats 13, 13th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (SAB2014), pp. 32-42, Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence 8575. BEST PAPER AWARD.

O. BERTHOLD, V.V. HAFNER: [\*Unsupervised learning of sensory primitives from optical flow fields\*](#), From Animals to Animats 13, 13th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (SAB2014), pp. 188-197, Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence 8575.

I. KAJIĆ, G. SCHILLACI, S. BODIROŽA, V.V. HAFNER: [\*Learning hand-eye coordination for a humanoid robot using SOMs\*](#), Proceedings of the 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), pp. 192-193, Bielefeld.

C. BLUM, O. BERTHOLD, P. RHAN, V.V. HAFNER: *Intuitive control of small flying robots*, Proceedings of the 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), pp. 128-129, Bielefeld.

I. KAJIĆ, G. SCHILLACI, S. BODIROŽA, V.V. HAFNER: *A Biologically Inspired Model for Coding Sensorimotor Experience Leading to the Development of Pointing Behaviour in a Humanoid Robot*, Workshop on “[HRI: a bridge between Robotics and Neuroscience](#)” at HRI-2014, Bielefeld.

A. JEVTIĆ, G. DOISY, S. BODIROŽA, Y. EDAN, V.V. HAFNER: *Human-Robot Interaction through 3D Vision and Force Control*, in Proceedings of the 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), p. 102, Bielefeld.

M.M. SCHEUNEMANN, H. MELLMANN: *Multi-Hypothesis Goal Modeling for a Humanoid Soccer Robot*, in Proceedings of the 9th Workshop on [Humanoid Soccer Robots](#), 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Madrid, Spanien.

## Vorträge

### PROF. V. V. HAFNER:

“Adaptive Systems”, Princeton-Humboldt Centre for the Reality Mining of Animal-Human Systems, Berlin (6. Dezember 2014)

“Sensorimotor learning and development in intelligent autonomous systems“, Computational Models of Infant Development, ICIS 2014 Pre-Conference (2. Juli 2014)



“Sensorimotor Learning and Interaction in Autonomous Robots“, 2nd Lecture Basic Science in Orthobionics, Dept. Neurorehabilitation Engineering, Georg-August Universität Göttingen (13. Juni 2014)

“Attention Models in Robotics“, Dagstuhl Seminar 14142 - Spatial reference in the Semantic Web and in Robotics, Schloss Dagstuhl (2. April 2014)

„Robot Attentional Models for Intuitive HRI“, Workshop on „Attention Models in Robotics: Visual Systems for Better HRI“, HRI conference, Bielefeld (3. März 2014)

“Bio-inspired Navigation Strategies in Robotics“, Continental AG, Berlin (12. Februar 2014)

### CHRISTIAN BLUM:

“Intuitive Control of Small Flying Robots“, HRI 2014 - 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Bielefeld (4.3.2014)

“Towards an ethical robot: internal models, consequences and ethical action selection“, TAROS 2014, Birmingham, UK (2. September 2014)

**DR. GUIDO SCHILLACI:**

"Designing Optimal Behaviours for Intuitive Human Robot Interaction". Part of the talk for the Public Technical Presentations of the EU-FP7 EARS Project, Erlangen, 11. Dezember 2014

"Joint Attention in Humans and Robots". Oral presentation at 7th International Symposium on Attention in Cognitive Systems (ISACS2014), Bielefeld, 1. Dezember 2014

"Online Learning of Visuo-Motor Coordination in a Humanoid Robot. A Biologically Inspired Model". Poster presentation at 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), Genua, Italien, 14. Oktober 2014

"Body-Representations for Sensorimotor Coordination and Tool-Use". Poster presentation at Workshop on Development of body representations in humans and robots at ICDL-EpiRob 2014, Genua, Italien, 13. Oktober 2014

"Learning hand-eye coordination for a humanoid robot using SOMs". Poster presentation at 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), Bielefeld, 3. März 2014

"A Biologically Inspired Model for Coding Sensorimotor Experience Leading to the Development of Pointing Behaviour in a Humanoid Robot". Poster presentation at Workshop on "HRI: a bridge between Robotics and Neuroscience" at HRI-2014, Bielefeld, 3. März 2014

**IVANA KAJIC:**

"Learning hand-eye coordination for a humanoid robot using SOMs", Minerva School, Berlin, (24.-27.02.2014)

"Learning hand-eye coordination for a humanoid robot using SOMs". Poster presentation at 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), Bielefeld, 3. März 2014

"A Biologically Inspired Model for Coding Sensorimotor Experience Leading to the Development of Pointing Behaviour in a Humanoid Robot". Poster presentation at Workshop on "HRI: a bridge between Robotics and Neuroscience" at HRI-2014, Bielefeld, 3. März 2014

**DAMIEN DRIX:**

"Learning Sensorimotor Affordances in an Embodied Autonomous Robot". Oral presentation at the International IEEE/EPSCRC Workshop on Autonomous Cognitive Robotics, Stirling, UK.

"Learning proprioceptive and motor features". Poster presentation at 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), Genua, Italien.

**OSWALD BERTHOLD:**

"Reality Mining for Motion Primitives", Princeton-Humboldt Centre for the Reality Mining of Animal-Human Systems, Berlin (17. Juli 2014)

"Unsupervised learning of sensory primitives from optical flow fields", Oral presentation at the 13th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (SAB2014), Castellon, Spanien

“Homeostatic sensorimotor primitives for a vision guided quadrotor”, Poster presentation at the 13th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (SAB2014), Castellon, Spanien

### **HEINRICH MELLMANN**

“Multi-Hypothesis Goal Modeling for a Humanoid Soccer Robot”, Oral Presentation at the 9th Workshop on Humanoid Soccer Robots, 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Madrid, Spanien

### **Gäste**

DR. BRUNO LARA GUZMAN, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexiko (Juli 2014, Alexander von Humboldt Foundation)

IVANA KAJIC (BCCN)

### **Schülerpraktikanten**

Paul Gröling

Pit Wegner

### **Medienberichte**

rbb inforadio Wissenswerte, Im Einsatz: Der Paketkopter der DHL, 8.10.2014, 10.25 Uhr

Die Welt kompakt, Stärker als Neuer, schneller als Özil? Nach der Weltmeisterschaft kommt jetzt der RoboCup, 17.07.2014

Berliner Morgenpost, Berliner wollen den nächsten Weltmeister-Titel gewinnen, 17.07.2014

Bulletins électroniques, L'Ecole Minerva de robotique cognitive à Berlin, BE Israël 104, 11. April 2014

RTL Jugendmagazin YOLO, YOLO im Robo-Fieber (Bericht über unser RoboCup Team Berlin United - NaoTH), 7. Februar 2014, 9.15-10.00 Uhr

Berliner Rundfunk Interview über das RoboCup-Team (NaoTH) von Marcus Scheunemann, 22.07.2014, 14.00 Uhr

Radio Kultur, s.o., 24.07.2014, 9.00 Uhr

### **Sonstige Aktivitäten**

#### **Prof. Dr. Verena Hafner**

- [ERASMUS](#)-Beauftragte des Instituts für Informatik, HU Berlin
- Mitglied des Institutsrats
- Mitglied des Prüfungsausschusses am Institut für Informatik
- Gründungsmitglied [Biokon International](#)
- Gründungsbotschafterin des Instituts für Informatik, HU Berlin [humboldt-innovation](#).
- Principal Investigator im Graduiertenkolleg „Sensory Computations in Neural Systems” ([GRK 1589](#)), 2010-2015
- Principal Investigator im Graduiertenkolleg METRIK (GRK 1324), 2010-2015.
- Partner im FP7 EU Projekt EARS (Embodied Audition for RobotS), 01/2014-01/2017, <http://robot-ears.eu/>

- Partner im FP7 EU Initial Training Network (ITN) INTRO (INTERactive RObotics research network), 01/2010-01/2014 <http://introbotics.eu/>
- Zweitpromotionsbetreuerin von Dipl.-Ing. Joachim Haenicke, GRK SCNS mit Prof. Nawrot (FU Berlin)
- Gutachterin für EU FP7 IP Projekt
- Reviews für Zeitschriften und Konferenzen
- Mitglied und Vorsitz in Promotionskomitees
- Mitglied in Berufungskommissionen, Senatsberichterstatterin
- Wissenschaftliche Nachwuchsförderung
- Mitglied der Kommission zur Vergabe der Frauenfördermittel am Institut für Informatik
- Assoziiertes Mitglied des Bernstein Centers for Computational Neuroscience Berlin (BCCN)
- Organisation einer Minerva School (German-Israeli Minerva School on Cognitive Robotics)
- Organisation eines Dagstuhl Seminars (Spatial reference in the Semantic Web and in Robotics)

#### **Dr. Guido Schillaci, MSc.**

- Teilnahme am EU-FP7 EARS Projekt-Meeting in Erlangen, Internal and public meeting, Synchronisation Workshop, Dezember 2014
- Teilnahme an der 7th International Symposium on Attention in Cognitive Systems (ISACS2014), Bielefeld, Dezember 2014
- Teilnahme an der 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), Genua, Italien, Oktober 2014
- Teilnahme am Workshop on Development of body representations in humans and robots at ICDL-EpiRob 2014, Genua, Italien, Oktober 2014
- Reviewer für die 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014)
- Teilnahme am EU-FP7 EARS Synchronisation Workshop in Berlin, Juli 2014
- Teilnahme am EU-FP7 EARS Projekt-Meeting in London, UK, Juni 2014
- Teilnahme an der 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), Bielefeld, März 2014
- Teilnahme am Workshop on “HRI: a bridge between Robotics and Neuroscience” at HRI-2014, Bielefeld, 3. März 2014
- Teilnahme am EU-FP7 EARS Projekt-Meeting in Beer-Sheva, Israel, Januar 2014

#### **Sasa Bodiroza, MSc.**

- Teilnahme am GRK 1589 “Sensory Computation in Neural Systems” Review Meeting, Berlin, (12.-13.01.2014)
- Teilnahme am EARS Kick-off Meeting, Beer-Sheva, Israel (27.-28.01.2014)
- Teilnahme am Minerva Winter School, Berlin, (24.-27.02.2014)
- Teilnahme am Spatial reference in the Semantic Web and in Robotics (Dagstuhl Seminar 14142), Dagstuhl (30.03.-04.04.2014)
- Reviewer für die 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014)
- Teilnahme an der 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), Bielefeld, (03.-06.03.2014)
- Teilnahme am EARS Project Meeting, London, UK (26.-27.06.2014)
- Teilnahme an der Sixth EUCog Members' Conference, Genua, Italien (17.-18.10.2014)

- Teilnahme am Annual EARS Meeting, Erlangen, (09.-12.12.2014)

### **Siham Al-Rikabi, MSc.**

- Elternzeit bis Oktober 2014
- Nominiert für das FinCA Programm (GPA) 2015

### **Dipl.-Phys. Christian Blum**

- DAAD geförderter Forschungsaufenthalt am Bristol Robotics Laboratory (BRL), Bristol, UK (01/2014-06/2014)
- Late Breaking Report und Poster bei HRI 2014 - 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Bielefeld (03.-06.03.2014)
- Artikel und Vortrag bei TAROS 2014 15th Towards Autonomous Robotic Systems, Birmingham, UK (01.-03.09.2014)
- Teilnahme am 16. METRIK Evaluierungsworkshop in Ralswiek (02.-04.10.2014)
- (siehe auch GRK METRIK Bericht 2014)

### **Dipl.-Inf. Oswald Berthold**

- Teilnahme am 15. METRIK Evaluierungsworkshop, Döllnsee (25./26.04.2014)
- Teilnahme am Workshop des Humboldt-Princeton Centre for Reality Mining of Animal-Human Systems, 17. Juli 2014
- Teilnahme an der 13. Simulation of Adaptive Behavior 2014 Konferenz in Castellon, Spanien, 22.-25. Juli 2014
- Teilnahme an der Autonomous Learning Summer School 2014 (DFG), Leipzig, 1. - 4. September 2014
- Teilnahme am 16. METRIK Evaluierungsworkshop, Ralswiek (2.-4.10.2014)
- Teilnahme am Workshop des Humboldt-Princeton Centre for Reality Mining of Animal-Human Systems, 6. Dezember 2014
- Kooperationsprojekt "Urbane Vegetation - Photogrammetrische Erfassung", mit Johannes Schreyer, Institut für Geographie, Humboldt-Universität zu Berlin
- siehe auch GRK METRIK Bericht 2014

### **Damien Drix, MSc.**

- Teilnahme an der International IEEE/EPSCRC Workshop on Autonomous Cognitive Robotics, Stirling, UK, März 2014
- Teilnahme an der Autonomous Learning Summer School 2014 (DFG), Leipzig, 1. - 4. September 2014
- Teilnahme an der 4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob 2014), Genua, Italien, Oktober 2014
- Teilnahme an der Sixth EUCog Members' Conference, Genua, Italien (17.-18.10.2014)

### **Dipl.-Inf. Heinrich Mellmann**

- Teilnahme am RoboCup 2014 in João Pessoa (Brasilien)
- Teilnahme am RoboCup GermanOpen 2014 in Magdeburg
- Teilnahme am RoboCup IranOpen 2014 in Teheran
- Teilnahme an 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Madrid, Spanien
- Teilnahme am 15. METRIK Evaluierungsworkshop, Berlin (11.04.2014)
- Teilnahme am 16. METRIK Evaluierungsworkshop, Ralswiek (2.-4.10.2014)

- (siehe auch GRK METRIK Bericht 2014)
- Teilnahme am RoboCup workshop RoHOW, Hamburg, November 2014
- Teilnahme am RoboCup workshop RoBoW 14.1, Dortmund, März 2014

### **Claas-Norman Ritter**

- Teilnahme am RoboCup 2014 in João Pessoa (Brasilien)
- Teilnahme am RoboCup GermanOpen 2014 in Magdeburg
- Teilnahme am RoboCup IranOpen 2014 in Teheran
- Teilnahme am Annual EARS Meeting, Erlangen, (09.-12.12.14)
- Teilnahme an einer Ausstellung zum RoboCup Projekt am Tag der Offenen Tür am BMWi (30.-31.08.2014)
- Teilnahme am RoboCup workshop RoHOW, Hamburg, November 2014
- Teilnahme am RoboCup workshop RoBoW 14.1, Dortmund, März 2014

### **Marcus Scheunemann**

- Teilnahme am RoboCup 2014 in João Pessoa (Brasilien)
- Diplomarbeit “Multi-Hypothesen-Partikelfilter zur Objektmodellierung am Beispiel eines Tormodells im RoboCup-Kontext”, 2014

### **Ivana Kajic**

- Teilnahme an der Minerva School, Berlin, 24.-27.02.14
- Teilnahme an der 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), Bielefeld, 03.-06.03.14
- Masterarbeit “A Biologically Inspired Model for Coding Sensorimotor Experience Leading to the Development of Pointing Behaviour in a Humanoid Robot”, 2014
- Preisträgerin des Google Anita Borg Memorial Scholarship 2014

### **Promotionen**

G. SCHILLACI: *Sensorimotor Learning and Simulation of Experience as a basis for the Development of Cognition in Robotics*

### **Diplomarbeiten**

P. RHAN: *Optisches Tracking und Steuern von Multikoptern*

M. SCHEUNEMANN: *Multi-Hypothesen-Partikelfilter zur Objektmodellierung am Beispiel eines Tormodells im RoboCup-Kontext*

K. YASINOVSKIY: *Visuelle Aufmerksamkeitsmodelle für autonome Roboter* (Diese Arbeit wurde am Tag der Informatik der HU Berlin mit einem Preis für die beste Diplomarbeit ausgezeichnet.)

### **Masterarbeiten**

I. KAJIC: *A Biologically Inspired Model for Coding Sensorimotor Experience Leading to the Development of Pointing Behaviour in a Humanoid Robot* (MSc. in Computational Neuroscience, BCCN Berlin)

Lehr- und Forschungseinheit

## **Signal- und Informationsanalyse in den Neurowissenschaften**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/BSA>

### **Leiterin**

PROF. DR.-ING. GALINA IVANOVA  
E-Mail: [givanova@informatik.hu-berlin.de](mailto:givanova@informatik.hu-berlin.de)

### **Sekretariat**

NADJA OTT  
Tel.: (030) 2093 3901  
Fax: (030) 2093 5484  
E-Mail: [ottnadja@informatik.hu-berlin.de](mailto:ottnadja@informatik.hu-berlin.de)

### **Wissenschaftler**

FOROOZ SHAHBZI AVARVAND, MSC  
DIPL.-INF. HELEN PERKUNDER  
DIPL.-MATH. KATRIN PAUEN  
DIPL.-INF. ROBERT FRANKE  
DIPL.-INF. RENÈ HEIDEKLANG

### **Technische Mitarbeiter**

DIPL.-ING. WOLFGANG GANDRE (IT-SUPPORT)

### **Studentische Mitarbeiter**

PHILIPP KUTIN  
CLEMENS SEIBOLD  
MAX SCHREIBER  
DANIEL MIEHE  
TILL HANDEL  
BENEDIKT GROSS  
JULIA SCHÖN

Der Lehrstuhl Signal- und Informationsanalyse in den Neurowissenschaften wurde im Wintersemester 2009/2010 mit der Beteiligung der Institute für Informatik, für Psychologie und für Physik der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten I und II eingerichtet. Eine der Grundideen bei der Schaffung der gleichnamigen Professur war, einen Beitrag für die Erforschung der Informationsverarbeitung im Gehirn zu leisten, indem das Know-how und die Vorgehensweisen unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Gebiete zusammengeführt werden. Der Schwerpunkt der Forschung besteht in der Entwicklung von komplexen Verfahren der Signal-, Bild- und Datenanalyse, des Neuroimaging und der biomedizinischen Daten- und Informationsfusion und deren Anwendung bei Problematiken aus den Bereichen der Medizin, Neurotechnologien und der kognitiven, psycho-physiologischen Forschung.

Eine Übertragung der Methoden und Algorithmen auf weitere biomedizinische oder technische Fragestellungen wird ebenfalls angestrebt. Weiterhin sollen die gewonnenen Ergebnisse für technische Entwicklungen z.B. im Bereich des „Cognitive Computings“ bzw. der neuro-inspirierten Methoden und Systeme angewendet werden.

Der Lehrstuhl besitzt ein eigenes, mit modernster Technik ausgestattetes, Labor für die Erfassung elektrophysiologischer Daten. Die Strukturdaten werden an den im Raum Berlin vorhandenen Scannern gemessen. Weiterhin ist am Lehrstuhl ein Cluster für „Multimodales Neuroimaging“, bestehend aus leistungsfähigen Rechnern und den besten existierenden Softwarepaketen, für die Auswertung und Integration umfangreicher komplexer biomedizinischer Signale und Imaging-Daten installiert. Seit der Einrichtung des Lehrstuhles konnten verschiedene nationale und internationale wissenschaftliche Kontakte geknüpft und die Einbettung in das lebhaftes Berliner neurowissenschaftliche Umfeld ausgebaut werden. Es ist sehr erfreulich, dass die vom Lehrstuhl angebotenen Themen ein reges Interesse unter Wissenschaftlern und Studierenden an der Humboldt-Universität und im Raum Berlin finden.

In der Lehre werden Methoden der biomedizinischen Signal- und Datenanalyse und Bildverarbeitung unterrichtet, wobei Wert sowohl auf einzelne Methoden und Techniken, als auch auf den kontinuierlichen Aufbau von kompletten Algorithmen zur Lösung realer Fragestellungen gelegt wird. Ein Schwerpunkt der Seminare und Übungen ist, in einer interdisziplinären Zusammenarbeit den Studierenden unterschiedlicher Fachdisziplinen das notwendige Wissen zu übermitteln, um die Herausforderungen einer fachübergreifenden Tätigkeit meistern zu können. Zu allen Lehrveranstaltungen sind Kurse unter der e-Learning-Plattform Moodle ausgearbeitet worden. Das Angebot des Lehrstuhls und insbesondere unserer Seminare ist sehr positiv aufgenommen worden. Einige der Seminare sind sogar infolge des großen Interesses wiederholt worden. Die Lehrveranstaltungen werden auf Grund der interdisziplinären Ausrichtung nicht nur von den Studierenden der Informatik, sondern auch von Studierenden der Mathematik, Physik, Psychologie und Biophysik besucht.

Im vergangenen Jahr konnten einige weitere sehr positive Ergebnisse verzeichnet werden. Wir haben mehrere Studien erfolgreich abgeschlossen. Unsere Methoden wurden weiter entwickelt und fanden Anerkennung bei nationalen und internationalen Tagungen. Wir organisierten ebenfalls die BMT-FOCUS-Session „Methoden zu multimodalen Analysen von Hirndaten“, an der sich sehr renommierte Redner beteiligt hatten. Weiterhin hat Katrin Rothmaler den dritten Platz bei dem Young Investigator Awards im Rahmen der diesjährigen IFMBE-Konferenz „Medical and Biological Engineering and Computing“ in Dubrovnik gewonnen.

Unsere sehr interdisziplinäre Gruppe ist am Ende des Jahres in das Institut für Psychologie umgezogen und setzt dort die Methodenentwicklung und die Durchführung verschiedener Studien fort.

## Lehre

### Wintersemester 2013/2014

- Halbkurs: „Biomedizinische Signal- und Datenanalyse“ (PROF. G. IVANOVA)
- Seminar: „Matlab-Grundlagen für die Datenanalyse und Datenvisualisierung (für Nicht-Informatiker)“ (PROF. G. IVANOVA & C. SEIBOLD)

### Sommersemester 2014

- Halbkurs: „Fortgeschrittene Methoden der Signal-, Biosignal- und Datenanalyse“ (Prof. G. IVANOVA)
- Seminar: „Erfassung und Analyse kognitiver Signale“ (Prof. G. IVANOVA & DIPL. MATH. K. ROTHMALER)
- Seminar: „Neue Algorithmen in der Biomedizinischen Signalanalyse und den Kognitiven Neurowissenschaften“ (Prof. G. IVANOVA, PROF. W. SOMMER (Psychologie))

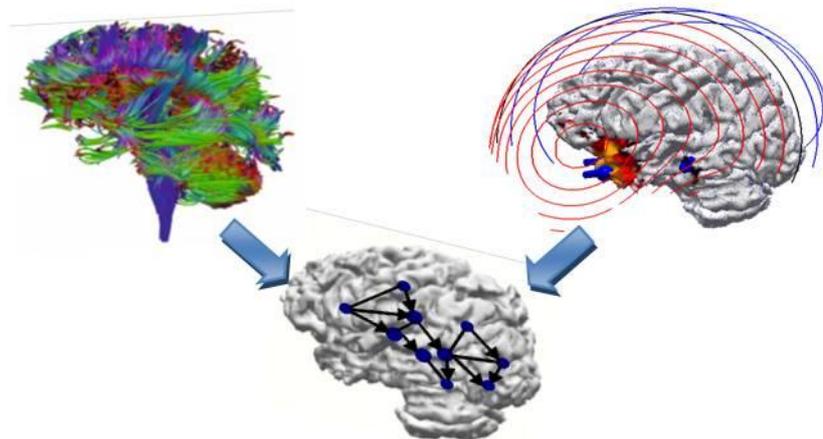
## Forschung

**Projekt: Computational Modelling of Behavioural, Cognitive, and Neural Dynamics“,  
Teilprojekt: Dynamical modeling of complex networks from EEG**

**Ansprechpartner:** PROF. GALINA IVANOVA, PROF. JÜRGEN KURTHS (Physik) UND PROF. WERNER SOMMER (Psychologie)

**Unter Mitarbeit von:** STEFAN SCHINKEL, HELEN PERKUNDER, RENÉ HEIDEKLANG, DANIEL MIEHE, MAX SCHREIBER

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft



*Abb.1: Prinzip der Ermittlung eines sich dynamisch entwickelnden Netzwerks mittels Integration multimodaler Neuroimaging-Daten*

Thema dieses Projektes ist die Untersuchung der neuronalen Grundlagen kognitiver Prozesse bei der Wortverarbeitung, indem die zugeordneten ereigniskorrelierten hirnelektrischen Makropotentiale nach den Prinzipien nichtlinearer dynamischer Netzwerke analysiert und modelliert werden. Zu diesem Zweck werden elektrophysiologische Daten mit Strukturdaten verknüpft. In enger Verbindung der Expertise zur dynamischen komplexen Netzwerkanalyse und -modellierung (Nichtlineare Dynamik, Humboldt-Universität zu Berlin), der

Signal- und Informationsverarbeitung (Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin) und biologisch/experimenteller Psychologie (Institut für Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin) wird folgendes angestrebt:

I. Erfassung räumlich und zeitlich hochaufgelöster EKP-Daten in kontrollierten psychologischen Experimenten mit gut verstandenen und für Leseprozesse relevanten experimentellen Variablen und Effekten.

II. Weiterentwicklung avancierter Werkzeuge zur Analyse kognitionsrelevanter hirnelektrischer Makropotentiale, basierend auf dem Konzept hierarchischer komplexer Netzwerke, die sich zur Detektion und Verfolgung sukzessiver und unterscheidbarer kognitiver Teilprozesse sowohl im Elektroden- als auch im Quellenraum eignen.

III. Entwicklung biophysikalischer komplexer dynamischer Netzwerkmodelle zur Erklärung von ERPs unter Anwendung neuronaler Massemodelle zur Repräsentation der bei diesen Prozessen beteiligten Hirnregionen. Die Kopplungsparameter dieser Modelle erlauben die Identifikation der kausalen Konnektivitäten des Verarbeitungsstroms.

Die Schätzung der strukturellen Netzwerktopologie in den Gehirnen der Probanden erfolgt mit Hilfe diffusionsgewichteter Magnetresonanztomografie wie DTI, HARDI oder DSI und adäquaten Traktografieverfahren. Diese strukturellen Daten werden genutzt, um die Modellierung der untersuchten Prozesse in realistischer Weise einzuschränken.

### **Projekt: Multimodale, interpersonelle Untersuchungen des Phänomens der Mimikry**

**Ansprechpartner:** PROF. G. IVANOVA, PROF. U. HESS (PSYCHOLOGIE)

**Unter Mitarbeit von:** R. FRANKE (INFORMATIK), C. Blaison (Psychologie)

**Anschubfinanzierung:** Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II

Ziel dieses Pilotprojektes ist es eine Methodik zur Erforschung des Phänomens der Mimikry mit Hilfe simultan erfassten, Gesichtsmuskel-Elektromyographie und Elektroenzephalographie, und fortgeschrittenen signalanalytischen Verfahren zu erarbeiten und für die Analyse entsprechender interpersoneller Daten zu testen.

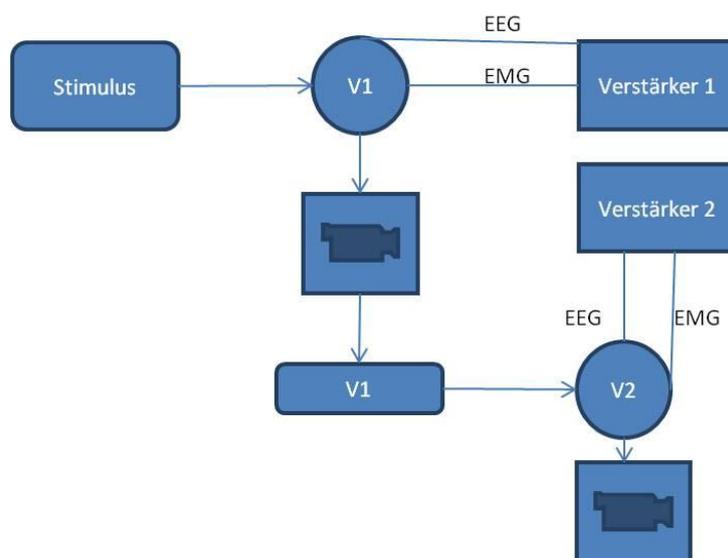


Abb. 2: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Erfassung interpersoneller Kommunikation mittels integrierter EEG-EMG Analysen und Videoüberwachung (V1, V2, - Versuchsperson 1 bzw. 2)

**Projekt: Detektion kognitiver Dynamiken unter Anwendung multimodaler Techniken;  
Teilprojekt: Multimodale Methodik zur Detektion und dynamischen Analyse der mentalen Prozesse, die zur Lösung und zum Verständnis durch Einsicht führen****Ansprechpartner:** KATRIN PAUEN, PROF. GALINA IVANOVA**Forschungsförderung:** ELSA NEUMANN (TEILFINANZIERUNG)

Der Heureka-Effekt, der umgangssprachlich auch als „Aha!“-Erlebnis und in der kognitiven Psychologie als Einsicht bezeichnet wird, ist Teil einer effizienten und intuitiven Problemlösungsstrategie. Sie ist gekennzeichnet durch ein plötzliches und für den Problemlöser erklärliches Verständnis der Lösung, und umfasst eine Vielzahl komplexer kognitiver Leistungen, sowie verschiedene mentale Erkenntnisprozesse, die sich in unterschiedlichen neuronalen Aktivitätszuständen manifestieren. Da das zeitliche Auftreten dieser Prozesse jedoch stark variiert, können die neuronalen Korrelate nicht einfach anhand von festen Start- und Endzeitpunkten determiniert werden. Des Weiteren existiert keinerlei Vorwissen über die spezifischen Charakteristika der verschiedenen neuronalen Aktivitätsmuster. Um trotzdem eine Identifikation der neuronalen Korrelate zu gewährleisten wird eine Methodik entwickelt, die unabhängig von spezifischen Signaleigenschaften, unterscheidbare neuronale und hämodynamische Aktivitätszustände ermittelt. Sie ermöglicht somit eine adaptive Segmentierung der aufgenommenen Hirnsignale in Zeitabschnitte, in denen die neuronalen Aktivitätsmuster nahezu stabil bleiben. Diese Zeitabschnitte können anschließend mit mentalen Erkenntnisprozessen in Verbindung gebracht werden und versprechen wertvolle neue Informationen über die Einsicht. Die besonderen Anforderungen, die das Phänomen Heureka an die zu entwickelnden Analyseverfahren stellt, lassen sich außerdem auf viele komplexe und kognitive Leistungen übertragen, sodass die hier vorgestellte Methodik zudem Einblicke in die besondere Natur eben dieser Phänomene ermöglichen könnte.

**Pilotprojekt: Multimodales Imaging des alternden Gehirns****Ansprechpartner:** PROF. G. IVANOVA, PROF. W. SOMMER (PSYCHOLOGIE)

Ziel dieses Projektes ist es erste multimodale Untersuchungen des alternden Gehirns durchzuführen und den Versuch zu unternehmen funktionale und strukturelle Korrelate rapider abnehmender kognitiver Funktionen zu finden. Es wurden Serien von Experimenten in zwei Gruppen von jungen und älteren Männern durchgeführt. Entsprechende Auswerteverfahren wurden entwickelt und die Daten ausgewertet. Die Ergebnisse dieses Pilotprojektes sind vielversprechend und bilden ein stabiles Fundament für weitere Untersuchungen und Antragstellungen.

**Veröffentlichungen**

R. HEIDEKLANG, P. SHOKOUHI: *Multi-sensor image fusion at signal level for improved near-surface crack detection*, NDT & E International v Elsevier, accepted.

G. IVANOVA, T. HANDEL, C. SEIBOLD, H. PERKUNDER, M. SCHREIBER, D. MIHE: *Exploration of Cognitive Processes using Multimodal Data Analysis*, Biomed Tech 2014; 59, 2014 by Walter de Gruyter-Berlin-Boston, ISSN 0013-5585 e-ISSN 1862-278X, DOI 10.1515/bmt-2014-5002.

H. PERKUNDER, G. IVANOVA: *Estimation of the Brain Network for Perception of Body Movement with Intermediate Nodes*, Biomed Tech 2014; 59, by Walter de Gruyter-Berlin-Boston, ISSN 0013-5585 e-ISSN 1862-278X, DOI 10.1515/bmt-2014-5007.

R. FRANKE: *Computational aspects of small-worldness in spatio-temporal neural complex networks*, Biomed Tech 2014; 59, by Walter de Gruyter-Berlin-Boston, ISSN 0013-5585 e-ISSN 1862-278X, DOI 10.1515/bmt-2014-4095.

G. IVANOVA, P. KUTIN: *Multivariate Spatial Analysis of Cognitive Signals Based on Selected Intrinsic Mode Functions*, 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, IFMBE Proceedings 45, pp. 50-53; DOI: 10.1007/978-3-319-11128-5\_13, Springer International Publishing Switzerland 2015, ISSN 1680-0737, ISBN 978-3-319-11127-8..

K. ROTHMALER, G. IVANOVA: *Tracking Multiple Phase Coupling Dynamics on a Single Trial Basis*, 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, IFMBE Proceedings 45, pp 942-946; DOI: 10.1007/978-3-319-11128-5\_234, Springer International Publishing Switzerland 2015, ISSN 1680-0737, ISBN 978-3-319-11127-8., **Best Paper Award**.

H. PERKUNDER, G. IVANOVA: *Fusion of Functional and Structural Brain Networks Using Graph Modeling with Intermediate Nodes*, 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, IFMBE Proceedings 45, pp. 248-251; DOI: 10.1007/978-3-319-11128-5\_62, Springer International Publishing Switzerland 2015, ISSN 1680-0737, ISBN 978-3-319-11127-8.

R. HEIDEKLANG, P. SHOKOUHI: *Gemeinsame Erkennung oberflächenoffener Risse auf der Basis von Multi-Sensor-Datensätzen*, DGZfP-Jahrestagung 2014, 26.5.-28.5.2014, Potsdam

G. IVANOVA: *The Evolving Cognitive Process: New Insights Through Multimodal Brain Data Analysis*, NeuroTalk 2014, Nanjing, invited.

S. SCHINKEL, G. IVANOVA, J. KURTHS, W. SOMMER: *Modulation of the N170 adaptation profile by higher level factors*, Biological Psychology, Biological Psychology 97 (2014) 27-34.

R. HEIDEKLANG, G. IVANOVA: *Datenreduktion durch adaptive Modellierung von elektro-physiologischen Signalen im Zeit-Frequenz-Bereich*, BBS 2014, Konferenzband, S. 41-42 April, 2014.

H. PERKUNDE, G. IVANOVA: *Konzept zur Fusionierung von Netzwerken unterschiedlicher Neuroimaging Modalitäten*, BBS 2014, Konferenzband, S. 47-48, April, 2014.

R. FRANKE, G. IVANOVA: *Das Gehirn als dicht besetztes komplexes Netzwerk- schnelle Analysen mittels FALCON*, BBS 2014, Konferenzband, S. 49-50 April, 2014.

R. HEIDEKLANG, G. IVANOVA: *EEG Analysis using High-Level Feature Extraction in the Time-Frequency Domain*, Cutting-EEG, Berlin, February 2014, poster.

K. PAUEN, G. IVANOVA: *Distinct Phase Coupling Measures and their Applicability to Induces and Evoked Oscillations*, Cutting-EEG, Berlin, February 2014, poster.

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Dr.-Ing. Galina Ivanova

Galina Ivanova ist Sprecherin der Arbeitsgruppe „Methodik“ des DGBMT Fachausschusses „Biosignale – Informationsverarbeitung in Medizin und Biowissenschaften“. Sie organisierte die FOCUS-Session „Methoden zur multimodalen Analysen von Hirndaten“ und fand in Rahmen der BMT 2014 in Hannover statt. Frau Ivanova nahm an mehreren Konferenzen

teil und fertigte mehrere Reviews und Gutachten an. Unter den Forschungsaktivitäten von Frau Ivanova sind auch folgende:

- Unabhängige Antrag-Gutachterin der Europäischen Kommission;
- Unabhängige Projekt-Gutachterin der Europäischen Kommission;
- Gutachterin des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD);
- Gutachterin der Nationalen Forschungsgemeinschaft von Zypern;
- Gutachterin des Margarete von Wrangell-Habilitationsprogramms für Frauen des Ministeriums für Wissenschaft Forschung und Kunst Baden-Württemberg;
- Gutachterin für interdisziplinäre Vorhaben der Universität von Verona, Italien;
- Gutachterin „Tiburitus-Preis“;
- Fachgutachterin der Alexander von Humboldt Stiftung;
- Gutachterin für die Zeitschriften:
  - Journal of Neuroscience Methods, Elsevier;
  - IEEE Transaction on Biomedical Engineering;
  - Medical & Biological Engineering & Computing, Springer;
  - Biomedizinische Technik, De Gruyter;
  - Neural Computing & Applications Journal, Springer;
  - Medical Engineering & Physics, Elsevier;
  - Interacting with Computers, Elsevier;
  - IEEE Transaction on Affective Computing;
  - International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, World Scientific.

Sie ist Mitglied:

- des Fachausschusses „Biosignale – Informationsverarbeitung in Medizin und Biowissenschaften“ der DGBMT ;
- der DFG-Forschergruppe „Mind&Brain Dynamics“;
- des Interdisziplinären Wolfgang Köhler-Zentrums „Konflikte in Intelligenten Systemen“ der Humboldt-Universität zu Berlin;
- des Center of Computational Sciences Adlershof;
- der Gemeinsame Arbeitsgruppe der GI und GMDS „Medizinische Bild- und Signalverarbeitung“;
- der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik;
- des Deutschen Hochschullehrerinnenbundes;
- der IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers.

## **Studien- und Diplomarbeiten**

M. HILD: *Statistiken von dMRT-Daten*, Mai 2014, Studienarbeit.

M. KÖRNER: *Entwicklung und Implementierung einer Umgebung für Analyse biologischer komplexer Netzwerke in Echtzeit*, Dezember 2014, Diplomarbeit.

P. KUTIN: *Combined Analysis of Cortical Thickness and Functional Neural Data*, November 2014, Diplomarbeit.

J. Umlang: *Framework für die Analyse von diffusionsgewichteten Daten*, November 2014, Diplomarbeit

Lehr- und Forschungseinheit

## Maschinelles Lernen

### Leiter

PROF. DR. MARIUS KLOFT  
Tel.: (030) 2093 3027  
E-Mail: kloft@hu-berlin.de

### Sekretariat

SABINE BECKER  
Tel.: (030) 2093 3028  
Fax.: (030) 2093 3045  
E-Mail: sbecker@informatik.hu-berlin.de

### Studentische Mitarbeiter

FELIX STIEHLER  
FLORIAN WENZEL

Das Fachgebiet **Maschinelles Lernen** beschäftigt sich mit der Entwicklung effizienter und effektiver Algorithmen, die aus empirischen Stichproben komplexer Phänomene Zusammenhänge erlernen, um für künftige Beobachtungen akkurate Prädiktionen durchführen zu können. Maschinelles Lernen ist ein essentieller Bestandteil in vielen technologischen und naturwissenschaftlichen Anwendungsbereichen, z.B. Biologie und Genetik, Recommender Systems, Search Engine Development, Visual Image Categorization, Cheminformatics, Geowissenschaften, Robotik, etc.

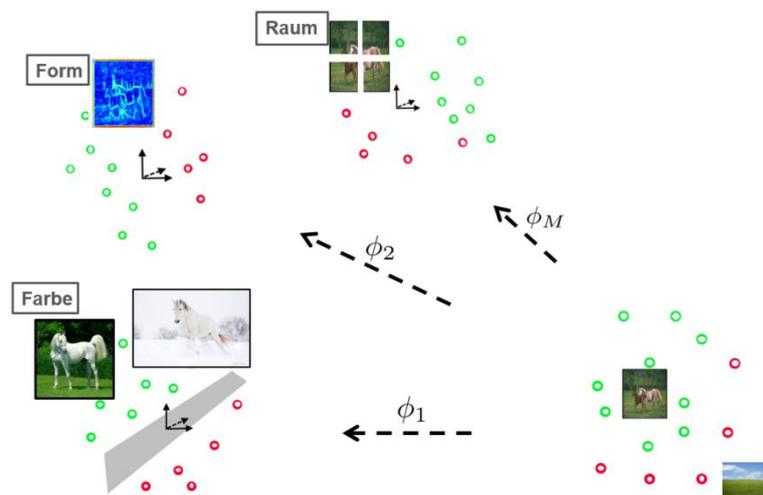


Abb: Die Gruppe beschäftigt sich u.a. mit der effizienten Integration von heterogener Information in Maschinellen Lernalgorithmen (Kloft, 2013).

## Lehre

### Vorlesungen

- Maschinelles Lernen I (M. KLOFT, SoSe 2014)
- Maschinelles Lernen II (M. KLOFT, WiSe 2014/15)

### Übungen und Praktika

- Maschinelles Lernen I (M. KLOFT, SoSe 2014)
- Maschinelles Lernen II (M. KLOFT, WiSe 2014/15)

## Forschung

**Projekt: Statistisches Lernen aus abhängigen Daten: Lerntheorie, Robuste Algorithmen und Anwendungen** (bewilligt 12/2014)

**Ansprechpartner:** PROF. M. KLOFT

**Kooperation:** u.a., TU Berlin, U Potsdam, Sloan-Kettering Institute, Courant Institute, UC Berkeley, UFP Barcelona, Microsoft, Google.

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft: Emmy-Noether Programm

**Projektlaufzeit:** 3+1+1 Jahre

Eine gängige Annahme im Maschinellen Lernen - eine der Schlüsseltechnologien zur Analyse empirischer Daten - ist, dass die vorliegenden Beobachtungen von unabhängigen Zufallsvariablen realisiert wurden. Diese Prämisse kann verletzt sein, wenn die Daten temporale oder räumliche Strukturen aufweisen oder unter Störfaktoren und variierenden experimentellen Voraussetzungen aufgenommen wurden. Mit dem vorliegenden Forschungsantrag arbeiten wir in Richtung einer von Grund auf mathematisch fundierten Methodologie des statistischen Lernens aus abhängigen Daten, mit dem Ziel der Entwicklung von Algorithmen, die Lernen in solchen Umgebungen schaffen und in Anwendungen in Industrie und Wissenschaften eingesetzt werden können. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem grundlegenden theoretischen Verständnis von Lernen aus abhängigen Daten und der Interpretation von Lernalgorithmen, um erklären zu können, wann und warum solche Lernalgorithmen erfolgreich eingesetzt werden können.

## Preise

**“Google Most Influential Papers 2013 Award”** für “Cortes, M. Kloft, M. Mohri (2013). Learning Kernels Using Local Rademacher Complexity. Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS) 26: 2760-2768” [[pdf](#)], [[media](#)].

## Gastwissenschaftler

- Dr. Stephan Mandt, Columbia University (September 2014)
- Dr. Debal Deb, CIS Kolkatta (November - Dezember 2014)

## Akademische Zusammenarbeit

- TU Berlin
- Universität Potsdam
- MPI Autonome Systeme, Tübingen
- Universität Zürich
- UC Berkeley, USA

- University College London, UK
- Courant Institute of Mathematical Sciences, New York, USA
- Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York, USA
- Columbia University, New York, USA
- Cornell University, NYC Campus, USA
- UFP Barcelona, Spanien
- Korea University, Seoul, Korea
- Russian Academy of Sciences, Moskau, Russland

### Industrie-Kooperationen

- Microsoft Research, Cambridge, UK
- Microsoft Research, Los Angeles, USA
- Google Research, New York, USA
- Skype Labs, Tallin, Estland

### Veröffentlichungen

I. TOLSTIKHIN, G. BLANCHARD, M. KLOFT: *Localized Complexities for Transductive Learning*, 27th Annual Conference on Learning Theory (COLT 2014), 2014. (Full Oral)

M. KLOFT, F. STIEHLER, Z. ZHENG, N. PINKWART: *Predicting MOOC Dropout over Weeks Using Machine Learning Methods*, Proceedings of the EMNLP Workshop on Modeling Large Scale Social Interaction in Massively Open Online Courses (EMNLPMOOC), (to appear) 2014.

X. LOU, M. KLOFT, G. RÄTSCH, F. A. HAMPRECHT: *Structured Learning from Cheap Data*, in: Nowozin et al: *Advanced Structured Prediction*. MIT Press, 2014.

A. K. PORBADNIGK, N. GÖRNITZ, A. BINDER, M. KLOFT, C. SANNELLI, M. BRAUN, K.-R. MÜLLER: *When Behavior and Brain Disagree Tackling systematic label noise in EEG data with Machine Learning*, in: 2nd International Winter Workshop on Brain-Computer Interface (BCI): 1-4, 2014.

C. WIDMER, M. KLOFT, X. LOU, G. RÄTSCH: *Regularization-based Multitask Learning: With applications to Genome Biology and Biological Imaging*, in: *KI - Künstliche Intelligenz*, 28(1):29-33, 2014.

N. GÖRNITZ, A. PORBADNIGK, A. BINDER, C. SANNELLI, M. BRAUN, K.-R. MÜLLER, M. KLOFT: *Learning and Evaluation in Presence of Non-i.i.d Label Noise*, in: *JMLR Workshop and Conference Proceedings (AISTATS 2014)*: 293-302, 2014.

### Sonstige Aktivitäten

- Organisation: Second NIPS Workshop on Transfer and Multi-Task Learning: Theory meets Practice (13. Dezember 2014, Montreal, Canada) [\[webpage\]](#)
- Editor: *Journal of Machine Learning Research - Special Issue on Multi Task Learning, Domain Adaptation and Transfer Learning* [\[webpage\]](#)
- Verschiedene Programmkomitees und Gutachtertätigkeiten (JMLR, NIPS, ECCV TASK-CV, ICPR; Reviewer: Bioinformatics, ICML, INFFUS, IEEE IP, IEEE IT, JMLR, Math Rev, MLJ, NEPL, NEUNET, NIPS: PLoS ONE, TKDE, TNNLS, TPAMI, TSMCB)

**Abschlussarbeiten**

FABIAN MÖBNER: *Multiple Kernel Learning of Multivariate Performance Measures for Computer Vision*, Diplomarbeit.

Lehr- und Forschungseinheit

## **Komplexität und Kryptografie**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/algorithmenII>

### **Leiter**

PROF. DR. JOHANNES KÖBLER

Tel.: (030) 2093 3189

E-Mail: koebler@informatik.hu-berlin.de

### **Sekretariat**

NADJA OTT

Tel.: (030) 2093 3901

Fax.: (030) 2093 5484

E-Mail: ottnaja@informatik.hu-berlin.de

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter**

DIPL.-INF. FRANK FUHLBRÜCK

PROF. DR. ERNST GÜNTER GIESSMANN (APL. PROFESSOR)

PRIV.-DOZ. DR. WOLFGANG KÖSSLER

DIPL.-INF. SEBASTIAN KUHNERT

DR. HABIL. OLEG VERBITSKY

### **Techniker**

DIPL.-ING. NORBERT HEROLD

### **Studentische Mitarbeiter**

ALEXANDER ADLER

HERA KHAN

SARAH KLEEST-MEIBNER

STEPHAN VERBÜCHELN

### **Promovenden**

ROOHOLAH MAJDODIN (M.Sc.)

Die Forschungsthemen des Lehrstuhls liegen vorwiegend in den Bereichen Komplexitätstheorie, Algorithmisches Lernen und Kryptografie. Die gegenwärtigen Interessen lassen sich entlang folgender Forschungslinien gliedern:

Eine Reihe von algorithmischen Problemstellungen weisen auf Grund ihrer algebraischen Struktur andere Komplexitätseigenschaften auf als die üblichen kombinatorischen Probleme. So lassen sich beispielsweise das Graphisomorphieproblem oder das Faktorisierungsproblem weder als effizient lösbar noch als NP-vollständig klassifizieren. Da diese Probleme sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht eine bedeutende Rolle spielen, ist es wichtig, ihre strukturellen Eigenschaften (wie etwa Vollständigkeit oder Lowness für bestimmte

Komplexitätsklassen) zu untersuchen. In der Praxis ist das Isomorphieproblem häufig nur für Graphen mit bestimmten Eigenschaften zu lösen. In vielen Fällen gelingt die exakte Bestimmung der Komplexität des Isomorphieproblems für die daraus resultierenden eingeschränkten Graphklassen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der nichtparametrischen statistischen Verfahren. Wir betrachten verschiedene statistische Fragestellungen, bei denen die Normalverteilungsvoraussetzung fallen gelassen wird. Für das Zweistichproben-Problem werden verschiedene nichtparametrische Tests untersucht. Eine interessante Klasse von Tests beruht auf U-Statistiken. Die Güte der Testverfahren wird detailliert untersucht, und adaptive Testversionen werden vorgeschlagen.

## Lehre

Die theoretischen Grundlagen der Informatik werden in der Vorlesung Einführung in die Theoretische Informatik vermittelt. Dabei stehen insbesondere die Themengebiete Automatentheorie, formale Sprachen sowie Algorithmen und Komplexität im Vordergrund. Kernveranstaltungen im Wahlpflichtbereich des Bachelors (und Masters) sind die beiden Einführungsvorlesungen zur Komplexitätstheorie und zur Kryptologie.

## Vorlesungen

- Einführung in die Komplexitätstheorie (J. KÖBLER, WiSe 2014/15)
- Kryptologie (J. KÖBLER, SoSe 2014)
- Chipkartentechnologie (E.G. GIESSMANN, SoSe 2014 und WiSe 2014/15)
- Werkzeuge der empirischen Forschung (W. KÖSSLER, SoSe 2014)
- Stochastik für InformatikerInnen (W. KÖSSLER, WiSe 2014/15)

## Übungen

- Einführung in die Theoretische Informatik (W. KÖSSLER, F. FUHLBRÜCK, WiSe 2014/2015)
- Kryptologie (J. KÖBLER, SoSe 2014)
- Einführung in die Komplexitätstheorie (J. KÖBLER, WiSe 2014/15)
- Werkzeuge der empirischen Forschung (W. KÖSSLER, SoSe 2014)
- Stochastik für InformatikerInnen (W. KÖSSLER, WiSe 2014/15)

## Seminare

- Komplexität und Kryptologie (J. KÖBLER, S. KUHNERT, SoSe 2014 und WiSe 2014/15)
- Das BUCH der Beweise (W. KÖSSLER, WiSe 2014/15, Proseminar)

## Forschung

**Projekt: Algebraic Methods in Graph Isomorphism, Polynomial Identity Testing, and Arithmetic Circuit Complexity**

**Ansprechpartner:** JOHANNES KÖBLER

**Beteiligte Mitarbeiter:** FRANK FUHLBRÜCK, SEBASTIAN KUHNERT

**Zusammenarbeit:** Institute of Mathematical Sciences (IMSc), Chennai, Indien

**Forschungsförderung:** Alexander-von-Humboldt-Stiftung

Der Schwerpunkt dieses Projekts liegt auf Algorithmen für und Komplexität von algebraischen Problemen, mit einer besonderen Betonung des Graphisomorphieproblems und algorithmischen Problemen im Zusammenhang mit arithmetischen Schaltkreisen.

Beim Graphisomorphieproblem geht es um die Frage, ob es zwischen den Knotenmengen zweier gegebener Graphen eine Bijektion gibt, die Kanten auf Kanten und Nichtkanten auf Nichtkanten abbildet. Es ist ein seit langem offenes Problem, ob dieses Problem für all-gemeine Graphen in Polynomialzeit gelöst werden kann. Wenn bestimmte Einschränkungen an die Eingabegraphen gestellt werden (z.B. beschränkte Farbklassen, beschränkte Baum-weite, Schnittgraphen eingeschränkter Mengensysteme, abgeschlossen unter Minorenbildung), sind effiziente Algorithmen bekannt. Wir streben Vollständigkeitsresultate für Komplexitätsklassen unterhalb von P an. Außerdem wollen wir verwandte Probleme wie Kanonisierung und Ähnlichkeit von Graphen betrachten.

Im Bereich der arithmetischen Schaltkreise beteiligen wir uns an der Suche nach unteren Schranken im nichtkommutativen Fall. Außerdem befassen wir uns mit Algorithmen, die überprüfen ob ein als Black Box gegebenes multivariates Polynom vom Nullpolynom verschieden ist.

### **Projekt: Isomorphie und Ähnlichkeit von Graphen**

**Ansprechpartner:** JOHANNES KÖBLER

**Beteiligte Mitarbeiter:** SEBASTIAN KUHNERT

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Graphisomorphieproblem (kurz GI) ist eines der wenigen verbliebenen natürlichen Kandidaten für ein NP-Problem, das weder in P liegt, noch NP-vollständig ist. Nur für bestimmte Einschränkungen von GI gelang es bisher, effiziente Algorithmen zu finden, und einige hiervon konnten sogar als vollständig für wichtige Teilklassen von P eingeordnet werden. Wir wollen diese Vollständigkeitsresultate auf weniger restriktive Einschränkungen von GI verallgemeinern.

In Anwendungen ist häufig auch von Interesse, wie sehr sich zwei gegebene Graphen unterscheiden. Hierfür wurden bisher meist Heuristiken verwendet, ohne dass diese vom theoretischen Standpunkt aus befriedigend untersucht wurden. Wir wollen bekannte Isomorphiealgorithmen erweitern, damit sie im Fall von nichtisomorphen Eingabegraphen einen Messwert für deren Unterschiedlichkeit ausgeben.

Außerdem wollen wir das uneingeschränkte GI weiter untersuchen und dabei insbesondere zufällige Eingabeverteilungen in Betracht ziehen, die nahe am Worst-Case liegen. Für das klassische Average-Case-Modell sind bereits Algorithmen bekannt, die GI mit hoher Wahrscheinlichkeit effizient und korrekt entscheiden.

### **Projekt: Effizienzgrenzen für das Graphisomorphie-Problem**

**Ansprechpartner:** OLEG VERBITSKY

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Graphisomorphieproblem (kurz GI) besteht darin, für zwei gegebene Graphen zu entscheiden, ob sie isomorph sind oder nicht. Dieses Problem ist sowohl in der Theoretischen Informatik als auch in der Angewandten Diskreten Mathematik von fundamentaler Bedeutung. Es ist zwar bekannt, dass GI in der Klasse NP liegt, aber der exakte Komplexitätsstatus des Problems ist seit mehreren Dekaden offen. Eingeschränkt auf bestimmte Klassen von Graphen kann das Isomorphieproblem in polynomieller Zeit lösbar oder aber ebenso schwer wie für beliebige Graphen sein. Im letzteren Fall nennt man das Problem GI-vollständig. Unsere allgemeine Zielvorgabe ist es, eine möglichst scharfe Grenzlinie zwischen diesen beiden Fällen zu ziehen. Insbesondere sind hierzu vor allem Graphklassen zu untersuchen,

für die das Isomorphieproblem bisher weder als effizient lösbar noch als GI-vollständig klassifiziert werden konnte. Darüber hinaus möchten wir für eine Reihe von in polynomieller Zeit lösbaren Fällen effiziente parallele oder sogar Log-Space Algorithmen finden. Neben der Untersuchung von wichtigen speziellen Graphklassen haben wir vor, hinreichende Bedingungen dafür zu finden, eine gegebene Graphklasse als effizient lösbar oder als GI-vollständig einzustufen zu können.

**Projekt: Konsultationszentrum Statistik**

**Ansprechpartner:** DR. WOLFGANG KÖSSLER

**Zusammenarbeit:** Wolf F. Lesener, Computer- und Medienservice (CMS)

Seit vielen Jahren ist der Lehrstuhl Anlaufpunkt für Mitarbeiter und Studenten mit statistischen Fragestellungen.

**Projekt: Lage- und Skalentests unter Verwendung von U-Statistiken**

**Ansprechpartner:** DR. WOLFGANG KÖSSLER

**Zusammenarbeit:** Prof. Narinder Kumar, Universität Chandigarh, Punjab, Indien

U-Statistiken sind eine interessante Klasse von Statistiken, bei denen alle möglichen Teilstichproben von bestimmtem vorgegebenen Umfang aus der zugrunde liegenden Stichprobe gezogen werden. Für das Zweistichproben-Lageproblem ist der Mann-Whitney-Wilcoxon Test der klassische Vertreter dieser Klasse. Wir betrachten einige Verallgemeinerungen und untersuchen die asymptotischen Eigenschaften. Weiterhin konstruieren wir adaptive Tests, bei denen zunächst die Verteilung anhand einer Selektorstatistik bezüglich Teilstärke (und Schiefe) geschätzt, und dann ein geeigneter, auf U-Statistiken beruhender Test ausgewählt wird. Der vorgeschlagene adaptive Test hat gute asymptotische und finite Güteeigenschaften. Für Skalentests untersuchen wir ähnliche Ideen.

Desweiteren betrachten wir Skalentests, bei denen die zu vergleichenden Populationen ein gemeinsames Quantil  $\alpha$  haben, das von dem üblichen Wert  $\alpha = 0.5$  abweicht. Solche Fragestellungen sind interessant insbesondere bei der automatischen Einstellung von Abfüllmaschinen.

**Projekt: Max-Typ Tests und Adaptive Tests**

**Ansprechpartner:** DR. WOLFGANG KÖSSLER

Der für eine gegebene Datensituation optimale Test ist im allgemeinen nicht bekannt. Eine interessante Idee ist, mehrere für verschiedene Situationen (fast) optimale Teststatistiken zu berechnen und davon das Maximum zu nehmen. Die asymptotische Wahrscheinlichkeitsverteilung lässt sich als Mehrfachintegral berechnen und auswerten.

Eine zweite Idee ist, eine (fast) optimale Teststatistik anhand der Daten auszuwählen, und den entsprechenden Test durchzuführen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass bei diesem zweistufigen Verfahren das vorgegebene Signifikanzniveau eingehalten wird. Dies gelingt sogar wenn auf beiden Stufen dieselben Daten verwendet werden, man muss nur dafür sorgen, dass beide Stufen voneinander unabhängig sind. Wenn wir auf der ersten Stufe ausschließlich Ordnungsstatistiken, und auf der zweiten Stufe Rangstatistiken verwenden, ist diese Forderung wegen der Unabhängigkeit von Rang- und Ordnungsstatistiken erfüllt.

Es zeigt sich, dass die adaptiven Tests asymptotisch besser sind, während für kleinere Stichprobenumfänge Max-Typ Tests etwas geeigneter sind.

## **Projekt: Zweiseitige Variablenprüfpläne für stetige Verteilungen des Qualitätsmerkmals**

**Ansprechpartner:** DR. WOLFGANG KÖSSLER

Gewöhnliche Variablenprüfpläne der statistischen Qualitätskontrolle beruhen auf der Normalverteilungsannahme der zugrundeliegenden Population. Diese Annahme ist jedoch oft unklar oder gar nicht erfüllt. Die üblichen Prüfpläne sind sensitiv gegenüber Abweichungen von der Verteilungsannahme.

Wir konstruieren einen Variablenprüfplan, der für beliebige stetige Verteilungen mit mittlerer bis großer Tailstärke angewendet werden kann, und der nur moderate Stichprobenumfänge erfordert. Die Hauptidee bei der Konstruktion ist, dass sich eventuelle „schlechte“ Objekte an den Rändern der Verteilung befinden, so dass die Theorie der Extremwertverteilungen angewendet werden kann. Die Ränder der Verteilung können mit Hilfe einer verallgemeinerten Pareto-Verteilung approximiert werden. Wir schätzen dann den Ausschussanteil nach der Maximum-Likelihood-Methode oder einer Momenten-Methode. Die asymptotische Normalität der Schätzer wird dann für die Konstruktion der Prüfpläne genutzt.

Es stellt sich heraus, dass die erforderlichen Stichprobenumfänge deutlich kleiner sind als bei Attributprüfung.

## **Veröffentlichungen**

### **Artikel**

V. ARVIND, J. KÖBLER, S. KUHNERT, J. TORÁN: *Solving linear equations parameterized by Hamming weight*, Parameterized and Exact Computation (Proceedings of 9th IPEC), LNCS 8894, Springer, 39-50, 2014.

W. KÖSSLER: *Variable Inspection Plans for Continuous Populations with Unknown Short-Tail Distributions*, Proceedings Workshop on Stochastic Models, Statistics and Their Applications, Wrocław 16.-20.2.15, Springer, im Druck.

### **Preprints**

A. ATSERIAS, A. DAWAR, O. VERBITSKY: *On the dynamic width of the 3-colorability problems*, E-print: <http://arxiv.org/abs/1312.5937>, 1-18, 2014.

J. KÖBLER, S. KUHNERT, O. VERBITSKY: *On the isomorphism problem for Helly circular-arc graphs*, E-print: <http://arxiv.org/abs/1402.4642>, 2014.

A. KREBS, O. VERBITSKY: *Universal covers, color refinement, and two-variable logic with counting quantifiers: Lower bounds for the depth*. E-print: <http://arxiv.org/abs/1407.3175>, 1-25, 2014.

R. MAJDODIN: *Horn Functions and the AFP Algorithm*, E-print: <http://arxiv.org/abs/1408.4673>, 2014.

## **Vorträge**

J. KÖBLER: *Canonical Representations for Interval and Circular Arc Graphs*, Monday-Lectures, Technische Universität Berlin, 20.1.2014.

F. FUHLBRÜCK: *Complexity of maintaining (canonical) tree-like decompositions*, Complexity Day, IMSc Chennai 2.4.2014.

S. KUHNERT: *On the Isomorphism Problem for Decision Trees and Decision Lists*, Nordic Complexity Workshop, Jena, 14.2.2014.

S. KUHNERT: *Circular-Arc Hypergraphs: Rigidity via Connectedness*, Complexity Day, IMSc Chennai 2.4.2014.

S. KUHNERT: *Solving linear equations parameterized by Hamming weight*, 9th International Symposium on Parameterized and Exact Computation (IPEC), Wrocław, 10.9.2014.

O. VERBITSKY: *A logical approach to Isomorphism Testing and Constraint Satisfaction*, Joint Estonian-Latvian Theory Days, University of Latvia, Riga, October 2014.

O. VERBITSKY: *On the dynamic width of the 3-colorability problem*, Algorithmic Model Theory Meeting 2014 (AlMoTh 2014), University Kassel, February 2014.

## Tagungen / Workshops

### Nordic Complexity Workshop

**Ansprechpartner:** PROF. DR. JOHANNES KÖBLER

Unsere Gruppe veranstaltet zusammen mit Forschergruppen an den Universitäten Hannover, Jena und Lübeck einen halbjährlich stattfindenden Workshop, auf dem aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert werden.

## Sonstige Aktivitäten

### J. Köbler

- Studienberatung am Institut für Informatik
- Mitglied im Prüfungsausschuss
- Mitglied der Haushaltskommission
- Mitglied der Berufungskommission für die Professur Algorithm Engineering in der Informatik.
- Vorsitzender des Örtlichen Wahlvorstands der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
- Diverse Gutachtertätigkeiten

### S. Kuhnert

- Mitglied der Haushaltskommission des Instituts

### Dr. Wolfgang Kössler

- zahlreiche Gutachten für Zeitschriften
- Mitglied des Institutsrats
- Mitglied der Raumkommission
- Sektionsleiter des Workshop on Stochastic Models, Statistics an their Applications, Wrocław Februar 2015

## Gäste am Lehrstuhl

- V. Arvind, IMSc Chennai (08.09.-21.09.2014)
- Gaurav Rattan, IMSc Chennai (25.08.-20.09.2014)
- Andreas Krebs, Universität Tübingen (10.03.-13.03.2014 & 03.12.-05.12.2014)

## **Abschlussarbeiten**

IMMANUEL SIMS: *Graphisomorphie für Graphen mit Baumstrukturen* (Diplomarbeit)

STEPHAN VERBÜCHELN: *Zero-Knowledge Protocols: Leakage Resilience and Anonymous Signatures* (Diplomarbeit)

SEBASTIAN CLAUS: *Ein Vergleich von Bitcoin und Quantengeld* (Bachelorarbeit)

FRITJOF SCHULTE-STEINBERG: *Berechnung mehrdimensionaler normalverteilter Wahrscheinlichkeiten* (Bachelorarbeit)

MARIA KIEBINGER: *Fraktale und ihre Erzeugung durch das Chaosspiel* (Bachelorarbeit)

Lehr- und Forschungseinheit

## **Wissensmanagement in der Bioinformatik**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/wbi>

### **Leiter**

PROF. DR. ULF LESER

Tel.: (030) 2093 3902

Fax.: (030) 2093 5484

E-mail: [leser@informatik.hu-berlin.de](mailto:leser@informatik.hu-berlin.de)

### **Sekretariat**

NADJA OTT

Tel.: (030) 2093 3901

E-mail: [ott@informatik.hu-berlin.de](mailto:ott@informatik.hu-berlin.de)

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen**

DR. PANAGIOTIS BOUROS,

JÖRGEN BRANDT

MARC BUX,

DR. LIAM CHILDS

LARS DÖHLING,

BERIT HALDEMANN,

ANDRE KOSCHMIEDER,

STEFAN KRÖGER,

YVONNE MAYER,

SAKSIA POHL

ASTRID RHEINLÄNDER,

JOHANNES STARLINGER

PHILIPPE THOMAS,

DR. SEBASTIAN WANDELDT,

MICHAEL WEIDLICH,

KARIN ZIMMERMANN

### **Techniker**

NORBERT HEROLD

### **Studentische Mitarbeiter/innen**

MARTIN BECKMANN, BJÖRN GROSS,

SOPHIE KOLBE, ANJA KUNKEL,

JÖRG MEIER, CHRISTOPH SCHIEFNER

THOMAS STOLTMANN



Der Lehrstuhl beschäftigt sich mit Wissens- und Datenmanagement in der molekularbiologischen und biomedizinischen Forschung. Er konzentriert sich auf Fragestellungen der statistischen und integrativen Analyse von biomedizinischen Hochdurchsatzdaten, der skalierbaren Infrastruktur für wissenschaftliche Analysen und der automatischen Analyse von biomedizinischen Veröffentlichungen (Text Mining). In der Lehre werden Themen aus dem Bereich Datenbanken, Information Retrieval, Text Mining und Bioinformatik behandelt. Der Lehrstuhl ist vielfältig interdisziplinär vernetzt und zurzeit an elf Drittmittelprojekten beteiligt (Finanzierung durch DFG, BMBF, BMWi, EU und industrielle Partner), darunter die Exzellenz-Graduiertenschule BSIO. Wichtigste Partner außerhalb des Instituts sind die Berliner Charité, das MDC in Buch, das Institut für (theoretische) Biologie der Humboldt-Universität sowie das Hasso-Plattner Institut in Potsdam.

2014 war für die Gruppe ein Jahr der Konsolidierung laufender Projekte. Einzige neue Mitarbeiterin ist Saskia Pohl, die im Rahmen des Exzellenzgraduiertenkollegs BSIO promovieren wird; dem gegenüber zeichnen sich zum Jahresende drei fertige Dissertationen ab. Im Sommersemester 2014 befand sich Prof. Leser im Forschungsfreisemester an der Freien Universität Bozen, was zu vielfältigen neuen Kontakten führte und mittelfristig auch neuen Forschungsthemen bringen wird. Ein wichtiges Ereignis für die Gruppe und das ganze Institut war die Verlängerung des Graduiertenkollegs SOAMED – „Serviceorientierte Architekturen zur Integration Software-gestützter Prozesse am Beispiel des Gesundheitswesens und der Medizintechnik“ durch die DFG, dessen Sprecher Prof. Leser seit Oktober 2014 ist.

## Lehre

### Wintersemester 2013/2014

- Modul „Algorithmische Bioinformatik“ (4 SWS, U. LESER)
- Übung zu „Algorithmische Bioinformatik“ (1 SWS, P. THOMAS)
- Seminar „Algorithms for Large Graphs“ (2 SWS, U. LESER)
- Interdisziplinäres Seminar „Computergestützte Analyse von Sprache“ (2 SWS, U. LESER & A. LÜDELING)
- Semesterprojekt „Semantic Text Browsing“ (8 SWS, U. LESER & P. THOMAS)
- Modul „General Game Playing“ (2 SWS, S. WANDALT)
- Übungen zu „General Game Playing“ (2 SWS, S. WANDALT)

### Sommersemester 2014

- Modul „Grundlagen der Bioinformatik“ (2 SWS, L. CHILDS)
- Übung zu „Grundlagen der Bioinformatik“ (2 SWS, L. CHILDS)
- Modul „Informationsintegration“ (4 SWS, S. WANDALT)
- Übung zu „Informationsintegration“ (2 SWS, S. WANDALT)

## Forschung

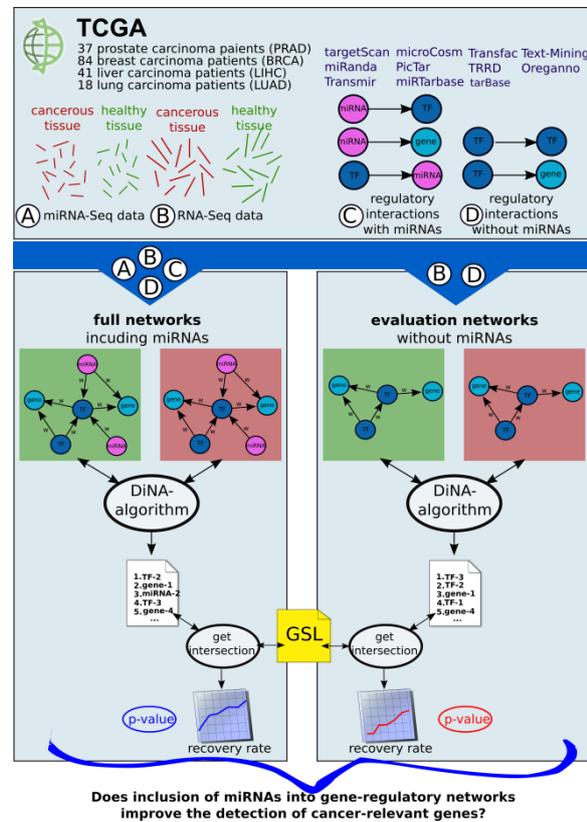
### Projekt: Einfluß von miRNAs auf die differentielle Netzwerkanalyse

**Laufzeit:** 6/2012 – 6/2015

**Beteiligte Personen:** YVONNE MAYER

Bei der differentiellen Netzwerkanalyse (DiNA) werden Unterschiede zwischen den Netzwerk-topologien verschiedener Zellzustände untersucht, z.B. zwischen Zellen aus gesundem und aus Krebsgewebe. Ziel dieser Analysen ist die Identifizierung von Genen, die für den nachteiligen Zellzustand ursächlich sind. Im Gegensatz zu herkömmlichen differentiellen Analysen der Genexpression werden hier Änderungen im Zusammenspiel der Moleküle gefunden und nicht nur Änderungen einzelner Moleküle erfasst.

Ziel dieses Projekts ist die Untersuchung des Einflusses der Integration von miRNAs in gen-regulatorische Netzwerke (GRNs) auf die DiNA. MicroRNAs spielen zusammen mit Transkriptionsfaktoren (TFs) eine wichtige Rolle bei der Regulation von Genen, und können so auch als Onkogene oder Tumor-Suppressoren fungieren. Die Ausgangsdaten für unser Projekt umfassen RNA- und miRNA-Sequenzierungs-Daten und regulatorische Interaktionen zwischen TFs, miRNAs und Genen aus verschiedenen Datenbanken und dem WBI-Text-Mining. Diese Daten haben wir aufbereitet und daraus gewichtete GRNs mit miRNAs und ohne miRNAs für vier verschiedene Krebsgewebe und das jeweils dazugehörige gesunde Gewebe erstellt. Anschließend haben wir die Fähigkeiten zehn verschiedener DiNA Algorithmen aus der Literatur verglichen. Wir konnten zeigen, dass die Integration von miRNAs in GRNs die Identifizierung von relevanten Molekülen für alle getesteten DiNA Algorithmen signifikant verbessert. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen sowohl andere Möglichkeiten zur Integration von miRNAs in GRNs untersucht werden als auch ein eigener DiNA Algorithmus entworfen werden.



### Projekt: Integrated Variant Annotation for Solid Cancers (OncoPath)

**Laufzeit:** 1/2013 – 12/2015

**Beteiligte Personen:** DR. LIAM CHILDS

**Kooperation:** Verbundprojekt mit 6 Partnern, insb. Charite Berlin und MDC Berlin

**Forschungsförderung:** BMBF

Integrating data from several sources is a common bioinformatics task that involving several data transformations. We are developing a data integration framework based on partial workflow execution, meaning only the necessary parts of a template workflow are executed when producing the requested output. A template workflow applicable to genomics data integration is being developed in parallel to be made available with the finished framework.

## Projekt: Similarity of Scientific Workflows

**Laufzeit:** 7/2010 – 12/2014

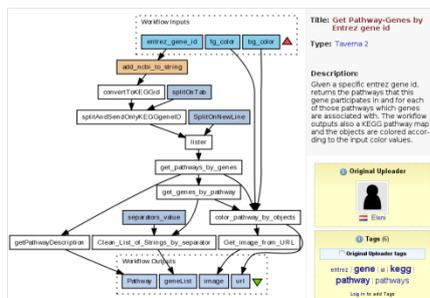
**Beteiligte Personen:** JOHANNES STARLINGER

**Kooperation:** Graduiertenkolleg SOAMED; University Paris XI (Sarah Cohen Boulakia)

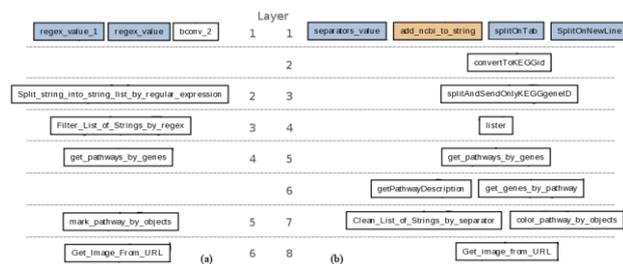
**Forschungsförderung:** DFG

Im biomedizinischen Kontext gibt es eine Vielzahl von informationsliefernden und datenverarbeitenden Web-Services. Diese können genutzt werden, um die in der medizinischen Grundlagenforschung in großem Umfang experimentell erhobenen Daten zu analysieren und auszuwerten. Zur effizienten Nutzung solcher Services durch Biologen und Mediziner haben in den letzten Jahren s.g. Scientific Workflows zunehmend an Popularität gewonnen, und mit ihnen Scientific Workflow Management Systeme. Diese bieten dem Nutzer die Möglichkeit, auf graphischem Weg den Fluss der Daten durch die einzelnen Verarbeitungsschritte, wie etwa Web-Services, zu modellieren und anschließend die so entstandene Pipeline, den Scientific Workflow, auch auszuführen. Einmal erstellte Scientific Workflows können online in spezialisierten Bibliotheken, s.g. Repositories, abgelegt und anderen zugänglich gemacht werden. Das zunehmende Wachstum dieser Bibliotheken erfordert Verfahren, die die Sammlungen von bereits existierenden Workflows für Nutzer effizient durchsuchbar machen.

Ein Kernaspekt ist dabei die Entwicklung von Ähnlichkeitsmaßen, die es erlauben, Scientific Workflows anhand ihrer Beschreibung, ihrer Struktur oder ihres Verhaltens zu vergleichen und zu klassifizieren. Dies kann zum einen dazu dienen, anhand konkreter Workflows ähnliche in der Sammlung zu finden. Zum anderen erlaubt es die Einteilung von Scientific Workflows in Gruppen, die dem Nutzer eine verbesserte Übersicht gewähren. Nach einer umfassenden Analyse der Spezifika von Scientific Workflows und ihrer vergleichbaren Eigenschaften 2011, der Implementierung verschiedener existierender Ähnlichkeitsmaße in einem modularen Baukasten 2012, und der Erstellung eines Evaluationscorpus manuell bewerteter Workflowähnlichkeiten durch 15 Scientific Workflow Experten verschiedener Institutionen 2013, stand 2014 die Entwicklung eines neuen Algorithmus für den Workflowvergleich im Vordergrund. Die Funktionsweise dieses *Layer Decomposition* getauften Verfahrens leitet sich aus den Beobachtungen unserer vorausgegangenen Arbeitsschritte ab und berücksichtigt insbesondere die Reihenfolge der Datenverarbeitungsschritte, um diese in Schichten (*layer*) zerlegen, anhand derer der Vergleich zweier Workflows stattfindet. In einer vergleichenden Evaluation konnte gezeigt werden, dass *Layer Decomposition* bessere Ergebnisse liefert, als alle vorherigen Methoden.



Beispiel eines Scientific Workflow aus dem myExperiment Online Repository (Quelle: [www.myexperiment.org/workflows/2805.html](http://www.myexperiment.org/workflows/2805.html))



*Layer Decomposition* zweier Workflows (rechter Workflow entsprechend Beispielworkflow 2805 in linkem Bild) und Zuordnung der *layer* anhand ermittelter maximaler Ähnlichkeit

## Projekt: The HiWay Application Master für Scheduling Scientific Workflows on Hadoop

**Laufzeit:** 7/2011 – 12/2015

**Beteiligte Personen:** MARC BUX

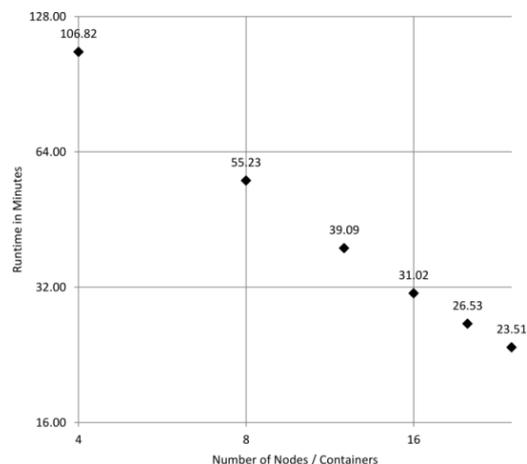
**Kooperation:** Graduiertenkolleg SOAMED; BioBankCloud

**Forschungsförderung:** DFG, EU

Scientific Workflow Management Systems (SWfMS) ermöglichen Wissenschaftlern verschiedener Domänen die Modellierung, Ausführung, Optimierung und Wartung komplexer Arbeitsabläufe, welche in der heutigen datengetriebenen Forschung eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Auf Ausführungsebene haben zunehmende Mengen zu verarbeitender Daten zu einer rasanten Weiterentwicklung und Verbreitung von Plattformen zur Parallelisierung und Verteilung von Rechenschritten geführt. Die wohl bekannteste dieser Plattformen ist Apache Hadoop, welche in Forschung und Industrie gleichermaßen verbreitet ist.

Das am Lehrstuhl entwickelte SWfMS Hi-WAY ist in der Lage, verschiedene Sprachen zur Spezifizierung von Scientific Workflows zu interpretieren und auf Hadoop auszuführen. Hi-WAY nutzt die Ressourcenverwaltung, Zugriffskontrolle und fehlertolerante Datenspeicherung von Hadoop aus und macht damit erstmals das volle Parallelisierungspotential von Scientific Workflows für große Teile der Forschungsgemeinschaft verfügbar. Über den Funktionsumfang vieler SWfMS hinaus stellt Hi-WAY fortgeschrittene Funktionen bereit, welche die Generierung umfangreicher, selbst als Scientific Workflow interpretierbarer Ausführungsprotokolle, die Unterstützung iterativer und dynamisch erweiterbarer Workflows, sowie eine Auswahl verschiedener Heuristiken zum adaptiven Scheduling von Scientific Workflows, umfasst.

Hi-WAY unterstützt derzeit drei Sprachen zur Spezifizierung von Scientific Workflows (Pegasus, Galaxy und Cuneiform), kann jedoch problemlos für andere nicht-interaktive Sprachen erweitert werden. Im Rahmen eines Skalierbarkeitsexperiments wurde ein Scientific Workflow aus dem Bereich des Next-Generation-Sequencing auf einem Cluster bestehend aus 28 Rechnern mit je 24 Kernen ausgeführt, wobei alle Kerne ausgelastet wurden. Die nachfolgende Abbildung, in welcher die Ergebnisse des Experiments abzulegen sind, deutet auf eine sehr gute Skalierbarkeit des Systems hin.



Ausführungszeit eines Scientific Workflows aus dem Bereich des Next-Generation-Sequencing bei zunehmender Anzahl hinzugeschalteter Rechner.

**Projekt: Cuneiform: A Functional Scientific Workflow Language****Laufzeit:** 7/2011 – 12/2015**Beteiligte Personen:** JÖRGEN BRANDT**Kooperation:** Graduiertenkolleg SOAMED; BioBankCloud**Forschungsförderung:** DFG, EU

Die Notwendigkeit im wissenschaftlichen Umfeld große Datenmengen zu verarbeiten einerseits und der erleichterte Zugang zu verteilten Analyse-Plattformen mit wachsender Zahl an CPUs andererseits haben eine neue Klasse von Sprachen und Systemen für parallele, verteilte Datenanalyse begünstigt. Hierzu zählen datenparallele Anfragesprachen wie Pig Latin wie auch Scientific Workflow Systeme wie Swift oder Pegasus DAX. In diesem Promotionsvorhaben stellen wir Cuneiform vor, eine neue Workflow-Spezifikationsprache mit Fokus auf Integration und Datenparallelismus.

Cuneiform Skripte können auf Hi-WAY ausgeführt werden, einer verteilten Ausführungsplattform, die auf Hadoop YARN basiert. Aber auch andere Ausführungsplattformen wie HTCondor sind denkbar. Zwar können Cuneiform Skripte direkt ausgeführt werden, es ist aber ebenfalls möglich, Pegasus DAX Skripte nach Cuneiform zu übersetzen. Abbildung 1 zeigt den Softwarestack, der zeigt, wie Cuneiform mit verschiedenen verteilten Ausführungssystemen sowie anderen Workflow-Spezifikationsprachen eingesetzt werden kann.

Cuneiform ist im Speziellen dafür geeignet, Workflows aus den Lebenswissenschaften zu spezifizieren, die sich grundsätzlich aus Anwendungen vieler verschiedener Kommandozeilentools zusammensetzen und gleichzeitig das Potential besitzen, die Eingabedaten zu partitionieren und sie parallel zu verarbeiten. Unten stehend ist der Invokationsgraph abgebildet, der zeigt, wie verschiedene Verarbeitungsschritte auf Datenpartitionen angewendet werden. Jede blaue Linie entspricht hier einem unabhängigen Verarbeitungsschritt. Jede blaue Linie repräsentiert ein Ein- oder Ausgabedatum. Die schwarzen Pfeile zeigen Datenabhängigkeiten zwischen Daten und Verarbeitungsschritten.

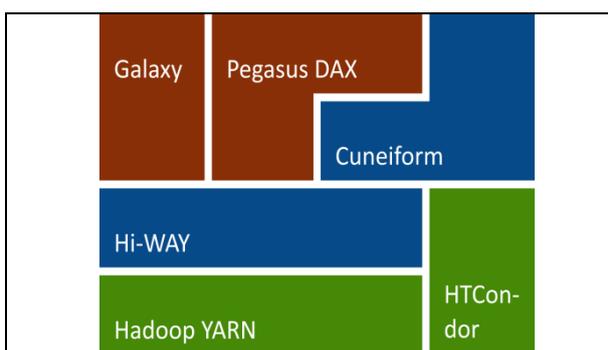


Abbildung 1. Softwarestack der Cuneiform / HiWay Umgebung.

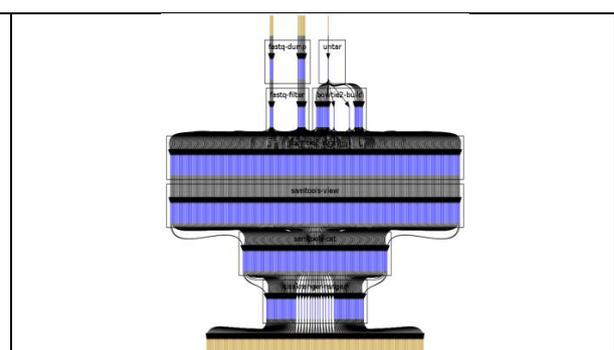


Abbildung 2. Invokation-Graph der datenparallelen Ausführung eines Life Science Workflows.

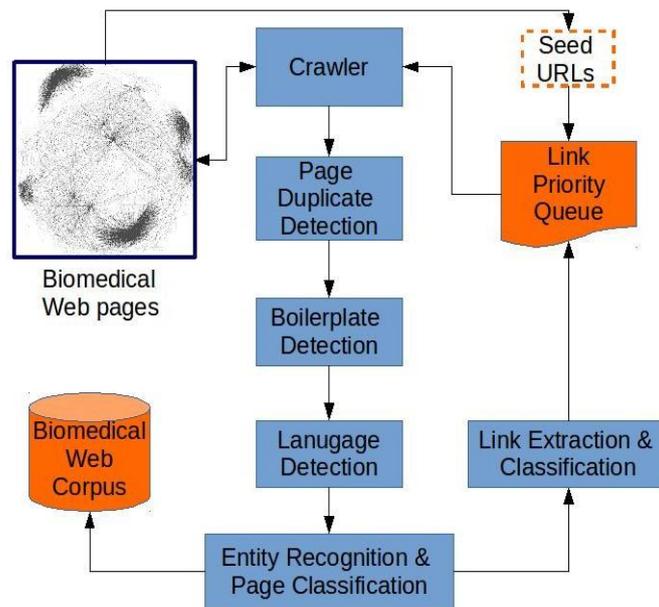
**Projekt: StratoSphere, Teilprojekt „Scalable Text Mining“****Laufzeit:** 1/2011 – 12/2016 (Zwei Förderperioden)**Beteiligte Personen:** ASTRID RHEINLÄNDER, ANJA KUNKEL, MARTIN BECKMANN**Kooperation:**

- Forschergruppe StratoSphere, Sprecher Prof. Markl, TU Berlin
- Prof. Freytag, HU Berlin, Prof. Kao, TU Berlin, Prof. Naumann, HPI Potsdam

**Forschungsförderung:** DFG Forschergruppe

In der zweiten Förderperiode unseres Teilprojekts stehen das thematische Sammeln („Focused Crawling“) und die Analyse großer Mengen textueller Inhalte von Webseiten im Vordergrund. Im Vergleich zu reinen Text-Daten (z.B. Nachrichten, wissenschaftliche Abstracts) weisen Webseiten Besonderheiten auf, die sowohl während des Sammelns und der Analyse berücksichtigt werden müssen: Neben dem eigentlichen Inhalt enthalten Webseiten oftmals umfangreiche zusätzliche Elemente wie Navigationselemente, Werbung, Formatierungen oder Skripte, die von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden sollen. Da das Erkennen und Entfernen solcher irrelevanter Elemente („boilerplate detection“) nicht trivial ist, haben wir zunächst verschiedene Algorithmen als Operatoren für Stratosphere implementiert und auf Webseiten aus verschiedenen Domänen evaluiert. Darüber hinaus enthalten Webseiten häufig strukturierte Elemente wie Tabellen oder Listen, die während der Analyse idealerweise strukturiert extrahiert werden. Für die Extraktion dieser Elemente haben wir ebenfalls Operatoren in Stratosphere implementiert und zusammen mit den boilerplate-detection-Algorithmen in einer „Web Analytics“-Bibliothek bereitgestellt.

Ein zweiter Schwerpunkt in unserem Projekt liegt auf der Implementierung eines parallelen Web-Crawlers zum Crawlen biomedizinischer Webseiten. Wir haben einen fokussierten Crawler auf Basis des Apache Nutch Frameworks implementiert und für das Crawlen biomedizinischer Webseiten trainiert (siehe Abbildung 1). Der Crawler wird zunächst mit einer geordneten Liste („Link Priority Queue“) relevanter URLs („Seeds“) initialisiert. Die zugehörigen Webseiten werden heruntergeladen und in einem mehrstufigen Prozess auf ihre Relevanz untersucht. Dieser Prozess umfasst das Erkennen von Duplikaten bereits gecrawlter Webseiten, Boilerplate Detection, eine Spracherkennung sowie die Erkennung von biomedizinischen Termen und Entitäten in Webseiten. Sofern eine Webseite relevante Terme bzw. Entitäten enthält, werden aus dieser Seite Links extrahiert und klassifiziert, und die Webseite wird dem Korpus hinzugefügt. Als „relevant“ klassifizierte Links werden der Link Priority Queue hinzugefügt, aus der der Crawler wiederum URLs für den weiteren Crawl-Prozess auswählt. Wir haben mit Hilfe dieses Crawlers ein mehrere Millionen Seiten umfassendes Korpus erstellt, das im weiteren Verlauf unseres Projekts hinsichtlich der Güte des Crawling-Prozesses und des enthaltenen biomedizinischen Wissens evaluiert wird.



Architektur des Focused Crawlers. Webseiten werden gecrawlt, dedupliziert und bereinigt. Nach einer Spracherkennung werden relevante Entitäten gesucht und die Relevanz einer Seite klassifiziert. Links in relevanten Seiten werden extrahiert, klassifiziert und dem Crawler wieder zugeführt.

## Projekt: Komprimierung von Sequenzdaten

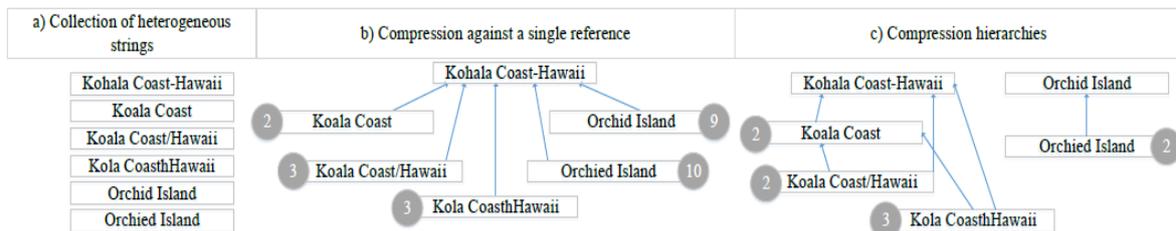
**Laufzeit:** 8/2011 –

**Beteiligte Personen:** Dr. Sebastian Wandelt

**Kooperation:** BiobankCloud, FU Berlin

**Forschungsförderung:** Landesmittel, EU

Das Indizieren großer Mengen zueinander ähnlicher Strings für die approximative Suche ist ein aktuelles Problem, z.B. in der Bioinformatik, beim Read-Mapping gegen mehrere Sequenzen derselben Population, und in Dokumentenmanagementsystemen, beim Archivieren und Durchsuchen versionierter Dokumente. Standardverfahren für indizierte Suche nutzen die Ähnlichkeiten zwischen Strings aus, indem sie 1) alle Strings gegen eine Referenz komprimieren, durch sogenannte referentielle Komprimierung, und 2) die Referenz und alle Abweichungen separat verarbeiten.



Idee der Multireferenz referentiellen Komprimierung. Zu komprimierende Strings sind als Knoten dargestellt, Kanten entsprechen den Referenzbeziehungen der referentiellen Komprimierung. Z.B.  $s = \text{'Koala Coast'}$  kann zur Referenz  $t = \text{'Kohala Coast-Hawaii'}$  als  $[(0;2), a, (4;8)]$  komprimiert werden, da  $s = t(0;2)$  oder  $t(4;8)$ . Die Zahlen neben den Knoten zeigen die Anzahl der Einträge in der referentiellen Komprimierung. Beschreibung: a) Kollektion an Strings. b) Standardverfahren nutzen nur eine Referenz und vernachlässigen dadurch Kompressionspotential. (c) Kompressionshierarchien nutzen zueinander ähnliche Substrings.

Ziel dieses Projektes war das Entwickeln effizienter Algorithmen und Implementierungen für das Indizieren von solchen Stringarchiven gegen mehrere Referenzen. Für das Berechnen der Komprimierung werden Kompressionshierarchien verwendet, bei denen Strings verschiedene Rollen haben: 1) unkomprimierte Referenzen, 2) komprimierte Referenzen und 3) komprimierte Strings. Das Erstellen/Auswählen einer optimalen Kompressionshierarchie ist NP-hart. Daher wurden in diesem Projekt drei Heuristiken entwickelt. Die entstehenden Strukturen können hinsichtlich ihrer Art in verschiedene Hierarchietypen klassifiziert werden: Bäume, Wälder und DAGs. Experimente mit Wikipedia- und Sequenzdaten zeigen, dass Kompressionshierarchien einen bis zu 90% stärker komprimierten Suchindex erstellen als Standardverfahren. Weiterhin konnten wir zeigen, dass die Komprimierung gegen mehrere Referenzen in vielen Fällen sogar schneller erfolgt, als gegen eine einzelne Referenz. Die Zeiten für das Durchsuchen der komprimierten Archive verlängern sich durch die neuartige Komprimierung nicht signifikant gegenüber den Standardverfahren.

## Veröffentlichungen

T. RAWALD, M. SIPS, N. MARWAN, U. LESER (2015): *Massively Parallel Analysis of Similarity Matrices on Heterogeneous Hardware*. Int. Workshop on Data (Co-)Processing on Heterogeneous Hardware, Brussels, Belgium (accepted).

J. BRANDT, M. BUX, U. LESER (2015): *Cuneiform -- A Functional Language for Large Scale Scientific Data Analysis*. EDBT Workshop Beyond Map&Reduce, Brussels, Belgium (accepted).

P. THOMAS, P. DUREK, I. SOLT, B. KLINGER, F. WITZEL, P. SCHULTHESS, Y. MAYER, D. TIKK, N. BLÜTHGEN, U. LESER (2015): *Computer-assisted curation of a human regulatory core network from the biological literature*. Bioinformatics (accepted).

V. BÉGAY, J.J. SMINK, C. LODDENKEMPER, K. ZIMMERMANN, C. RUDOLPH, M. SCHELLER, D. STEINEMANN, U. LESER, B. SCHLEGELBERGER, H. STEIN, et al. (2014): *Deregulation of the endogenous C/EBP $\beta$  LIP isoform predisposes to tumorigenesis*. Journal of Molecular Medicine, Nov 2014.

S. WANDEL, U. LESER (2014): *MRCISI: Compressing and Searching String Collections with Multiple References*. PVLDB, Kona, Hawaii (accepted).

S. WANDEL, X. SUN (2014): *Efficient Compression of 4D-Trajectory Data in Air Traffic Management*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (accepted).

M. NEVES, U. LESER (2014): *Question Answering for Biology*. Methods (accepted).

C. BÖLLING, M. WEIDLICH, H. HOLZHÜTTER (2014): *SEE: structured representation of scientific evidence in the biomedical domain using Semantic Web techniques*. Journal of Biomedical Semantics, 5(Suppl 1):S1.

M. BUX, U. LESER (2014): *DynamicCloudSim: Simulating Heterogeneity in Computational Clouds*. Future Generation Computer Systems, 2014 (accepted).

J. STARLINGER, S. COHEN-BOULAKIA, S. KHANNA, S. B. DAVIDSON, U. LESER (2014): *Layer Decomposition: An Effective Structure-based Approach for Scientific Workflow Similarity*. eScience, Guarujá, Brazil (to appear)

J. STARLINGER, B. BRANCOTTE, S. COHEN-BOULAKIA, U. LESER (2014): *Similarity Search for Scientific Workflows*. PVLDB, Hangzhou, China.

A. ALEXANDROV, R. BERGMANN, S. EWEN, J.-C. FREYTAG, F. HUESKE, A. HEISE, O. KAO, M. LEICH, U. LESER, V. MARKL, F. NAUMANN, M. PETERS, A. RHEINLÄNDER, M. SAX, S. SCHELTER, M. HÖGER, K. TZOUMAS, D. WARNEKE (2014): *The Stratosphere Platform for Big Data Analytics*. VLDB Journal (accepted).

S. WANDEL, U. LESER (2014): RRCA: *Ultra-fast Multiple In-Species Genome Alignments*. Int. Conf. on Algorithms for Computational Biology, Barcelona, Spain.

A. RELÓGIO, P. THOMAS, P. MEDINA-PÉREZ, S. REISCHL, S. BERVOETS, E. GLOC, P. RIEMER, S. MANG-FATEHI, B. MAIER, R. SCHAEFER, U. LESER, HP. HERZEL, A. KRAMER, C. SERS (2014): *Ras – mediated deregulation of the circadian clock in cancer*. PLoS Genetics.

L. DÖHLING, J. LEWANDOWSKI, U. LESER (2014): *A Study in Domain-Independent Information Extraction for Disaster Management*. Workshop on Disaster Management and Principled Large-scale information Extraction, Reijkjavik, Island.

S. WANDEL, D. DENG, S. GERDJKOV, S. MISHRA, P. MITANKIN, M. PATIL, E. SIRAGUSA, A. TISKIN, W. WANG, J. WANG, U. LESER (2014): *State-of-the-art in String Similarity Search and Join*. SIGMOD Record 43(1).

A. RHEINLÄNDER, M. BECKMANN, A. KUNKEL, A. HEISE, T. STOLTMANN, U. LESER (2014): *Versatile optimization of UDF-heavy data flows with Sofa (Demo)*. SIGMOD, Snowbird, USA.

L. DÖHLING, U. LESER (2014): *Extracting and Aggregating Temporal Events from Text*. 4th Temporal Web Analytics Workshop, Seoul, Korea.

## Vorträge

M. BUX: *Adaptive Scheduling of Scientific Workflows on Hadoop 2.0 (YARN)*, Stratosphere All-Hands Meeting, Berlin, Februar 2014

U. LESER: *Research Opportunities in Scientific Workflows*, Keynote ZEUS Workshop, Potsdam, Februar 2014

A. RHEINLÄNDER: *Optimization of UDF-heavy Data Flows in Stratosphere*. Aristoteles-Universität Thessaloniki, Griechenland, März 2014.

M. BUX, J. BRANDT: *Hi-WAY: Executing Scientific Workflows on Hadoop YARN*, Université Paris XI, März 2014

U. LESER: *Referentially Compressed Genomes*, Université Paris XI, März 2014

A. RHEINLÄNDER: *Logical Optimization of UDF-heavy Data Flows with SOFA*. Hasso Plattner Institut Potsdam, März 2014

U. LESER: *Research@WBI*, Freie Universität Bozen, April 2014

U. LESER: *Dataflow Research at WBI*, Universität Trento, April 2014

M. BUX: *Hi-WAY: Scientific Workflows on Hadoop 2.0 (YARN)*, BioBankCloud General Meeting, Berlin, Mai 2014

J. BRANDT: *Cuneiform -- A Functional Workflow Language*, Int. Workshop on Translational Bioinformatics and Health Informatics Izmir

U. LESER: *Biomedical Text Mining*, FBK Trento, Juni 2014

U. LESER: *Biomedical Text Mining*, Roche AG, Juni 2014

M. BUX: *Hi-WAY: Distributed Workflow Execution on Hi-WAY, BioBankCloud*, General Meeting, Berlin, Oktober 2014

U. LESER: *Next Generation Data Integration*, Keynote Workshop Grundlage von Datenbanken, Bozen, Oktober 2014

## **Studien- und Diplomarbeiten**

SASCHA QUALITZ: *Vergleich von Open-Source und kommerziellen Programmen zur Durchführung eines ETL-Prozesses*, Diplomarbeit

MARTIN BECKMANN: *Lässt sich der Ausgang von politischen Wahlen durch die Analyse von Twitterdaten vorhersagen?* Diplomarbeit Informatik

THOMAS STOLTMANN: *Improved scalable Near duplicate search in very large sequence archives*. Diplomarbeit Informatik

MORITZ BRETTSCHEIDER: *Vorverarbeitung von dynamischen Prozessdaten für proaktives Störungsmanagement*. Diplomarbeit Informatik

TORSTEN HUBER: *Entity Linking by Means of Explicit Semantic Contexts*. Diplomarbeit Informatik

TOBIAS MÜHL: *k-Approximate Search in Probabilistic Strings*. Diplomarbeit Informatik. September 2013 - Mai 2014

NICO BORGSMÜLLER: *Analyse von Krankheitsnetzwerken auf Basis einer vereinheitlichten Krankheitsontologie*. Bachelorarbeit Biophysik

CARSTEN LIPKA: *Implementierung eines NGS-Workflows unter Verwendung von MapReduce und Hadoop*. Bachelorarbeit Informatik

ALEXANDER KONRAD: *Community curation for GeneView*. Studienarbeit Informatik

ANJA KUNKEL: *Set containment joins using two prefix trees*. Studienarbeit Informatik

LIJUAN SHI: *Vergleich von Methoden zur Rekonstruktion von genregulatorischen Netzwerken*. Bachelorarbeit Informatik

Lehr- und Forschungseinheit

## Signalverarbeitung und Mustererkennung

<http://www.informatik.hu-berlin.de/sv/>

### Leiterin

SENIORPROFESSORIN DR. BEATE MEFFERT

Tel.: (030) 2093 3043

E-Mail: meffert@informatik.hu-berlin.de

### Sekretariat

Tel.: (030) 2093 3046

Fax: (030) 2093 3045

### Mitarbeiter

DIPL.-INF. MARKUS APPEL

DIPL.-INF. MARTIN BRÜCKNER

DIPL.-INF. SEBASTIAN HELLWIG

DR.-ING. OLAF HOCHMUTH

DIPL.-INF. SASCHA STÜBING

DIPL.-ING. NIKLAS TREUTNER

DIPL.-PHYS. MARCO ZEMKE

### Doktorandinnen und Doktoranden

DIPL.-INF. MAXIMILIAN BUDER

DIPL.-INF. UWE KNAUER

DIPL.-INF. THEA RADÜNTZ

### Studentische Hilfskräfte

JENS KILLAT

FELIX WERMKE

Das Fachgebiet „Signalverarbeitung und Mustererkennung“ befasst sich in Lehre und Forschung mit der Erfassung, Verarbeitung und Auswertung von Signalen.

Ein Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten des letzten Jahres war die Entwicklung von Hard- und Softwarelösungen für die Signalverarbeitung unter Echtzeitbedingungen u. a. für die Bildverarbeitung in Kameranetzwerken.

In der Lehre werden neben den Grundlagen der Signalverarbeitung Lehrveranstaltungen zur Bildverarbeitung und Mustererkennung angeboten.

## Lehre

### Hauptstudium (Halbkurse, Wahlpflichtmodule)

- Grundlagen der Signalverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH, M. APPEL)
- Signalverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH)
- Bildverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH)
- Spezialgebiete der Bildverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH)

### Semesterprojekte und Seminare

- Anwendungen der Signalverarbeitung und Mustererkennung (B. MEFFERT)
- Spezialgebiete der Signalverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH)
- Semesterprojekt zur Signalverarbeitung (B. MEFFERT, O. HOCHMUTH)

## Forschung

### Projekt: Event Monitoring and Planning System (EventMAP)

**Projektleiterin:** PROF. DR. BEATE MEFFERT

**Projektmitarbeiter und Studenten:** DIPL.-INF. SEBASTIAN HELLWIG, DR.-ING. OLAF HOCHMUTH, DR.-ING. MICHAEL RITZSCHKE, DIPL.-INF. SASCHA STÜBING, DIPL.-ING. NIKLAS TREUTNER, GÉRARD BAECKER, JULIANE HÜTTL, BENJAMIN WILDE

**Zusammenarbeit:** Lüth & Dümchen Automatisierungsprojekt GmbH, Berlin

**Forschungsförderung:** Land Berlin, IBB-Förderprogramm ProFIT

Das Ziel des Projektes besteht in der Entwicklung eines kamerabasierten Systems für Großveranstaltungen, das Sicherheits- und Serviceaspekte vereint. Die Anwendung soll mit Hilfe von Kameras die Umgebung analysieren und den Besuchern ermöglichen, mittels eines Smartphones schnell zu interessanten Orten auf dem Gelände zu navigieren. Dazu gehören z. B. Verpflegungsstände und Ein- und Ausgänge. Neben der trivialen Navigation werden die Größe der eventuellen Warteschlangen und die Personendichte entlang der möglichen Pfade berechnet. Diese Informationen können zur Berechnung von alternativen Routen herangezogen oder dem Nutzer direkt zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich werden die Informationen über die Personendichte und -strömung verwendet, um kritische Situationen zu antizipieren. Die Berücksichtigung der Personendichte bei der Navigation führt zu einer Optimierung der Personenverteilung und trägt so aktiv dazu bei, kritische Situationen zu vermeiden. Treten dennoch gefährliche Situationen auf, so sollen diese erkannt und dem zuständigen Sicherheitspersonal schnellstmöglich mitgeteilt werden. Diese Daten können derart aufbereitet werden, dass sie neben den Betreibern auch den involvierten Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zur Verfügung stehen. Auch eine statistische Auswertung ist möglich und erlaubt eine Optimierung der Aufteilungen der Angebote und Sicherheitskonzepte.

### Projekt: Präzise Lokalisierung und Breitbandkommunikation im 60-GHz-Band (PreLocate)

**Projektleiterin:** PROF. DR. BEATE MEFFERT

**Projektmitarbeiter und Studenten:** DR.-ING. FRANK WINKLER, DIPL.-INF. MARTIN BRÜCKNER, JENS KILLAT, FELIX WERMKE

**Zusammenarbeit:** PROF. DR. ECKHARD GRASS, IHP, Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik GmbH, Frankfurt (Oder); DR. WOLFGANG WEIDMANN, Firma InnoSenT GmbH, Donnersdorf

**Forschungsförderung:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Das Projekt PreLocate erweiterte neuartige Kommunikationssysteme im 60-GHz-Band für neue Anwendungsbereiche, die bisher beispielsweise RADAR-Verfahren vorbehalten waren, welche jedoch keine aktive Kommunikation ermöglichen. Innerhalb des Teilprojekts PreLocate-HUB sind die theoretischen und praktischen Grundlagen für die Erweiterung des 60-GHz-Kommunikationssystems des IHP im 60-GHz-Band zur Abstandsmessung und Lokalisierung für mobile Terminals erarbeitet worden. Die Ergebnisse bilden zusammen mit den Vorarbeiten des IHP die Grundlage für die Anwendung des Verfahrens durch die Firma InnoSenT GmbH.

Das Projekt konnte 2014 erfolgreich abgeschlossen werden.

**Projekt: Optimierung von Breadboards für das JUICE-Missionsprofil (Jupiter Icy Moon Explorer)**

**Projektleiter:** DR.-ING. FRANK WINKLER

**Projektmitarbeiter und Studenten:** DIPL.-INF. MARKUS APPEL, FELIX WERMKE

**Zusammenarbeit und Finanzierung:** DR. PAUL HARTOGH, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Abteilung Planeten und Kometen, European Space Agency (ESA)

Ziel ist die Optimierung der im Rahmen einer Machbarkeitsstudie entwickelten Breadboards im Hinblick auf das gegenüber EJSM bei JUICE veränderte Missionsprofil. Es handelt sich um die Breadboardmodelle des Chirp-Transform-Spektrometers, die in einem vorangehenden Projekt entwickelt wurden. In der Fortsetzung des Projektes sind für das veränderte Missionsprofil andere Kommandosequenzen und Operationsmuster des Spektrometers erforderlich, die durch Firmware-Änderungen getestet werden sollen.

**Projekt: FPGA-Steuerung für eine sCMOS-Kamera mit integrierter Bildverarbeitung (sCMOS)**

**Projektleiterin:** Prof. DR.-ING. BEATE MEFFERT

**Projektmitarbeiter und Studenten:** Dr.-Ing. FRANK WINKLER, DIPL.-INF. MARKUS APPEL, DIPL.-INF. MARTIN BRÜCKNER, JENS KILLAT, MANUEL RÜGER, FELIX WERMKE

**Zusammenarbeit:** greateyes GmbH, Berlin-Adlershof

**Forschungsförderung:** Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM-KF) des BMWi

Im Rahmen des Projektes ist der Prototyp einer neuartigen scientific-CMOS-Kamera mit integrierter Bildverarbeitung und einer schnellen Gigabit-Ethernet-Schnittstelle zur Datenkommunikation entwickelt worden. Eine besondere Innovation stellte dabei die integrierte Bildverarbeitung dar. Damit ist die Kamera für anspruchsvolle wissenschaftliche und wirtschaftliche Anwendungen einsetzbar. Die Verarbeitung der Bildsignale stellt sehr hohe Anforderungen an die Technik und erfordert moderne Hardware-Software-Konzepte. Für das Projekt wurden daher die Kompetenzen der greateyes GmbH für die Kameraentwicklung und der Arbeitsgruppe Signalverarbeitung und Mustererkennung für den FPGA-Systementwurf gebündelt.

Das Projekt konnte 2014 erfolgreich abgeschlossen werden.

**Projekt: Entwicklung einer skalierbaren, adaptiven und hochqualitativen Mehrkanalfehlerverdeckung mit einem rekonfigurierbaren FPGA-System (MATE)****Projektleiterin:** Prof. DR.-ING. BEATE MEFFERT**Projektmitarbeiter und Studenten:** DIPL.-INF. MARTIN BRÜCKNER, DIPL.-PHYS. MARCO ZEMKE**Zusammenarbeit:** DETLEF WIESE, MAYAH Communications GmbH, Hallbergmoos**Forschungsförderung:** Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM-KF) des BMWi

Das Projekt MATE hatte das Ziel, ein skalierbares und adaptives Fehlerverdeckungssystem für den professionellen Einsatz im Bereich Audio-Over-IP zu realisieren. Zu dessen Hauptmerkmalen gehören ein hochqualitatives audiocodec-unabhängiges Verfahren zur Mehrkanalfehlerverdeckung, umgesetzt auf einer rekonfigurierbaren FPGA-Plattform, die Unterstützung von bis zu 128 Audiokanälen sowie eine an den aktuellen Systemzustand anpassbare Parametrisierung der Fehlerverdeckung. Technisches Neuland stellte vor allem die Nutzung eines FPGAs zur Berechnung des Fehlerverdeckungsalgorithmus dar. Hierdurch können weite Teile des Algorithmus parallelisiert werden. Die Anpassung der Parameter der Fehlerverdeckung kann zusätzlich über eine vorher festlegbare Anwendungspriorität (bspw. maximale Kanalanzahl) dynamisch gesteuert werden. Der Projektpartner MAYAH entwickelte innerhalb des Projekts eine neue Generation von IP-Audioübertragungssystemen, welche eine höhere Zuverlässigkeit (bspw. durch alternative Netzwerkzugänge) und Audioqualität im Fehlerfall anbieten kann.

Das Projekt konnte 2014 erfolgreich abgeschlossen werden.

**Projekt: Array Time Synchronization Tests with White Rabbit****Projektleiterin:** PROF. DR.-ING. BEATE MEFFERT**Projektmitarbeiter und Studenten:** DIPL.-INF. MARTIN BRÜCKNER, MANUEL RÜGER**Zusammenarbeit:** Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY Zeuthen, Dr. Ralf Wischnewski, Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Science, Dr. Grigory Rubtsov

Ziel des Projektes ist die Implementierung und der Test des White-Rabbit-Synchronisationsverfahrens für die zeitliche Kalibrierung von großflächig verteilten und vernetzten Tscherenkow-Strahlungssensoren des HiSCORE-Teleskops, das zum Nachweis von höchstenergetischen kosmischen Teilchen- und Gammastrahlen dient. Dazu muss eine nanosekundengenaue Netzwerksynchronisation unter realen Einsatzbedingungen realisiert werden. Die Arbeiten sind eingebunden in das von der Helmholtz-Gemeinschaft geförderte DESY-Projekt „Measurements of Gamma Rays and Charged Cosmic Rays in the Tunka-Valley in Siberia by Innovative New Technologies“.

**Veröffentlichungen, Buchbeiträge und publizierte Kongressbeiträge**

U. KNAUER: *Fusion Trees for Fast Accurate Classification of Hyperspectral Data with Ensembles of Gamma-divergence based RBF Networks*. In: *Neural Computing and Applications* 24 (2014), ISSN 0941-0643.

T. RADÜNTZ: *Neuronal mental workload registration during execution of cognitive tasks*. In: *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, LNCS, vol. 8532, Springer International Publishing 2014, p. 59-69, ISBN 9783319075143.

T. RADÜNTZ, G. FREUDE U. A.: *Kognitive Ergonomie – Erfassung des mentalen Zustands*. In: Tagungsband zum 60. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, München 2014, S 671-673, ISBN 978-3-936804-17.

## Vorträge

M. BRÜCKNER, R. WISCHNEWSKI: *Новые результаты от HiSCORE / Сибирь WR-установки, планы на ГТС*. Time-Synchronization Workshop, Irkutsk, April 2014.

T. RADÜNTZ: *Towards a Methodology for Neuronal Mental Workload Registration during Execution of Cognitive Tasks*. 12<sup>th</sup> International Conference on Cognitive Neuroscience, Brisbane, Australia, Juli 2014.

T. RADÜNTZ; G. FREUDE: *EEG Spectrum Modulation for Workload Estimation during Working Memory*. International Conference ESCAN 2014 – European Society for Cognitive and Affective Neuroscience, Dortmund, Mai 2014.

T. RADÜNTZ: *Monitoring des mentalen Zustands mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG)*. 60. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, München 2014.

## Wissenschaftliche Kooperationen

- Ain Shams University Cairo
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin-Adlershof und Neustrelitz
- Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY Zeuthen
- ESYS GmbH, Berlin
- GFaI, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin
- greateyes GmbH, Berlin
- IHP, Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)
- iris (infrared & intelligent sensors) GmbH, Berlin
- Lüth & Dümchen Automatisierungsprojekt GmbH, Berlin
- PicoQuant GmbH, Berlin
- Universität Irkutsk, Institut für Physik

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Dr. Beate Meffert

- Mitherausgeberin der Zeitschrift „Das Hochschulwesen“ des Universitätsverlages Webler
- Vorsitzende des Kuratoriums der Stiftung „Konsul Karl und Dr. Gabriele Sandmann“ (KKGS-Stiftung)
- Mitglied der Auswahlkommission für das Berliner Programm zur Förderung der Chancengleichheit für Frauen in Forschung und Lehre
- Vorsitzende der Kommission für Frauenförderung des Akademischen Senats
- Mitglied des Forschungsverbundes Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit (FONAS)

## Dissertationen

BUDER, MAXIMILIAN: *Ein echtzeitfähiges System zur Gewinnung von Tiefeninformation aus Stereobildpaaren für konfigurierbare Hardware*, April 2014.

## Studien- und Diplomarbeiten

SCHÜTZE, GLENN: *Verkehrssimulation von Fahrzeugflotten*, Studienarbeit, Juli 2014.

SCHÜTZE, GLENN: *Simulation von E-Fahrzeugflottenbewegungen*, Diplomarbeit, Oktober 2014.

WERMKE, FELIX: *Studie zur drahtlosen Frequenzsynchronisation zweier Taktgeber unter Verwendung von 60-GHz-Funkmodulen und 1-bit-ADUs*, Studienarbeit, Oktober 2014.

WILDE, BENJAMIN: *Methoden zur Umgebungsanalyse mithilfe der Sensorsignale von Smartphones*, Studienarbeit, September 2014.

Lehr- und Forschungseinheit

## **Didaktik der Informatik / Informatik und Gesellschaft**

<http://ceses.informatik.hu-berlin.de/>

### **Leiter**

PROF. DR. NIELS PINKWART  
Tel.: (030) 2093 3124  
E-Mail: pinkwart@informatik.hu-berlin.de

### **Sekretariat**

EVA SANDIG  
Tel.: (030) 2093 3080  
Fax: (030) 2093 3081  
E-Mail: sandig@informatik.hu-berlin.de

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen**

MADIHA AHMAD, M. PHIL.  
DIPL.-WIRT.-INF. SEBASTIAN GROB  
DR. NGUYEN-THINH LE  
MICHAEL RÜCKER, M.ED.  
SVEN STRICKROTH, M.SC.

### **Stipendiat**

ZHILIN ZHENG, M.ENG.

### **Externe Doktoranden**

DR. MED. FELIX BALZER  
DR. PHIL. STEFAN HÖLTGEN

### **Studentische Mitarbeiter/innen**

ENRICO DRUBBA  
JUSTIN FREYWALD  
RICHARD HERBSTLER  
DANIELA PIRSCHEL  
ALEXANDER PRANG  
JOACHIM SELL  
JENNIFER STIER

Die von Prof. Dr. Niels Pinkwart geleitete Lehr- und Forschungseinheit „Didaktik der Informatik / Informatik und Gesellschaft“ widmet sich einem breiten Spektrum an Themen im Zusammenhang von Informatiksystemen in der zunehmend digitalen Gesellschaft. Dies umfasst Untersuchungen zur benutzer- und nutzergruppengerechten Gestaltung von soziotechnischen Systemen und deren Evaluation ebenso wie Forschung zu computergestützten Lehr- und Lernwerkzeugen und zur Gestaltung von formalen und informellen Bildungsszenarien mit Informatikbezug.

Arbeitsschwerpunkte der Forschungsgruppe liegen derzeit u.a. auf communitybasierten lernunterstützenden Systemen mit Analysen zu Drop-Outs und Empfehlungsverfahren für Lernressourcen und Lerngruppen, auf computerbasierten Systemen zur Unterstützung des selbstgesteuerten Erlernens von Programmierkenntnissen, auf Gestaltungsprinzipien für mobile Lerntechnologien und auf Werkzeugen für Lehrkräfte zur Vorbereitung und Planung von Unterricht. Weitere im Jahr 2014 am Lehrstuhl behandelte Themen umfassen Methoden zur automatischen Fragegenerierung in Lern- und Argumentationssystemen, spezifische fachdidaktische Ansätze zur Gestaltung von Informatikunterricht (z.B. zu den Themen Petrinetze und Datenschutz), computergestützte Curriculumsplanung, Mensch-Computer-Interaktionsprinzipien (z.B. Gesten in virtuellen Welten, hybride Communities) sowie Metaphern von Informatiksystemen und Retrocomputing.

## Lehre

### *Vorlesungen*

- Soziale Medien und Kooperationssysteme (N. PINKWART, SoSe 2014)
- Informatik im Kontext (N. PINKWART, SoSe 2014)
- Mensch-Computer-Interaktion (N. PINKWART, WiSe 2014/2015)
- Einführung in die Fachdidaktik der Informatik (N. PINKWART, WiSe 2014/2015)

### *Seminare und Proseminare*

- Educational Data Mining (S. GROB, N. PINKWART, SoSe 2014)
- Fachdidaktisches Hauptseminar (N.-T. LE, N. PINKWART, SoSe 2014)
- Multimedia in der Schule (N.-T. LE, N. PINKWART, SoSe 2014)
- Schulpraktische Studien – Nachbereitung (N.-T. LE, SoSe 2014)
- Schulpraktische Studien – Vorbereitung (N.-T. LE, SoSe 2014, WiSe 2014/2015)
- Frage- und Problemgenerierung (N.-T. LE, SoSe 2014)
- Ausgewählte Kapitel der Didaktik der Informatik (N.-T. LE, SoSe 2014)
- Geschichte der Verschlüsselung (S. STRICKROTH, SoSe 2014)
- Mobile Learning (M. AHMAD, SoSe 2014)
- Wissenschaftliches Arbeiten (N. PINKWART, WiSe 2014/2015)
- Affective Computing (N.-T. LE, N. PINKWART, WiSe 2014/2015)
- E-Governance (N.-T. LE, WiSe 2014/2015)
- Mensch-Computer-Interaktion und ihre Didaktik (N.-T. LE, WiSe 2014/2015)
- Computergestützte Programmierausbildung (N.-T. LE, WiSe 2014/2015)
- Computerspiele (S. STRICKROTH, WiSe 2014/2015)
- Datenschutz und Datensicherheit (S. STRICKROTH, WiSe 2014/2015)

### *Übungen*

- Einführung in die Fachdidaktik der Informatik (N.-T. LE, WiSe 2014/2015)
- Mensch-Computer-Interaktion (M. AHMAD, WiSe 2014/2015)
- Informatik im Kontext (S. STRICKROTH, SoSe 2014)
- Soziale Medien und Kooperationssysteme (M. AHMAD, SoSe 2014)

- Grundlagen der Programmierung (S. GROß, WiSe 2014/2015)

### **Praktika**

- Schulpraktische Studien –Unterrichtspraktikum (N.-T. LE, SoSe 2014, WiSe 2014/2015)

## **Forschung**

### **Projekt: Lernen von Feedback in intelligenten Tutorensystemen (FIT)**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. NIELS PINKWART

**Zusammenarbeit:** PROF. DR. BARBARA HAMMER, Universität Bielefeld

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Laufzeit:** 12/2011 – 2/2015

Intelligente Tutorensysteme (ITSs) haben in den letzten 20 Jahren bemerkenswerte Fortschritte gemacht. Ein ITS benötigt allerdings üblicherweise exakte Domänenmodelle und pädagogische Modelle, welche die Reaktion eines menschlichen Tutors auf Fehler von Lernenden repräsentieren. Daher sind ITS-Systeme typischerweise auf größere Anwendungskontexte in Domänen beschränkt, bei denen die erforderliche Formalisierung überhaupt möglich ist und sich der erhebliche Aufwand rentiert. In anderen Anwendungsfeldern (so genannten ill-defined domains) sind menschliche Tutoren ITS-Systemen (sofern diese überhaupt existieren) deutlich überlegen. Das Ziel des FIT-Projektes ist es, neue Formen von ITS-Methoden zu entwickeln, die auch in ill-defined domains mit realistischem Entwicklungsaufwand anwendbar sind. Ansatz sind hier autonome maschinelle Lernverfahren, welche aus gegebenen Daten (z.B. Lernerlösungen) Strukturen und Feedback-Möglichkeiten lernen. Hierzu werden Prototypen-basierte Lernverfahren und neue Erweiterungen der Methoden für generelle nicht-Euklidische Strukturdaten so angepasst, dass sie gleichzeitig den Raum der Lernerlösungen strukturieren, geeignete Metriken für Strukturen adaptieren, gegebene Lernerlösungen mit bekannten Daten alignieren und basierend darauf geeignetes Feedback inferieren können. Die Lernverfahren werden für komplett unüberwachte Szenarien und solche mit nur partieller Annotation entwickelt, um den Gegebenheiten von ITSs in ill-defined domains Rechnung zu tragen.

### **Projekt: ProMINTion – ein fachliches und überfachliches Qualifizierungsprogramm zum Thema „Messprozesse und Umgang mit Daten“**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. NIELS PINKWART

**Zusammenarbeit:** 13 Lehrstühle an der HU Berlin, einige internationale Universitäten

**Sprecher:** PROF. DR. ANNETTE UPMEIER ZU BELZEN, PROF. DR. BURKHARD PRIEMER

**Forschungsförderung:** HU Berlin (Exzellenzinitiative)

**Laufzeit:** 11/2014 – 10/2017

Messprozesse und der Umgang mit Daten spielen im alltäglichen Wissenschaftsbetrieb der MINT-Fachwissenschaften sowie in der schulischen und universitären Lehre eine zentrale Rolle. Als Gegenstand fachdidaktischer oder hochschuldidaktischer Forschung, in der zum Beispiel systematisch untersucht wird, welche Vorstellungen bei Lernenden zum Messen und Umgang mit Daten vorliegen, wovon diese abhängen und wie ein angemessenes Verständnis gefördert werden kann, findet das Thema dagegen bisher wenig Beachtung. Im Rahmen von Forschungsarbeiten zum Experimentieren wurde zwar untersucht, wie SchülerInnen oder Studierende das Formulieren von Hypothesen, die Planung von Untersuchungen und die Auswertung von Daten erlernen können. Die Kompetenz,

fachliche Fragestellungen einer Messung zugänglich zu machen, diese durchzuführen, Daten zu erfassen sowie aufzubereiten, zu analysieren und zu interpretieren, stellen vor dem Hintergrund des übergreifenden Ziels von Schule und Hochschule, die Entwicklung von Wissenschaftsverständnis bei Lernenden zu fördern, nach wie vor ein enormes Forschungsdesiderat dar. Die Promovierenden der Graduiertenschule "ProMINTion" werden aus den Studiengängen des Masters of Education der MINT-Fächer rekrutiert. Strukturell eingebunden in das etablierte Humboldt-ProMINT-Kolleg werden sie sowohl fachdidaktisch als auch fachwissenschaftlich betreut. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Ausbildung durchlaufen sie ein fachbezogenes Qualifikationsangebot zum Thema „Messprozesse und Umgang mit Daten“, welches international ausgerichtet und sowohl aus fachwissenschaftlicher als auch aus fachdidaktischer Perspektive durchgeführt wird. Dazu zählt u.a. ein dreimonatiges fachwissenschaftliches Praktikum in einer Adlershofer Forschungseinrichtung. Während in der universitären Ausbildung von MINT-Lehramtsstudierenden kombinierte Lehrveranstaltungen von Fachwissenschaften und Fachdidaktiken durchaus etabliert sind, stellt die systematische Einbindung der Fachwissenschaften in die fachdidaktische Forschung ein Novum dar. Zur Unterstützung der Internationalisierung absolvieren die Promovierenden einen dreimonatigen internationalen Forschungsaufenthalt in einer fachdidaktischen Arbeitsgruppe. Das Programm leistet somit einen Beitrag zur Entwicklung des fachdidaktisch bisher wenig beachteten Forschungsfeldes „Messprozesse und Umgang mit Daten“ und verstärkt die internationale Ausrichtung der mathematisch-naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Es verbindet Fachwissenschaften und Fachdidaktiken über die Lehre hinaus in der Forschung, bindet Einrichtungen in Adlershof in die LehrerInnenbildung ein und stärkt den Standort im Kontext der MINT-Nachwuchsförderung.

### **Projekt: Übungsaufgaben in der Online-Lehre mit WebST**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. NIELS PINKWART

**Zusammenarbeit:** SGM SOLUTIONS & GLOBAL MEDIA GMBH, Berlin

**Forschungsförderung:** Investitionsbank Berlin-Brandenburg

**Laufzeit:** 05/2014 – 10/2014

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Computersystem für die Online-Lehre um die Fähigkeit des Umgangs mit flexibel konfigurierbaren Übungsaufgaben erweitert. Dazu wurde zunächst eine systematische Analyse der Anforderungen an eine solche Systemerweiterung durchgeführt. Dabei wurden die Aufgabenformate, die gegenwärtig in der „normalen“ Lehre (d.h. im face-to-face-Bereich) sowie in der webbasierten Lehre eingesetzt werden, analysiert und nach Themen differenziert dargestellt. Auf Basis dieser Aufstellung wurde dann eine Definition von Anforderungen an ein webbasiertes flexibles Übungssystem erstellt und die Liste von Aufgabenformaten wurde in eine formale, computerlesbare Darstellung überführt. Ziel dabei war es, Übungsaufgaben verschiedener Typen (welche in verschiedenen Fächern Anwendung finden können) über ein gemeinsames Datenformat zu beschreiben. Auf der Basis der formalisierten Beschreibung von Online-Übungsaufgaben wurde dann als letzter Schritt des Projektes eine prototypische Implementierung einiger Aufgabenformate in eine Reihe von Online-Kursen durchgeführt.

### **Veröffentlichungen**

M. S. AHMAD, N. T. LE, N. PINKWART: [Requirements for Supporting School Field Trips with Learning Tools](#). In *Proceedings of 9th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2014)* (pp. 373-378). Springer.

M. S. AHMAD, N. PINKWART (2014): A generalised framework to support field and in-class collaborative learning, *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8 (3/4), 232 -252.

F. BALZER, A. BIETENBECK, C. SPIES, M. DITTMAR, L. LEHMANN, F. SUGIHARTO, O. AHLERS: *How we avoid patient shortage with an integrated analysis of learning objectives and clinical data during development of undergraduate medical curricula*, *Med Teach*. 2014 Sep 4:1-5.

S. GROSS, B. MOKBEL, B. HAMMER, N. PINKWART: [How to Select an Example? A Comparison of Selection Strategies in Example-Based Learning](#). In S. Trausan-Matu, K. E. Boyer, M. and Panourgia K. Crosby, eds., *Lecture Notes in Computer Science (8474) - Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS)* (pp. 340-347). Berlin, Germany, Springer Verlag.

S. GROSS, B. MOKBEL, B. PAASSEN, B. HAMMER, N. PINKWART: [Example-based feedback provision using structured solution spaces](#). *Int. J. of Learning Technology*, 9(3), 248-280.

S. HÖLTGEN (Hg.): *SHIFT - RESTORE - ESCAPE. Retrocomputing und Computerarchäologie*, Winnenden: CSW-Verlag 2014.

S. HÖLTGEN: *All Watched Over By Machines Of Loving Grace. Öffentliche Erinnerungen, demokratische Informationen und restriktive Technologien am Beispiel der „Community Memory“*. In: Ramon Reichert (Hg.): *Big Data. Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie*. Bielefeld: Transcript 2015, S. 385-404.

S. HÖLTGEN: *Sprachregeln und Spielregeln. Von Computerspielen und ihren Programmierfehlern*, In: Christian Huberts & Sebastian Standke (Hgg.): *Zwischen|Welten. Atmosphären in Computerspielen*. Glückstadt: vwh 2015, S. 295-316.

S. HÖLTGEN: *Celluloidmaschinen. Computer im Film*, In: Kay Kirchmann & Jens Ruchatz (Hgg.): *Medienreflexionen im Film. Ein Handbuch*. Bielefeld: Transcript 2014, S: 293-18.

M. KLOFT, F. STIEHLER, Z. ZHENG, N. PINKWART: [Predicting MOOC Dropout over Weeks Using Machine Learning Methods](#), In *Proceedings of the 2014 Empirical Methods in Natural Language Processing Workshop on Modeling Large Scale Social Interaction in Massively Open Online Courses* (pp. 60-65). Qatar, Association for Computational Linguistics.

N. T. LE, K. E. BOYER, B. CHAUDRY, B. DI EUGENIO, S. I. HSIAO, S. SOSNOVSKY., EDs: [Proceedings of the First Workshop on AI-supported Education for Computer Science \(AIEDCS\)](#), Memphis, TN.

N. T. LE, T. KOJIRI, N. PINKWART: *Automatic Question Generation for Educational Applications - The State of Art*, In T. V. Do, H. A. L. Thi, N. T. Ngugen, eds., *Advances in Intelligent Systems and Computing (282) - Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering - Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications (ICCSAMA)* (pp. 325-338). Berlin, Germany, Springer Verlag.

N. T. LE, N. P. NGUYEN, K. SETA, N. PINKWART: *Automatic Question Generation for Supporting Argumentation*, *Vietnam Journal of Computer Science*, 1(2), 117-127.

N. T. LE, N. PINKWART: [Towards a Classification for Programming Exercises](#), In *Proceedings of the 2nd Workshop on AI-supported Education for Computer Science at the 12th International Conference on Intelligent Tutoring, Systems (ITS)*. Honolulu, HI.

N. T. LE., N. PINKWART: *Question Generation Using WordNet*, In Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp. 95-100, Nara, Japan.

M. RÜCKER, N. PINKWART: *Petri Nets in Secondary CS Education*, In WiPSCE '14 - Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 138-139).

S. STRICKROTH, N. PINKWART: *Softwaresupport für die graphische, zeitbasierte Planung von Unterrichtseinheiten*, In S. Trahasch, R. Plötzner, G. Schneider, C. Gayer, D. Sassiati, N. Wöhrle, eds., GI Lecture Notes in Informatics (P-233) - Tagungsband der 12. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI) (pp. extension). Bonn, Germany, GI.

S. STRICKROTH, N. PINKWART: *Engineering Hybrid Learning Communities: The Case of a Regional Parent Community*, Systems, 2(4), 393-424.

S. STRICKROTH, M. STRIEWE, O. MÜLLER, U. PRISS, S. BECKER, O. J. BOTT, N. PINKWART: *Wiederverwendbarkeit von Programmieraufgaben durch Interoperabilität von Programmierlernsystemen*, In S. Trahasch, R. Plötzner, G. Schneider, C. Gayer, D. Sassiati, N. Wöhrle, eds., GI Lecture Notes in Informatics (P-233) - Tagungsband der 12. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI) (pp. 97-108). Bonn, Germany, GI.

S. WITTEK, N. PINKWART: *Entwurf und Evaluation eines Kommunikationskanals für Gesten in kollaborativen virtuellen 3D-Welten*, In A. Butz, M. Koch, J. Schlichter, eds., Mensch & Computer 2014 - Tagungsband. (pp. 75-84). Berlin: De Gruyter Oldenbourg.

Z. ZHENG, N. PINKWART: *A Discrete Particle Swarm Optimization Approach to Compose Heterogeneous Learning Groups*, In N. S. Chen, R. Huang, Kinshuk, D. G. Sampson, J. M. Spector, eds., Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 49-51). Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society Press.

Z. ZHENG, N. PINKWART: *Dynamic Re-Composition of Learning Groups Using PSO-Based Algorithms*, In J. Stamper, Z. Pardos, M. Mavrikis, B. M. McLaren, eds., Proceedings of the 7th International Conference on Educational Data Mining (EDM) (pp. 357-358). London, United Kingdom.

## Vorträge

S. HÖLTGEN: *Phantome im Netz – Militär und Hacker im Kalten Krieg der Protokolle*. Tagung „Medien - Krieg - Raum“ am Institut für Theater- und Medienwissenschaft der Universität Erlangen-Nürnberg, Juli 2014.

S. HÖLTGEN: *How To Do Things With Keys. Programming (Assembly) As a (Kind of) Gesture*. Workshop „MEDIA PERFORMANCE 4 / GESTURE“, Brno, Tschechien, November 2014.

N. T. LE: *Question generation using WordNet*. TU Graz, Österreich, September 2014.

N. PINKWART: *Lernen in der digitalen Gesellschaft*. Impulsvortrag, Lehrerfortbildung des Landes Berlin, Friedrich-Ebert-Oberschule, Berlin, Oktober 2014.

N. PINKWART: *Learning Analytics – aktuelle Entwicklungen im datengetriebenen eLearning*. Campus Innovation, Hamburg, November 2014.

N. PINKWART: *Lernen und Lehren mit digitalen Medien*. Studientag des Rückert-Gymnasiums, Berlin, November 2014.

N. PINKWART: *Educational Data Mining und Learning Analytics – datengetriebene Ansätze für technologiegestütztes Lernen*. Berliner Bibliothekswissenschaftliches Kolloquium, Dezember 2014.

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Dr. Niels Pinkwart

- Editorial Board Member, IJAIED (International Journal of Artificial Intelligence in Education)
- Senior PC Member, ITS (International Conference on Intelligent Tutoring Systems)
- PC Member, ACIIDS (Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems)
- PC Member, CRIWG (Conference on Collaboration and Technology)
- PC Member, CICT (First Annual Global Online Conference), Section on Computers and Education
- PC Member, CSEDU (International Conference on Computer Supported Education)
- PC Member, DELFI (e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik)
- PC Member, EC-TEL (European Conference on Technology Enhanced Learning)
- PC Member, FLAIRS (Annual Conference of the Florida Artificial Intelligence Research Society), Special Track on Intelligent Tutoring Systems
- PC Member, ICALT (International Conference on Advanced Learning Technologies), Track on Computer Supported Collaborative Learning
- PC Member, ICEduTECH (International Conference on Educational Technologies)
- PC Member, Mensch & Computer
- PC Member, MKWI (Multikonferenz Wirtschaftsinformatik), Teilkonferenz Kooperationsysteme
- PC Member, SoICT (ACM International Symposium on Information and Communication Technology)
- PC Member, T4E (IEEE International Conference on Technology for Education)
- PC Member, Workshop on Graphs at EDM (International Conference on Educational Data mining)
- PC Member, Workshop on AI-supported Education for Computer Science at ICCE (International Conference on Computers in Education)
- PC Member, Workshop on AI-supported Education for Computer Science at ITS (International Conference on Intelligent Tutoring Systems)
- Mitglied des Leitungsgremiums der Fachgruppe CSCW & Social Computing der Gesellschaft für Informatik
- Mitglied des Leitungsgremiums der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik
- Sprecher des Arbeitskreises Learning Analytics innerhalb der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik
- Gastmitgliedschaft im Beirat Aus- und Weiterbildung der Gesellschaft für Informatik
- Mitglied im Scientific Advisory Board des Projektes „Service Tender for the Reformulation of courses to be delivered through Blended Learning“ (SGM Solutions & Global Media GmbH)

**Dr. Nguyen-Thinh Le**

- PC Chair, Workshop on AI-supported Education for Computer Science
- PC Member, [SoICT](#) (International Symposium on Information and Communication Technology)
- PC Member, ICCE (International Conference on Computers in Education)
- PC Member, FLAIRS (Annual Conference of the Florida Artificial Intelligence Research Society)
- PC Member, ICCSAMA (International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications)
- PC Member, Workshop on Problems/Questions in Technology-Enhanced Learning
- PC Member, ITS (International Conference on Intelligent Tutoring Systems)
- PC Member, Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems

**Dr. Stefan Höltgen**

- 2.-5.10.2014: "Vintage Computing Festival Berlin 2014" (#0) im Pergamon-Palais, Georgenstraße 47, Berlin-Mitte. Eine Ausstellung operativer historischer Computer und Peripherie mit Vorträgen, Workshops und Kulturprogramm. In Zusammenarbeit mit dem Hackerspace „Abteilung für Redundanz-Abteilung“ (AFRA).

**Abschlussarbeiten**

D. PIRSCHEL: Erfolgsfaktoren von Public-Domain-Marktplätzen für Unterrichtsmaterialien (Bachelorarbeit, 1/2014)

N. MÄHLER: Kann man aus dem Erfolg und der Beliebtheit von Apps für Smartphones auf deren Usability, Utility, Accessibility und Attraktivität schließen? (Diplomarbeit, 3/2014)

I. KUCKUCK: Cybermobbing – Ein Unterrichtsprojekt für die Jahrgangsstufe 8 (Masterarbeit, 6/2014)

R. WITTE: Ein intelligentes Tutorium für Petri-Netze (Masterarbeit, 11/2014)

Lehr- und Forschungseinheit

## **Systemarchitektur (SAR)**

<http://sar.informatik.hu-berlin.de>

### **Leiter**

PROF. DR. JENS-PETER REDLICH  
E-Mail: jpr@informatik.hu-berlin.de

### **Sekretariat**

SILVIA SCHOCH  
Tel.: (030) 2093 3400  
Fax: (030) 2093 3112  
E-Mail: schochsi@informatik.hu-berlin.de

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter**

DR. WOLF MÜLLER  
DIPL.-INF. ROBERT SOMBRUTZKI

### **Technischer Mitarbeiter**

DIPL.-ING. WOLFGANG GANDRE

### **Rechnerbetriebsgruppe**

DIPL.-ING. (FH) GABRIELE BÄRWOLFF  
DR. JAN-PETER BELL  
DIPL. CHEM. BIRGIT SCHIEFNER  
FRANK WOZOBULE

### **Tutoren**

FABIAN KACZMARCZYCK  
EVGENI KIEVMAN  
FRANK LANGE  
ERIK NELLESSEN  
PAUL WILHELM

Der Lehrstuhl Systemarchitektur befasst sich im weitesten Sinne mit Betriebssystemen, Middleware-Plattformen und drahtlosen Kommunikationsnetzen, sowie mit Sicherheitsfragen in diesen Bereichen. Bei den Betriebssystemen interessieren besonders kleine (embedded) und besonders große (Grid/Cloud) Systeme. Bei der drahtlosen Kommunikation liegt der Schwerpunkt auf selbst-organisierenden Ad-Hoc Netzwerken die im unlizenzier-ten Frequenzspektrum arbeiten. Beim Schwerpunkt Sicherheit liegt der Fokus auf dem Entwickeln und Analysieren von Lösungen zum elektronischen Identitätsmanagement, insbesondere im Zusammenhang mit dem neuen elektronischen Personalausweis (nPA).

Im Rahmen dieses breiten Interessengebietes und in Kooperation mit Industriepartnern (z.B. Google, NEC, Deutsche Telekom, Bundesdruckerei) werden am Lehrstuhl vertiefende Projekte durchgeführt. Derzeitige Schwerpunkte sind drahtlose ad-hoc Maschennetze für den Einsatz zur Frühwarnung vor Naturkatastrophen, wie beispielsweise Erdbeben. Die besonderen Anforderungen entstehen dabei durch die enorme Größe derartiger Systeme (Skalierbarkeit), Forderungen nach extrem schneller Informationsweiterleitung im Ereignisfall, und durch den Umstand, dass diese Systeme adhoc ohne zentrale Koordinationsstelle entstehen, wodurch eine Reihe bisher ungelöster Sicherheitsprobleme auftreten.

## Lehre

### Sommersemester 2014

- Moderne Betriebssysteme – Vorlesung
- Middleware Plattformen – Vorlesung
- IT-Sicherheit Grundlagen – Vorlesung
- Unix – Werkzeuge und Systemschnittstelle – Vorlesung
- Hot Topics – Seminar
- QT - Biologisch inspirierte Maschennetzwerke

### Wintersemester 2014/2015

- Betriebssysteme 2 – Vorlesung
- IT-Sicherheit Grundlagen – Vorlesung
- Unix Crash Course – Vorlesung
- Unix – Systemadministration und Sicherheit – Vorlesung
- IT-security– Workshop / Blockseminar
- Elektronische Identitäten – Seminar
- Hot Topics – Seminar

### Projekt: BeID-lab - Weiterentwicklung des eIDClientCore (eIDCC)

**Ansprechpartner:** WOLF MÜLLER, ERIK NELLESSEN, PAUL WILHELM

Die von der Bundesdruckerei veröffentlichte Open-Source Software „eIDClientCore“ zur Nutzung der Online-Ausweisfunktionen des neuen Personalausweises wird in Zusammenarbeit mit der Innovationsabteilung der Bundesdruckerei im Rahmen dieses Projektes weiterentwickelt.



Der „eIDClientCore“ ist eine offene Basis-Implementierung zur Bereitstellung der sogenannten eID-Funktionalität hoheitlicher Dokumente wie dem neuen Personalausweis (nPA) oder dem elektronischen Aufenthaltstitel (eAT), das heißt, es wird der elektronische Identitätsnachweis mit diesen Dokumenten entsprechend der technischen Richtlinie TR-03110 des BSI ermöglicht.

Der „eIDClientCore“ wurde so entworfen, dass er auf verschiedensten Systemen, wie PCs, Fahrkartenautomaten, Tablets oder Smartphones verwendet werden kann. Ziel dieser Entwicklung ist es, die Anwendbarkeit der eID-Funktionen in vielfältigen Einsatzszenarien aufzuzeigen. Mit der Offenlegung des Quelltextes sollen das Vertrauen und die Akzeptanz in Anwendungen des neuen Personalausweises vergrößert werden. Weiterhin erhalten IT-Experten dadurch die nötigen Instrumente, um selbst neue Nutzungskonzepte entwickeln zu können.

Für den „eIDClientCore“ haben wir Anwendungsfälle für verschiedene Selbstauskunftsdienste implementiert. Selbstauskunftsdienste lesen auf dem neuen Personalausweis (nPA) gespeicherte Datengruppen aus und zeigen sie dem Nutzer an. Sie bauen über das Internet und mit Hilfe des „eIDClientCore“ eine sichere Verbindung zum nPA auf (*Abbildung 1*). Damit ist es dann möglich, sich die Daten des eigenen Personalausweises mit Hilfe des „eIDClientCore“ über die Anbieter Selbstauskunft Würzburg und Selbstauskunft AutentApp ausgeben zu lassen.

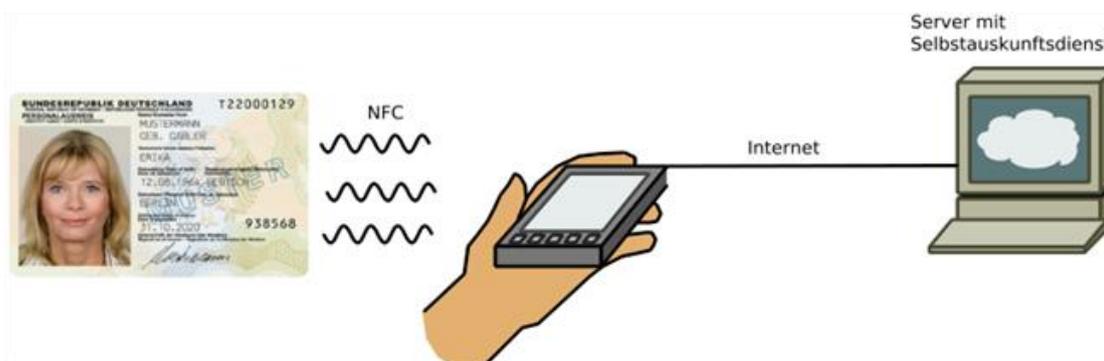


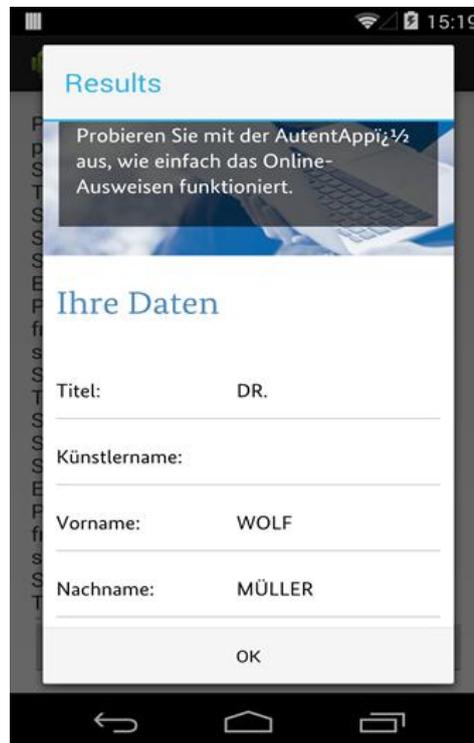
Abbildung 1: Selbstauskunft mit Hilfe einer eID-Anwendung des neuen Personalausweises.

Wir bieten drei verschiedene Schnittstellen an, um neue Anwendungsfälle auszuprobieren. Im ersten Schritt haben wir den Anwendungsfall komplett konsolenbasiert implementiert. Wir bieten also ein Interface an, das auch von Systemen ohne grafische Oberfläche genutzt werden kann, z. B. eingebetteten Systemen. Anschließend sind wir dazu übergegangen, eine grafische Oberfläche für PC-Systeme zu implementieren. Parallel dazu haben wir eine Android-App entwickelt, die mit Hilfe des „eIDClientCore“ eine Selbstauskunft auf einem Android-Smartphone durchführt.

Die Android-App dient als Demo-Applikation für den nPA und befähigt Besitzer des nPA, die elektronischen Funktionen des nPA auszuprobieren. Der Vorteil an der App gegenüber der PC-Lösung ist, dass der Nutzer sich keinen Kartenleser kaufen und nur eine App installieren muss. Ein geeignetes Android-Smartphone kommuniziert dann über seine NFC-Schnittstelle mit dem nPA und über das Internet (WLAN, UMTS oder LTE) mit dem Selbstauskunft-Server. Das Smartphone stellt mit unserer Software gleichzeitig die Funktion der sonst an dem PC verwendeten Komponenten: Smartcard-Leser, AusweisApp und Browser bereit.

Bisher ist es in Android nur eingeschränkt möglich, mit dem nPA zu kommunizieren. Insbesondere unterstützen nicht alle Smartphones die zur Kommunikation mit dem elektronischen Personalausweis erforderlichen „extended length“ APDUs. Weiterhin sind Modifikationen im Kern des Betriebssystems nötig, um diese (extended length) APDUs auch der Anwendung zugänglich zu machen. Uns gelang es, auf Basis eines Nexus 5 mit einem modifizierten Android in der Version „Kitkat“, die Selbstauskunft erfolgreich und stabil

durchführen. Wir hoffen, dass die von uns vorgeschlagene Modifikation des Android-Betriebssystems in folgende Android-Versionen übernommen wird, so dass nutzerseitige Anpassungen dann nicht mehr erforderlich sein werden, um unsere App „eIDCCAusweisApp2“ zu verwenden (*Abbildung 2*).



*Abbildung 2: eIDCCAusweisApp: Anzeige der ausgelesenen Datengruppen.*

Unser Ziel ist es, die elektronischen Funktionen des nPA so einfach wie möglich zugänglich zu machen. Wir planen, die App über den freien und kostenlosen Appstore F-Droid zu veröffentlichen, um interessierten Nutzern eine komfortable Möglichkeit zu bieten, sie zu installieren und die elektronischen Funktionen des nPA auszuprobieren. Unter <https://github.com/BeIDlab/eIDClientCore/tree/master/eIDClientCore/android/eIDCCAusweisApp2> wird der aktuelle Entwicklungsstand zur Verfügung gestellt.

Um auch auf PC-Systemen die Benutzerfreundlichkeit des „eIDClientCore“ zu verbessern, haben wir begonnen, eine grafische Benutzeroberfläche zu entwickeln. Für die Umsetzung haben wir die weit verbreitete C++ Programmbibliothek Qt gewählt, um eine plattformübergreifende Nutzbarkeit auf Apple-, Linux- und Windows-Betriebssystemen zu ermöglichen.

Mithilfe der Benutzeroberfläche soll es dem Anwender möglich sein, die PIN seines Ausweises zu aktivieren oder zu ändern und ausgewählte Selbstauskunftsdienste zu benutzen (*Abbildung 3*).

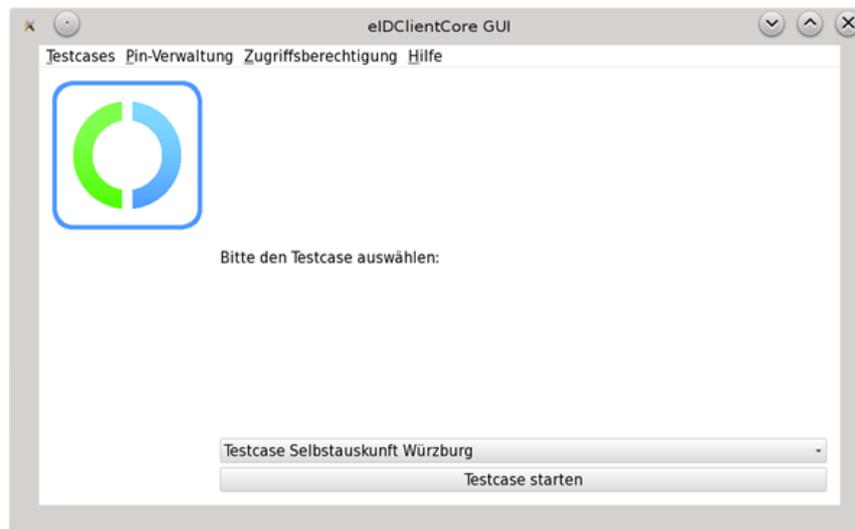


Abbildung 3: eiDClientCore-GUI: Der Startbildschirm ermöglicht die Auswahl der PIN-Verwaltung oder des gewünschten Testdienstes.

Bei der Nutzung des Auskunftsdienstes ermöglichen wir dem Anwender, entsprechend der Spezifikationen des BSI in der technischen Richtlinie TR-03124-1, die abgefragten Datenfelder zu überprüfen und optionale Datenfelder abzuwählen (Abbildung 4).

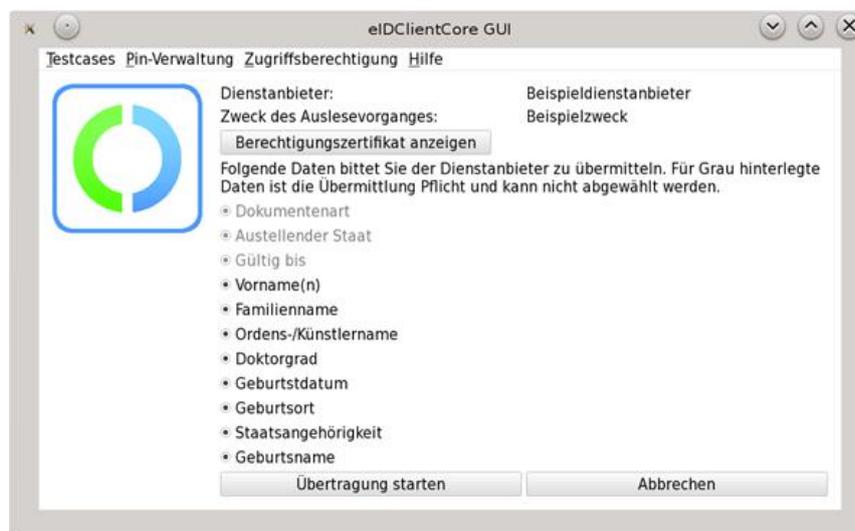


Abbildung 4: eiDClientCore-GUI: Eingrenzung der auszulesenden Datengruppen.

Anschließend werden die Daten auf dem nPA ausgelesen und dem Nutzer angezeigt.

## Projekt: Mobile elektronische Identitäten (meID)

**Ansprechpartner:** HERA KHAN, WOLF MÜLLER, ERIK NELLESSEN, KAI WARNCKE, OLE RICHTER

In wachsendem Maße erfolgt die Nutzung von Internet-Diensten heute über mobile Geräte. Das stellt neue Herausforderungen an die Umsetzung von Geschäftsprozessen, da sich der Nutzer in wechselnden Einsatzumgebungen bewegt und oft mit mehreren Diensten nebeneinander agiert. Zunehmend sollen mobile Dienste auch nur einmalig oder adhoc genutzt werden, ohne dass bereits eine Historie zwischen einem Dienst und dessen Nutzer besteht.

Wie kann in diesem sehr dynamischen Umfeld Vertrauen zwischen den beteiligten Entitäten etabliert werden? Hier kann der sichere Nachweis vertrauenswürdiger Identitäten, vermittelt über ein mobiles Gerät, ein wichtiger Lösungs-Baustein sein.

Der Beweis einer elektronischen Identität kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein „Issuer“ Identitätsinformationen kryptografisch bestätigt. Dabei kann der Identitätsnachweisende „Prover“ bestimmen, welche Teile der Information er dem Dienst „Verifier“ so bereitstellen möchte, dass dieser deren Frische und Authentizität sicher prüfen kann (Abbildung 5).



Abbildung 5: Entitäten beim Nachweis elektronischer Identitäten.

In diesem Projekt haben wir uns insbesondere damit beschäftigt, inwieweit ein aktuelles Smartphone zur Bereitstellung, Prüfung und Nutzung von elektronischen Identitäten genutzt werden kann. Im Fokus steht hierbei die NFC-Schnittstelle, die eine Kommunikation gemäß ISO-14443 im Leser-Modus und im Smartcard-Emulations-Modus ermöglicht.

Gleichzeitig ergeben sich neue Möglichkeiten für Angriffe: Smartphones mit NFC-Schnittstelle sind inzwischen preisgünstig verfügbar. Mit zwei solchen Telefonen lässt sich eine Weiterleitung zwischen einer kontaktlosen Smartcard (Tag) und einem entfernten RFID-Leser etablieren (Abbildung 6). Es zeigt sich, dass sich Tag und Leser in einem RFID-System keinesfalls in unmittelbarer Nähe zueinander befinden müssen, um miteinander zu kommunizieren. RFID-Systeme, die sich ausschließlich auf diese Annahme verlassen, sind gefährdet durch Weiterleitungsangriffe kompromittiert zu werden (siehe „ISO/IEC-14443-4 Weiterleitung über Android-Smartphones“ von Kai Warncke).

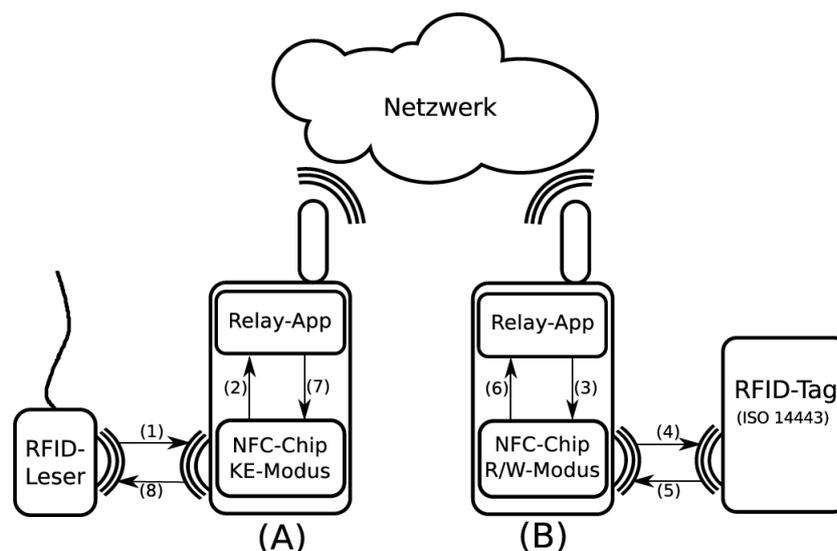


Abbildung 6: (A) und (B) stellen jeweils eine lokale NFC-Verbindung zu Tag bzw. Leser her. Über eine Netzwerkverbindung zwischen (A) und (B) werden dann APDUs weitergeleitet.

Weiterhin gibt es die Möglichkeit, Infrastruktur, die traditionell mit Smartcards benutzt wird, auch für Smartphones zu erschließen. Beispielsweise kann man mit einem Smartphone, das über eine NFC Schnittstelle verfügt, im Programm Thunderbird E-Mails signieren und verschlüsseln, obwohl dies eigentlich (nur) für Smartcards vorgesehen ist (Abbildung 7).



Abbildung 7: Das Smartphone auf dem Kartenleser emuliert eine Smartcard.

Eine Eigenschaft, die aus dem Anwendungsfall mit einer richtigen Smartcard übernommen werden konnte, ist, dass der Schlüssel auf dem Smartphone erzeugt wird und dieses auch nicht verlässt (siehe „Host-based Card Emulation einer PKCS15-kompatiblen Smartcard“ von Erik Nellessen).

Weiterhin haben wir untersucht, inwieweit ein Smartphone helfen kann, die Benutzung des neuen Personalausweises an potenziell nicht vertrauenswürdigen Terminals transpa-

renter zu gestalten. Der neue Personalausweis ist eine kontaktlose Smartcard, die mit modernen Kryptoverfahren einen sicheren elektronischen Identitätsnachweis gegenüber einem legitimen Dienstanbieter gestattet. Nutzt man einen Kartenleser mit dem vertrauenswürdigen Display, kann mit diesem sehr genau geprüft werden, wer (welcher Dienstanbieter) welche Datengruppen oder Funktionen der eID-Anwendung nutzen möchte.

Bei einem fremden Terminal (Automat, Kiosk) ist das Anzeigegerät dagegen nicht zwingend vertrauenswürdig. Der nPA selbst hat kein Display, kann also nicht Auskunft über die vom Terminal beabsichtigte Transaktion geben. Eine Möglichkeit, hier die Transparenz für den Nutzer zu erhöhen, ist es, mit einem Android-Smartphone im Kartenemulationsmodus einen nPA auf der ISO-14443 Schicht zu emulieren und dem Nutzer anzuzeigen, welche Datengruppen das Terminal in diesem Durchlauf abfragen würde. Weiterhin könnte mit einem geeigneten NFC-Smartphone auch nach der Terminalauthentisierung, die Bestandteil der EAC in Version 2 für den neuen Personalausweis ist, die Frage, wer in diesem Durchlauf Daten abfragt, zuverlässig dem Nutzer angezeigt werden (siehe *„Prüfung von öffentlichen eID-Terminals mit einem Android-Smartphone“* von Ole Richter).

Im System rund um den neuen Personalausweis ist auch die Zurücknahme („Revocation“) von Berechtigungen für Terminals oder Dienstanbieter vorgesehen. Die ausgestellten Berechtigungen sind in der Regel nur wenige Tage gültig und müssen vom Dienstanbieter rechtzeitig erneuert werden. Wird der nPA am eigenen PC genutzt, so kontrolliert dort bereits die Software, z. B. AusweisApp2, ob die vom Dienstanbieter vorgelegten Berechtigungszertifikate aktuell sind. Damit ist in diesem Szenario ein Rückruf von Berechtigungen effektiv möglich.

Wird der Ausweis hingegen an einem fremden Terminal verwendet, so erfolgt die Prüfung der Aktualität der Berechtigungszertifikate lediglich auf dem Ausweis zuverlässig. Jedoch ist zu beachten, dass der nPA keine eigene Stromversorgung oder Batterie hat: Der nPA bezieht seine Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Smartcard-Lesers. Deshalb bleibt notgedrungen für einen nPA die Zeit stehen, wenn und solange er nicht benutzt wird. Der nPA hat damit keine aktuelle Zeit, sondern lediglich eine untere Schranke, die sich aus dem Gültigkeitszeitraum der zuletzt gesehenen hoheitlichen (Berechtigungs-) Zertifikate ergibt.

Bevor ein Nutzer ein fremdes Terminal benutzt, wäre es wünschenswert, vorher diese untere Schranke zu aktualisieren, also ein „Zeitupdate“ auf dem nPA durchzuführen. Mit Hilfe eines geeigneten NFC-Smartphones kann dies an jedem Ort mit Netzabdeckung (UMTS, LTE oder WLAN) ausgeführt werden. Dazu muss lediglich eine gültige und aktuelle Kette zu einem hoheitlichen CV-Zertifikat in den nPA eingespielt werden. Es ist ausreichend, die Zertifikate – also öffentliches Schlüsselmaterial – zu verwenden, die zugehörigen privaten Schlüssel sind dazu nicht erforderlich. Weiterhin wird als Geheimnis für das PACE-Protokoll die CAN („Card Access Number“) verwendet.

Praktisch wird ein „Zeitupdate“ dadurch umgesetzt, dass eine Android-App einen Dienstanbieter emuliert, der im Rahmen der Terminalauthentisierung die gewünschte Zertifikatskette an den nPA zur Validierung übergibt. Natürlich kann die Terminalauthentisierung nicht komplett durchgeführt werden, da diese App ja nicht über den zugehörigen privaten Schlüssel verfügt. Jedoch ist das eigentliche Ziel, das Zeitupdate durchzuführen, bis dahin schon erreicht (siehe *„Zeitaktualisierung des nPA mit einer Android-App“*, Hera Khan).

## **Projekt: Googles Zwei-Faktor-Authentifizierung U2F - Unterstützung durch den nPA bei Verlust des U2F Tokens**

**Ansprechpartner:** SAMRA KHAN, WOLF MÜLLER

Eine wachsende Anzahl von Internet-Diensten erfordert vor deren Nutzung das Anlegen eines Nutzerkontos. Häufig erfolgt danach die Authentifizierung des Nutzers über ein Passwort – für den jeweiligen Dienst. Dies ist aus mehreren Gründen problematisch. Rechner werden leistungsfähiger und Angreifer können immer effizienter Passworte ausprobieren. Passworte können abgehört und vom Angreifer wiederverwendet werden. Verwenden wir bei Dienst X das gleiche Passwort wie bei Dienst Y, so bedroht ein Angriff auf X auch gleich Y. Oder der Betreiber von X könnte das Passwort für eine Authentifizierung durch Y nutzen.

Ein Nutzer sollte sich also immer mehr (für jeden Dienst eins), immer längere (starke) und vor allem verschiedene Passworte merken.

U2F (Universal 2nd Factor) ist eine von Google gestartete Initiative. Die Idee ist, dass Internetnutzer USB-Token auf Webseiten zusätzlich zu einem Passwort registrieren können und durch diese Zwei-Faktor-Authentifizierung ein starker Identitätsnachweis, der auf zwei Komponenten basiert, ermöglicht wird. Im U2F-Protokoll wird das Wissen des Nutzers (z. B. ein vierstelliges Passwort bestehend aus Ziffern, ähnlich einer PIN) mit dem Besitz (eines USB-Tokens) für eine Zwei-Faktor-Authentifizierung kombiniert. Wenn der Nutzer ein Token für eine Webseite registriert, wird ein Schlüsselpaar für diese Webseite und diesen Account erzeugt. Das Schlüsselpaar wird später zur Authentifizierung des Nutzers verwendet. Der private Schlüssel verbleibt auf dem U2F-Token. Das U2F-Konzept ermöglicht eine komplett pseudonyme Anmeldung bei einem Internet-Dienst, was bedeutet, dass es möglich ist, völlig ohne personengebundene Daten einen Account zu eröffnen, ein U2F-Token daran zu binden und dieses schließlich für zukünftige Authentifizierungen zu nutzen.

Ohne das Vorhandensein des Tokens (1) oder ohne Kenntnis der PIN (2) kann der Nutzer also keine Zwei-Faktor-Authentifizierung für den jeweiligen Dienst durchführen.

Dieses Projekt adressiert den Fall, dass der Nutzer sein Token verliert oder ein zweites Token an einen seiner Accounts binden möchte. In dem Fall soll der Nutzer die Möglichkeit haben, ein neues Token möglichst bequem auf allen Webseiten zu registrieren, für die das alte Token registriert war. Die von uns vorgeschlagene Lösung (*Abbildung 8*) nutzt die für jeden Bürger in Deutschland verfügbare eID-Funktion des neuen Personalausweises als Rücksetzmerkmal für U2F-basierte Dienste. Dabei gelingt es, durch entsprechendes Design, den (Rücksetzmerkmal-)Dienstanbieter so zu konstruieren, dass dieser für verschiedenen Nutzer und verschiedene Internet-Dienste gemeinsam verwendet werden kann. Durch die Verwendung der „restricted Identification“ des neuen Personalausweises in Kombination mit einer geeigneten Aufteilung der für den Rücksetzprozess nötigen Geheimnisse, gelingt es trotz eines gemeinsam verwendeten (Rücksetzmerkmal-) Dienstanbieters, die Pseudonymität des Nutzers zu bewahren (siehe „*Rücksetzen eines U2F-Accounts mit dem nPA*“ von Samra Khan).

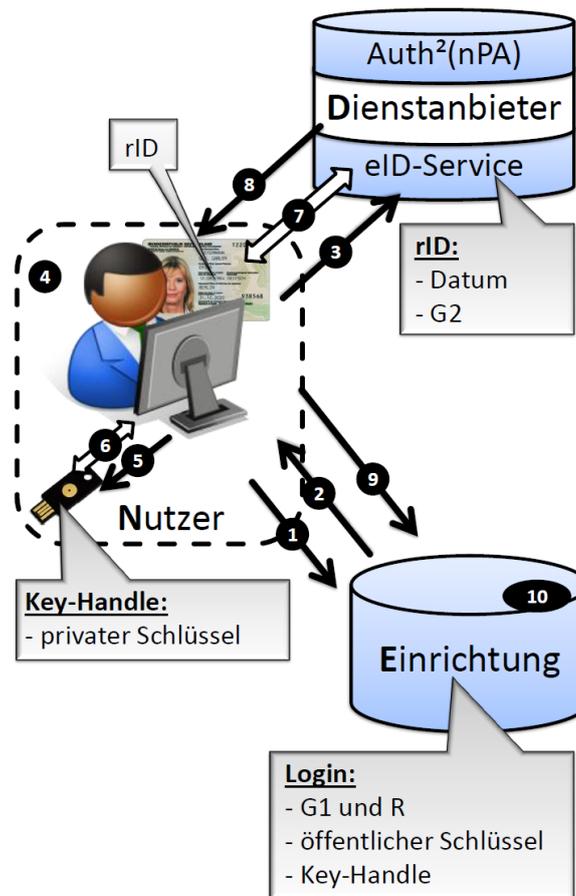


Abbildung 8: Kommunikation beim Zurücksetzen eines U2F-Tokens mit dem nPA.

## Projekt: Humboldt Wireless Lab (HWL) Testbed

**Zusammenarbeit:** Graduiertenkolleg METRIK

**Ansprechpartner:** ROBERT SOMBRUTZKI, FRANK LANGE, ROBERT DÖRING

Das Humboldt Wireless-Lab (HWL, [hwl.hu-berlin.de](http://hwl.hu-berlin.de)) ist ein drahtloses selbstorganisierendes Indoor- sowie Outdoor Maschennetz. Es besteht aus drahtlos kommunizierenden Routern, basierend auf dem IEEE 802.11b/g/a/n-Standard. Das Netzwerk wird von der Humboldt-Universität und ihren Partnern für die Forschung entwickelt. Das HWL ist sowohl ein Maschennetz als auch ein Sensornetz. Es wird u.a. zur Untersuchung von Netzwerkprotokollen (z.B. Routingprotokollen) verwendet.

Es wurden u.a. verschiedene Verfahren für die Festlegung der Sendeleistung untersucht. Zum einen beeinflusst die Sendeleistung die Signalstärke beim Empfänger und somit die Reichweite bzw. die mögliche Datenrate. Zum anderen führt eine hohe Sendeleistung aber auch zu Interferenzen, d.h. andere Übertragungen können gestört werden. Eine Reduzierung der Sendeleistung verringert diese Störungen und kann die Anzahl möglicher paralleler Übertragungen im Netzwerk erhöhen und somit den Gesamtdurchsatz steigern. Dies kann bei verschiedenen Routingprotokollen, wie z.B. Flooding (Fluten des Netzwerkes), genutzt werden.

Ein weiteres Ziel ist es, das Testbed auch für Studenten leichter nutzbar zu machen und ihnen einen schnellen Einstieg in die Evaluierung von drahtlosen Protokollen zu ermöglichen. Dazu wurde ein Web-basiertes Werkzeug entwickelt, über das die Knoten im

Testbed konfiguriert und Messungen durchgeführt werden können. Bei der Konfiguration ist es u.a. möglich, den Kanal und die Sendeleistung für jeden Knoten zu wählen.

Ein weiteres Werkzeug ermöglicht das einfache Durchführen von Simulationen und Messungen im Testbed mit verschiedenen Parametern. Dies wird z.B. bei der Evaluierung von Routingprotokollen benötigt, wo Parameter wie zu verwendende Linkmetrik, maximales Alter und minimale Gesamtmeterik von Routen zu wählen sind. Für die einzelnen Parameter können Wertebereiche angegeben werden, und die Software testet automatisch mehrere Parameterkombinationen im Simulator bzw. im Testbed durch. Die Software ermöglicht es dabei, Einschränkungen anzugeben, um einzelne, nicht zu untersuchende Kombinationen von Parametern auszuschließen. Die Ergebnisse, wie z.B. Latenz und Durchsatz von TCP-Verbindungen im Netzwerk werden für jede Parameterkombination erfasst. Die Ergebnisse aller Simulationen bzw. Messungen im Testbed werden zusammengefasst und können mit weiteren Werkzeugen (z.B. Matlab) ausgewertet werden.

### **Projekt: Unicast-basiertes Flooding für drahtlose Maschen Netzwerke**

**Ansprechpartner:** ROBERT SOMBRUTZKI, ROBERT DÖRING

Flooding ist in drahtlosen Netzwerken eines der wichtigsten Protokolle. Es bildet die Grundlage für viele andere Protokolle wie Routenfindung beim Dynamic Source Routing (DSR) und Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) oder aber auch für das Address Resolution Protokoll (ARP).

Die Knoten in realen drahtlosen Maschennetzwerken sind nicht gleichmäßig verteilt. Die Netze können an einigen Stellen eine hohe Knotendichte haben und an anderen eine geringe. An Stellen mit hoher Dichte wird durch ein einfaches Flooding-Verfahren eine zu hohe Redundanz erzeugt und es kommt dadurch vermehrt zu Kollisionen und Paketverlusten. Man spricht dabei auch vom „Broadcast-Storm-Problem“. Auf der anderen Seite treten Paketverluste auch die Kanalfading und Interferenz mit anderen drahtlosen Geräten auf und so ist die Redundanz in dünnen Teilnetzen häufig nicht ausreichend.

Das vorgeschlagene Flooding-Verfahren versucht mit Hilfe lokaler Information (3-Hop-Nachbarschaft), adaptiv ein geeignetes Maß an Redundanz zu bestimmen. So wird bei Netzen mit hoher Dichte die Menge an Übertragungen reduziert und in dünnen Netzen der Erfolg der Übertragung sichergestellt. Eine Besonderheit des entwickelten Ansatzes ist die Verwendung von Unicast. Der Sender erhält dabei im Gegensatz zum Broadcast vom Empfänger eine Bestätigung für erfolgreich übertragende Pakete.

Ein großer Vorteil von Unicast-Übertragungen ist die Absicherung von Brücken, d.h. Verbindungen zwischen 2 Knoten, welche zwei Teilnetze verbinden. Um Brücken zu erkennen wurde das DIBADAWN-Protokoll im Click-Framework implementiert.

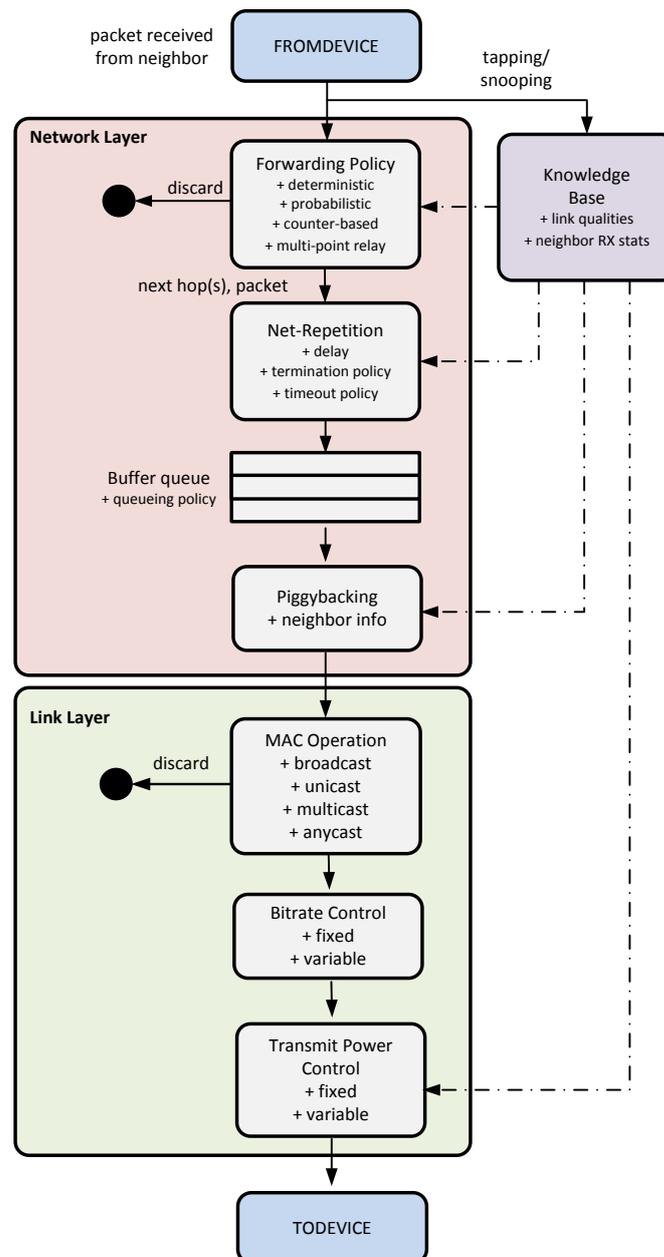


Abbildung 9: Framework zur Evaluierung von verschiedenen Flooding-Verfahrenen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Flooding ist das Scheduling, d.h. die Festlegung des Sendezeitpunktes für ein zu übertragendes Datenpaket. Es wurde ein verteiltes Verfahren entwickelt. Die Knoten in einem Netzwerk bestimmen dazu, welcher Nachbarknoten ebenfalls das Paket hat um es weiterzuleiten. Zusätzlich wird für jeden Knoten ein „Gewinn“ ermittelt, d.h. wie viele Knoten das Paket noch nicht haben und es bei einer vermeintlichen Übertragung empfangen könnten. Anhand der sortierten „Gewinne“ wird die Priorität der Knoten festgelegt. Dies geschieht lokal, d.h. jeder Knoten Bestimmt seinen Gewinn und den seiner Nachbarn und entscheidet dann, an welcher Stelle er senden darf. Da dadurch eine Reihenfolge festgelegt ist, wird die Anzahl der gleichzeitigen Übertragungen durch Nachbarknoten gesenkt und somit das Broadcast-Storm-Problem reduziert.

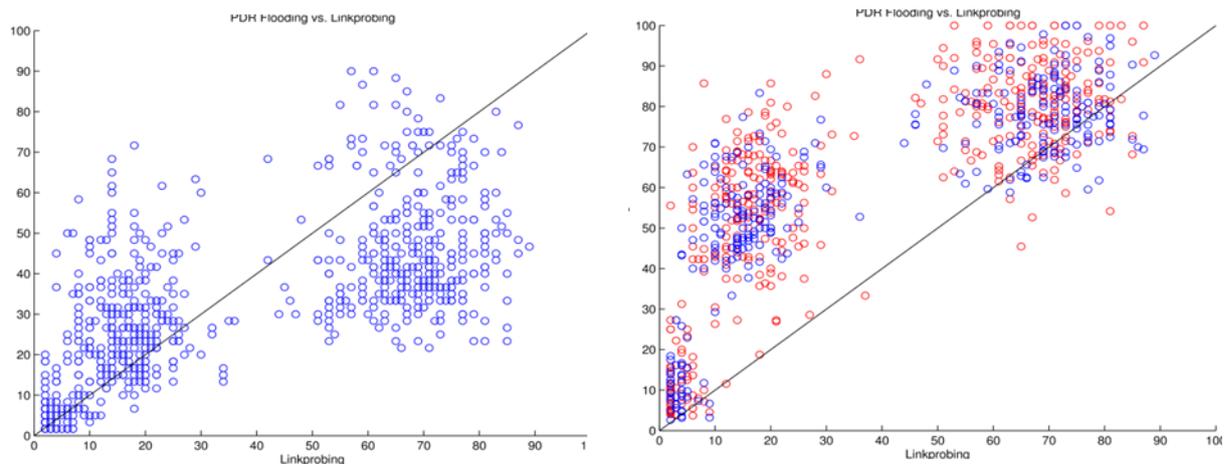


Abbildung 10: Vergleich von Paketverlusten beim Flooding und Linkproben: Einfaches Flooding (links) und neues Schedulingverfahren (rechts). Die Y-Achse zeigt den Anteil der erfolgreichen Übertragungen in Prozent (PDR).

## Projekt: Q-Team - Biologisch inspirierte Maschennetzwerke

**Ansprechpartner:** ROBERT SOMBRUTZKI, FRANK LANGE

In einem drahtlosen Netzwerk ist das Übertragungsmedium ein geteiltes Medium, d.h. eine Übertragung zwischen zwei Geräten kann auch durch ein unbeteiligtes drittes Gerät in Reichweite empfangen werden. Dadurch kann es bei mehreren gleichzeitigen Übertragungen zu Störungen bzw. Übertragungsfehlern kommen. Um dies zu verhindern wird der Zugriff auf das Medium durch ein Protokoll geregelt. Der Standard IEEE802.11 verwendet hierfür ein *Carrier Sense Multiple Access*-Protokoll (CSMA).

Damit Geräte, welche nicht direkt miteinander kommunizieren können, in der Lage sind Daten auszutauschen, müssen andere Geräte des Netzwerkes die Daten weiterleiten. Damit diese wissen, wohin ein Datenpaket weitergegeben werden muss, benötigt man ein sogenanntes Routing-Protokoll. Es bestimmt den Weg (Route) zwischen einer Quelle und einem Ziel. Ein bekanntes Routing-Protokoll ist das *Dynamic Source Routing*-Protokoll (DSR).

Sowohl das CSMA- als auch ein Routing-Protokoll wie DSR haben verschiedene Parameter, welche es ermöglichen, das Protokoll an die Umgebung anzupassen. Der Einsatz unter veränderten Bedingungen (z.B. in mobilen statt statischen Netzwerken) erfordert meist eine Veränderung dieser Parameter, welche entweder händisch oder nach festen Regeln erfolgt.

Im Rahmen des Q-Teams wurden biologisch inspirierte Verfahren verwendet, um Protokolle, die in drahtlosen Netzwerken zum Einsatz kommen, zu verbessern. Ein Beispiel ist in diesem Zusammenhang die Wahl des Backoffs, also der Wartezeit zwischen einer fehlgeschlagenen Übertragung und dem nächsten Übertragungsversuch. In dem Projekt wurde untersucht, inwieweit der Backoff mittels Schwarmverhalten ermittelt werden kann. In Simulationen wurde dazu das entwickelte Backoffverfahren mit dem Standardverfahren hinsichtlich Gesamtdurchsatz und Fairness verglichen. Die Anordnung der Knoten beeinflusste dabei die Störungen der Knoten untereinander. Besonders in Szenarien, in denen die Knoten sehr dicht bei einander standen und sich somit in einer Kollisionsdomäne befanden, konnte das Backoffverfahren, welches auf Schwarmverhalten basierte, den Durchsatz und die Fairness gegenüber dem Standardverfahren verbessern.

## Projekt: Analyse DHT-basierter Routingverfahren in drahtlosen Maschennetzwerken

**Ansprechpartner:** CHRISTOPH BAUER, ROBERT SOMBRUTZKI

Die Wahl eines Routingverfahrens ist maßgeblich für die Leistungsfähigkeit von Kommunikationssystemen. Es bestimmt mögliche Routen zu anderen Knoten und ist dafür verantwortlich, dass die Nachrichten zwischen den Knoten erfolgreich ausgetauscht werden. In drahtlosen Maschennetzwerken sind die Anforderungen besonders hoch, denn dort müssen die Routingverfahren Skalierbarkeit, Mobilität und Robustheit ermöglichen.

Die Routingprotokolle HAWK und BerlinRoofNet Dynamic Address Routing (BRN-DART) können diese Anforderungen gewährleisten. Um ihre Routinginformationen zu verwalten, verwenden sie eine Distributed Hash Table (DHT). Das Konzept von DHTs ermöglicht HAWK und BRN-DART ohne Broadcast-Nachrichten auszukommen und somit das Broadcast-Storm-Problem in drahtlosen Maschennetzwerken zu vermeiden, das in vielen anderen Routingprotokollen durch Flooding-Strategien provoziert wird. Proaktiv bauen DHT-basierte Verfahren eine virtuelle Overlay-Struktur auf. Von ihr hängen die für die Knoten zur Auswahl stehenden Wege durch das Netzwerk ab. Diese Struktur hat in der Regel wenig Ähnlichkeit mit der realen Netzwerktopologie, sodass ein Weg durch die Overlay-Struktur einem völlig anderen Weg im Netzwerk entspricht. Als Folge dessen sind die Wege selten die kürzest möglichen.

In diesem Projekt wurden die von HAWK und BRN-DART ermittelten Routen mit jenen verglichen, die mithilfe von globalem Wissen bestimmbar sind. Es zeigte sich, dass (nach kleineren Verbesserungen am Routingprotokoll) die Wahrscheinlichkeit, dass HAWK bzw. BRN-DART einen kürzesten Weg finden, zwischen 93% und 98% liegt.

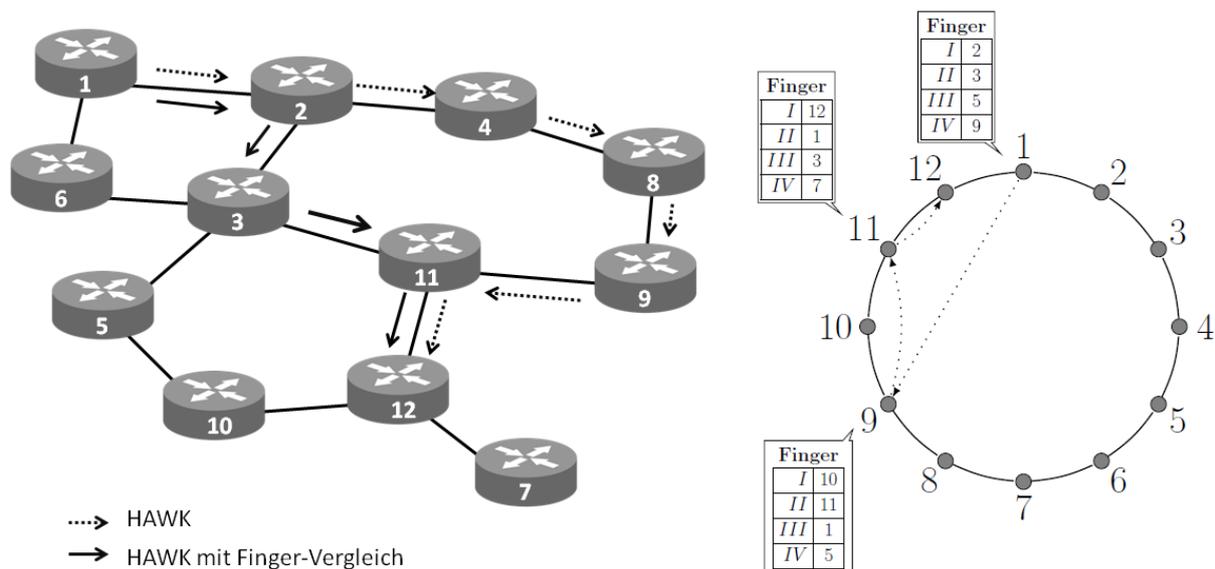


Abbildung 11: Verbessertes DHT-Routing von Hawk

## Aktivitäten

### Prof. Redlich

- Leiter der Raumkommission des Instituts

### Dr. Bell

- Mitglied der Haushaltskommission
- DV-Verantwortlicher des Instituts

## Patente

- **„Verfahren zur Authentifizierung eines Benutzers, insbesondere zur Freischaltung einer Chipkartenfunktion, und Computersystem“.** Frank Dietrich, Paul Bastian, Manfred Paeschke, Wolf Müller.
- **„Verfahren zum Erfassen von Daten eines Identifikationsdokumentes“.** Matthias Fischbeck, Dr. Wolf Müller, Dr. Andreas Wolf.

## Publikationen

### Promotionen

FELIX SHZU-JURASCHEK: *Distributed Channel Assignment for Interference-Aware Wireless Mesh Networks.*

### Bachelorarbeiten

SAMRA KHAN: *Rücksetzen eines U2F-Accounts mit dem nPA.*

HERA KHAN: *Zeitaktualisierung des nPA mit einer Android-App.*

ERIK NELLESEN: *Host-based Card Emulation einer PKCS15-kompatiblen Smartcard.*

OLE RICHTER: *Prüfung von öffentlichen eID-Terminals mit einem Android-Smartphone.*

FRANK LANGE: *Evaluation of alternative backoff schemes for 802.11.*

SYLVIO RÜDIAN: *Browser-History-Stealing: Ein Angriff auf die Privatsphäre.*

ROBERT FRITZ: *Der Aufbau von mobilen, drahtlosen Netzwerken mit Hilfe von Schwarmverhalten.*

ROBERT DÖRING: *Evaluation des Algorithmus DIBADAWN zum Detektieren von Brücken und Gelenkpunkten in 802.11 Maschennetzwerken.*

### Studienarbeiten

TARAS IKS: *Practical Analysis of Gadget Framework on Android OS.*

KAI WARNCKE: *ISO/IEC-14443-4 Weiterleitung über Android-Smartphones.*

TOBIAS RIEGER: *Local threads - A programming model that prevents data races while increasing performance.*

### Konferenzen

ROBERT SOMBRUTZKI, ANATOLIJ ZUBOW, JENS-PETER REDLICH: *A Practical Approach to Reliable Flooding in Mobile Ad hoc Networks*, ACM MobiHoc 2014.

Lehr- und Forschungseinheit

## Parallele und Verteilte Systeme

<http://www.zib.de/reinefeld/>

### Leiter

PROF. DR. ALEXANDER REINEFELD  
E-Mail: ar@zib.de

### Sekretariat

PETRA FEHLHAUER  
Tel.: (030) 84185-131  
E-Mail: fehlhauer@zib.de

### Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

TATJANA BARANOVA  
MICHAEL BERLIN  
DR. ULRIKE GOLAS (HUMBOLDT POST-DOC FELLOWSHIP)  
CHRISTOPH KLEINWEBER  
NICO KRUBER  
PROF. DR. FRANK MÜLLER (GAST)  
MATTHIAS NOACK  
PATRICK SCHÄFER  
DR. FLORIAN SCHINTKE  
ROBERT SCHMIDTKE  
DR. THORSTEN SCHÜTT  
DR. THOMAS STEINKE  
FLORIAN WENDE

### Studentische Mitarbeiter/innen

JOHANNES DILLMANN  
JAN FAJERSKI  
JENS FISCHER  
LUKAS KAIRIES  
SVETLANA KULAGINA (DIPLOMANDIN)  
PHILIPPE LIESER (DIPLOMAND)  
TANGUY RACINET  
MARTIN WICHNER

Am Lehrstuhl werden Methoden und Algorithmen für parallele und verteilte Systeme entwickelt. Der Lehrstuhlinhaber leitet zugleich den Bereich Informatik am Zuse-Institut Berlin (ZIB), wodurch neueste Erkenntnisse des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens in den Lehr- und Forschungsbetrieb der Humboldt-Universität einfließen.

Das Zuse-Institut Berlin ([www.zib.de](http://www.zib.de)) ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung des Landes Berlin auf dem Gebiet der angewandten Mathematik und Informatik. Es betreibt Supercomputer und bietet Anwendern verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen fachspezifische Beratung zur effizienten Nutzung der Rechnersysteme. Ein wissenschaftlicher Ausschuss entscheidet über die Vergabe von Rechenkapazität, die ausschließlich Spitzenforschern im Berliner und norddeutschen Raum zugutekommt.

Im Rahmen des „Norddeutschen Verbundes für Hoch- und Höchstleistungsrechnen“ (HLRN-Verbund, [www.hlrn.de](http://www.hlrn.de)) betreiben wir Supercomputer für wissenschaftliche Anwendungen. Im September 2014 konnte am ZIB die zweite Installationsphase des Cray XC30 Supercomputers in Betrieb genommen werden. Das System bietet eine Rechenleistung von ca. 1 PetaFlop/s ( $10^{15}$  Gleitkomma-Operationen pro Sekunde) und liegt derzeit an Stelle 51 der leistungsfähigsten Supercomputer weltweit. Zusätzlich wurde am ZIB ein Cray XC40-System mit modernen Intel Manycore-Prozessoren (Intel Xeon Phi) sowie schnellem SSD-Speicher für besonders speicherintensive Anwendungen in Betrieb genommen. Das Gesamtsystem an den beiden Standorten ZIB/Berlin und LUIS/Hannover umfasst ca. 85.000 Rechenkerne. Die Investitionskosten in Höhe von ca. 30 Mio. Euro werden gemeinsam von den HLRN-Mitgliedsländern Berlin, Brandenburg, Bremen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg und Schleswig-Holstein getragen. Die beiden Rechner- und Datenhaltungskomplexe des Supercomputers in Berlin und Hannover sind über ein dediziertes Glasfasernetzwerk miteinander verbunden. Speziell entwickelte Systemsoftware sorgt dafür, dass das geografisch verteilte System wie ein homogenes Rechnersystem betrieben und genutzt werden kann.

Das Forschungsspektrum am Lehrstuhl für *Parallele und Verteilte Systeme* reicht von der Entwicklung systemnaher Software für parallele Co-Prozessoren (FPGA, GPGPU, Intel Manycore) bis zum Entwurf verteilter Grid- und Peer-to-Peer-Algorithmen. Das verbindende Element liegt in der effizienten Nutzung der zugrunde liegenden Hardware- und Softwarekomponenten für parallele und verteilte Berechnungen. Auf den untersten Schichten aufbauend werden höherwertige Dienste entwickelt, die den effizienten und nutzerfreundlichen Einsatz paralleler und verteilter Systeme ermöglichen.

Ein Schwerpunkt der Forschung liegt im Management und der Analyse sehr großer Datenmengen (Big Data). Doktoranden und Diplomanden entwickeln Algorithmen und Verfahren zur zuverlässigen Speicherung attributierter Daten in verteilten Systemen. Zwei herausragende Resultate unserer Forschung sind der transaktionale Peer-to-Peer-Datenspeicher *Scalaris* ([scalaris.googlecode.com](http://scalaris.googlecode.com)) und das verteilte Dateisystem *XtreemFS* ([www.xtreemfs.org](http://www.xtreemfs.org)), welches als kommerzielle Version durch das kürzlich in Berlin gegründete Spin-Off Quobyte vertrieben wird. Beide Softwaresysteme sind hochgradig skalierbar und arbeiten zuverlässig auf verteilten Speicherknoten.

Ein besonderes Highlight im Berichtsjahr 2014 war der Start des „*Intel Research Centers for Many-Core High-Performance Computing*“ am ZIB. In diesem gemeinsam von der Firma Intel und dem ZIB etablierten Forschungszentrum erforschen wir neue Methoden zur Nutzung innovativer Vielkern-Prozessoren im Hochleistungsrechnen.

## Lehre

### Vorlesung, Übungen und Praktikum

- Verteilte Systeme und Algorithmen (WiSe 2014/15)
- (SoSe 2014 Sabbatical)

### Seminare

- Forschungsseminar Parallele und Verteilte Systeme

## Forschung

### Projekt: Research Center for Many-Core High-Performance Computing

**Ansprechpartner:** THOMAS STEINKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** MATTHIAS NOACK, THORSTEN SCHÜTT, FLORIAN WENDE, ALEXANDER REINEFELD

**Forschungsförderung:** Intel Corp. (USA), Intel Parallel Computing Center (IPCC)

Bedingt durch die technologischen Fortschritte beim Prozessordesign mit zunehmender Anzahl von Rechenkernen und heterogenen Funktionseinheiten stehen Entwickler von Anwendungen vor der Herausforderung, diese Rechenressourcen effektiv zu nutzen. Wir haben deshalb in Kooperation mit der Firma Intel das „*Research Center for Many-Core High-Performance Computing*“ als eines der ersten europäischen Intel Parallel Computing Centers (IPCC) gegründet um die Nutzung aktueller und künftiger Many- und Multi-Core-Technologien im Hochleistungsrechnen und der Analyse großer Daten zu fördern.

In dem Forschungszentrum entwickeln wir Methoden und Techniken, mit denen das hohe Leistungspotential der neuen Rechnerarchitekturen in Anwenderprogrammen umgesetzt werden kann. Schwerpunktmäßig umfassen die Arbeiten zum einen die Optimierung und Modernisierung von HPC-Codes und zum anderen die Entwicklung innovativer Programmiermodelle und Laufzeitsysteme für Many-Core-Plattformen. Diese beiden Schwerpunkte bilden einen Entwicklungszyklus für die Arbeiten in unserem Forschungszentrum.

Die Modernisierung der Anwendungsprogramme hat zum Ziel, die Leistung und Skalierbarkeit auf Many-Core-Rechenclustern zu steigern. Mit den ausgewählten Anwendungen sind repräsentativ wichtige Wissenschaftszweige des Scientific Computing vertreten wie die Materialwissenschaften, die Lebenswissenschaften oder Teilchenphysik.

Zunächst haben wir beispielhaft für das Simulationsprogramm GLAT, mit dem thermodynamische Moleküleigenschaften berechnet werden, die effiziente konkurrierende Ausführung mehrerer Berechnungs-Kernel auf Intel Xeon-Phi Koprozessoren demonstriert (*Abbildung 1*). Dabei haben wir Methoden erforscht, mit denen in Simulationsszenarien mit vielen aber kleinlastigen Rechenfunktionen dennoch eine gute Auslastung von Many-Core-Prozessoren erzielt werden kann. Neben der kontrollierten Auslagerung von Rechnungen auf den Koprozessor wurde das Datenmanagement zwischen Host und Koprozessor zu optimiert. Für die parallelen Programmiermodelle OpenMP und MPI konnten wir die Grenzen ihrer Nutzung bei konkurrierender Ausführung aufzeigen. Die prinzipielle Herangehensweise zur Implementierung des „Concurrent Kernel Offloadings“ in Anwendungen haben wir in einem Buchkapitel (High Performance Parallelism Pearls) beschrieben.

Zusätzlich zur Optimierung des Thread- und Datenmanagements haben wir das HAM-Offload-Modell als alternatives Programmiermodell für heterogene Rechencluster mit dem GLAT-Anwendungsprogramm evaluiert (siehe Projekt „HAM - Heterogeneous Active Messages for Efficient Offloading“).

Neben der effizienten Verwaltung von Threads und Prozessen auf Many-Cores ist die Auslastung der SIMD-Funktionseinheiten („Vektorisierung“) zwingend, um eine kompetitive Leistung im Vergleich zu Many-Core-CPU oder GPGPU zu erreichen. Dies ist insbesondere für Legacy-Anwendungen dann eine Herausforderung, wenn die Datenstrukturen nicht ein passendes Speichermuster aufweisen, so dass der Auto-Vektorisierer des Compilers nicht den gewünschten SIMD-Code erzeugen kann. Angeregt durch die Modernisierung von Legacy-Anwendungen wie VASP und MOM5 haben wir die Stärken und Grenzen von mehreren Intel-Compiler (pre-release) Versionen aufgezeigt.

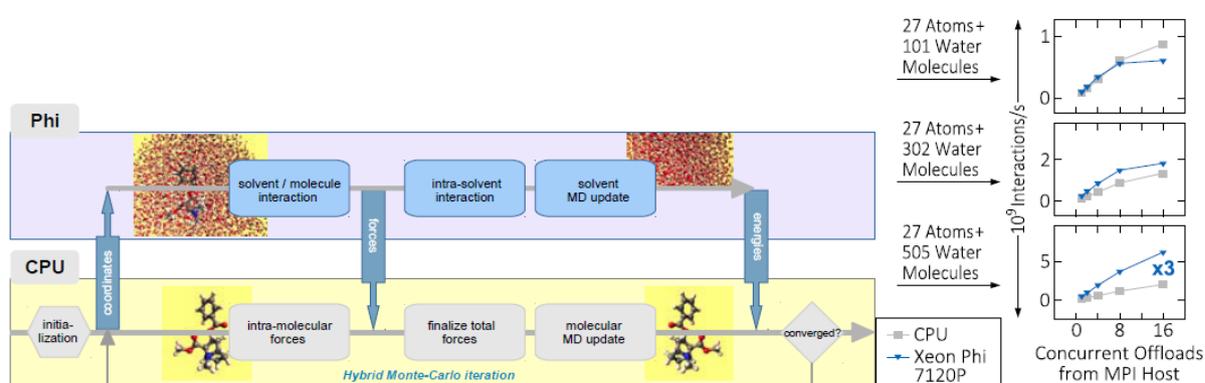


Abbildung 1: Hardware/Software Co-Design für den Simulationscode GLAT (links) und erzielte Leistungssteigerung auf einem Xeon-Phi-Koprozessor im Vgl. zur multi-threaded Berechnung auf zwei CPUs mit jeweils 8 Kernen (rechts). Die Berechnung der Interaktion eines Wirkstoffmoleküls mit seiner Lösungsmittelhülle aus vielen Wassermolekülen wird auf den Xeon-Phi-Koprozessor ausgelagert. Für mehr als 300 Wassermoleküle kann die Rechenleistung auf das Dreifache gesteigert werden, wenn insg. 16 MPI-Prozesse auf den Host-CPU den Koprozessor mit Arbeit versorgen.

## Projekt: HAM – Heterogeneous Active Messages for Efficient Offloading

**Ansprechpartner:** MATTHIAS NOACK

**Beteiligte Mitarbeiter:** FLORIAN WENDE

**Forschungsförderung:** Intel IPCC

Das Projekt beschäftigt sich mit der Frage nach der effizienten Kommunikation zwischen heterogenen Prozessen, die auf verschiedenen Architekturen ausgeführt werden und einer darauf aufbauenden Implementierung des Offload-Programmiermodells (HAM-Offload).

Offloading ist das Standardprogrammiermodell für Vielkern-Koprozessoren wie GPGPUs und den Intel Xeon Phi. Dabei wird nur ein Teil (der „Kernel“) eines Programms auf einen Koprozessor ausgelagert, während das Hauptprogramm auf der CPU ausgeführt wird. Ob es sich lohnt, eine Berechnung auszulagern, hängt von der erwarteten Geschwindigkeitssteigerung und den Kosten für das Auslagern ab. Ein Ziel des Projekts ist es, diese Kosten zu minimieren um ein feingranulares Offloading zu ermöglichen und damit Beschleunigerarchitekturen für eine größere Klasse von Anwendungen zu erschließen.

Im Gegensatz zu Herstellerimplementierungen, die nur ein lokales Offloading von der Host-CPU zu den Koprozessoren im selben Knoten ermöglichen, erlaubt es HAM-Offload

auch entfernte Koprozessoren sowie CPUs als Auslagerungsziel zu verwenden. Somit können Offload-Anwendungen ohne den Einsatz weiterer Programmiermodelle wie Message Passing (MPI) auf heterogene Cluster-Systeme skaliert werden.

Im Rahmen des Projektes sind zwei C++-Bibliotheken entstanden. HAM stellt dabei die Implementierung der *Heterogenous Active Messages* bereit. HAM-Offload nutzt diese, um eine einheitliche Offload-API für lokales und entferntes Offloading über verschiedene Kommunikationsschnittstellen bereit zu stellen. Momentan werden MPI (Message Passing Interface) und SCIF (Symmetric Communication InterFace, hardware-nächste Kommunikations-API zwischen Host und Xeon-Phi-Koprozessor) unterstützt.

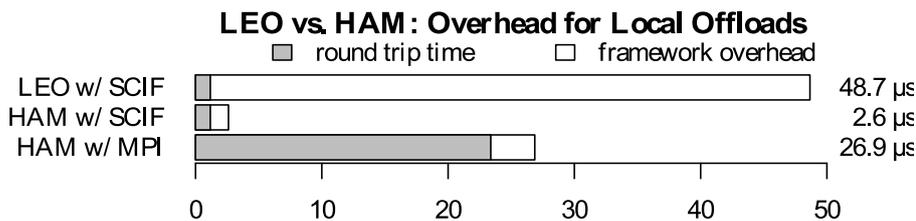


Abbildung 2: Offload-Kostenvergleich zwischen Intel LEO, welches SCIF nutzt, und HAM-Offload mit MPI und SCIF.

Im Vergleich zu Intel's Offload-Implementierung (LEO, Language Extensions for Offloading) reduziert HAM-Offload die Auslagerungskosten um den Faktor 18. Eine Fallstudie mit einer wissenschaftlichen Anwendung (GLAT) zeigt, dass sich dies für kleine Problemgrößen in einer Leistungssteigerung von bis zu 2,5x niederschlägt. Außerdem konnte die Anwendung ohne weitere Anpassungen auf ein System mit 15 entfernten Xeon-Phi-Koprozessoren skaliert werden. Diese Ergebnisse wurden auf der Supercomputing-Konferenz SC14 präsentiert (siehe Veröffentlichungen). Die Bibliotheken wurden als OpenSource auf GitHub veröffentlicht (<https://github.com/noma/ham>)

Im weiteren Projektverlauf wird untersucht, ob sich durch die Nutzung anderer Kommunikationsschnittstellen (GasNET, uGNI, ...) weitere Effizienzsteigerungen realisieren lassen. Dabei dient das Cray XC40 Test-and-Development-System am ZIB als Plattform. Ebenso stellt sich die Frage wie die inhärenten Skalierbarkeitsbegrenzungen des Offload-Programmiermodells mit möglichst geringen Änderungen auf Anwendungsseite umgangen werden können.

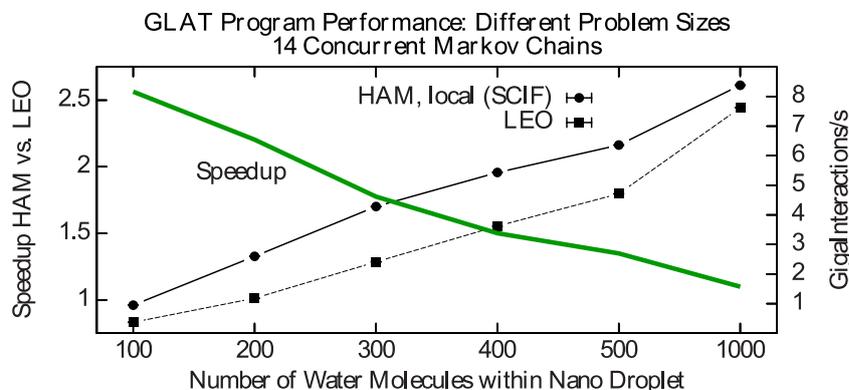


Abbildung 3: Geschwindigkeit von GLAT für verschiedene Offload-Größen bei Verwendung von Intel LEO und HAM-Offload.

**Projekt: Algorithmen für strukturierte Overlay-Netzwerke: Scalaris****Ansprechpartner:** THORSTEN SCHÜTT, FLORIAN SCHINTKE**Beteiligte Mitarbeiter:** JAN FAJERSKI, JENS FISCHER, NICO KRUBER, MAXIMILIAN MICHELS, TANGUY RACINET, ALEXANDER REINEFELD**Zusammenarbeit:** diverse europäische Partner**Forschungsförderung:** EU-Projekte IES Cities, MC-Data (s. u.)

Strukturierte Overlay-Netzwerke bilden aus verteilten, unzuverlässigen Rechnern eine stabile logische Struktur, die zum zuverlässigen Speichern von Daten genutzt werden kann. Die einfachsten Datenstrukturen, die auf Overlay-Netzen implementiert werden, sind Key/Value-Stores, auch Dictionaries oder NoSQL-Datenbanken genannt. Für ein- und mehrdimensionale Bereichsabfragen haben wir zwei Algorithmen, Chord<sup>#</sup> und Sonar entwickelt, die auf das Hashing der Schlüssel (Keys) zur Gleichverteilung verzichten. Um einen Schlüssel aufzufinden, benötigen sie höchstens  $\log N$  Kommunikationsschritte in Netzwerken mit  $N$  Rechnern. Andere bekannte Algorithmen finden zwar auch mit einer logarithmischen Anzahl von Kommunikationsschritten zum Ziel, dies jedoch nur mit „hoher Wahrscheinlichkeit“.

**Scalaris 0.7.0 (codename „Stauroderus scalaris“)**

Die nächste große Scalaris Version 0.7.0 wurde im April freigegeben und enthielt einige größere Änderungen und Verbesserungen. Im Zuge der Bachelor- und Masterarbeiten von Jan Fajerski, Maximilian Michels und Jens Fischer wurden ein Map-Reduce Framework, aktive Lastbalanzierung mittels dynamischer Metriken (z. B. CPU-Last) sowie ein neues Gossip-Framework integriert. Die Replikenreparatur-Protokolle wurden komplett überarbeitet und auf einfachere Parameter für bessere Vergleichbarkeit getrimmt. Eine neuartige Modifikation von Merkle Trees mit geringerem Overhead wurde integriert. Unser Protokoll-Scheduler zum Testen von unterschiedlichen Nachrichten-Interleavings arbeitet nun deterministischer und erhielt ein besseres API. Mehrere kleine Verbesserungen reduzieren des Weiteren den Overhead, der durch die Instandhaltung des Overlay-Netzwerks entsteht.

**Scalaris 0.7.1**

Das erste Bugfix Release im September brachte ein paar kleine Korrekturen und Verbesserungen. So wurde zum Beispiel der Maintenance Overhead reduziert und einige weitere Dienste auf das neue Gossip Framework portiert.

**Scalaris 0.7.2**

Im Oktober 2014 gab es noch ein kleines Bugfix Release, in dem einige Probleme im „Wiki on Scalaris“ Demonstrator und den Replikenreparatur-Algorithmen behoben wurden.

**Projekt: XtreamFS – Ein skalierbares, verteiltes Cloud-Dateisystem****Ansprechpartner:** CHRISTOPH KLEINWEBER**Beteiligte Mitarbeiter:** TATJANA BARANOVA, MICHAEL BERLIN, JAN FAJERSKI, JOHANNES DILLMANN, LUKAS KAIRIES, MATTHIAS NOACK, PATRICK SCHÄFER, ROBERT SCHMIDTKE, MARTIN WICHNER**Zusammenarbeit:** internationale Partner in den Projekten Harness, FFMK, BBDC und GeoMultiSens

**Forschungsförderung:** EU Projekt Harness; DFG Projekt FFMK; BMBF Projekte BBDC und GeoMultiSens

XtreemFS ist ein in unserer Arbeitsgruppe entwickeltes verteiltes, föderiertes und repliziertes Dateisystem, welches insbesondere Nutzern von Cloud-Infrastrukturen einen einfachen und einheitlichen Zugriff auf ihre Daten ermöglicht. In XtreemFS kommen Techniken zum Einsatz, die den Ausfall von Datenservern und Netzwerkverbindungen tolerieren, hohe Latenzzeiten verbergen und unterschiedliche I/O-Bandbreiten ausgleichen. Aus Sicht der Nutzer verhält sich XtreemFS wie ein konventionelles Dateisystem mit einer POSIX-Schnittstelle. Nachfolgend geben wir einen kurzen Überblick über die XtreemFS Architektur und beschreiben zwei Erweiterungen, an denen im Jahr 2014 gearbeitet wurde.

**Architektur.** Ein Dateisystem muss zwei Arten von Daten verwalten: zum einen die Metadaten, wie z. B. den Verzeichnisbaum, Dateinamen oder Zugriffsrechte, und zum anderen die eigentlichen Dateiinhalte. XtreemFS ist ein objekt-basiertes Dateisystem, welches die Metadaten auf einem dedizierten Metadatenserver, dem *Metadata and Replica Service (MRC)*, verwaltet. Die Dateiinhalte werden in Objekten auf Datenservern, sog. *Object Storage Devices (OSDs)*, gespeichert. Im Unterschied zu traditionellen block-basierten Dateisystemen, wie beispielsweise *ext3*, können die Objekte verschiedener Dateien eine unterschiedliche Größe haben. Bei wachsendem Datenvolumen kann die Speicherkapazität von XtreemFS-Dateisystemen durch einfaches Hinzufügen neuer Datenserver erweitert werden.

**LD\_PRELOAD-Client.** XtreemFS bietet verschiedene Client-Lösungen. Für Linux und Unix gibt es einen FUSE-basierten Client und für Windows eine CBFS-basierte Implementierung, die es dem Nutzer jeweils erlauben ein XtreemFS-Volume wie ein lokales Dateisystem zu verwenden (*Abbildung 4a*). Daneben existiert die *libxtreemfs* für C++ und Java, die eine direkte Programmierschnittstelle für Anwendungsentwickler zur Verfügung stellt (*Abbildung 4b*). Der FUSE-Ansatz bietet Transparenz und funktioniert mit jeder Anwendung, benötigt aber FUSE-Unterstützung vom System-Kernel und beeinträchtigt die erreichbare Leistung. Der Library-Ansatz hat diese Nachteile nicht, erfordert aber eine Anpassung des Anwendungscodes. Mit dem Ziel, die Vorteile beider bisheriger Lösungen zu vereinen und die Nachteile zu vermeiden wurde mit dem LD\_PRELOAD-Client eine dritte Lösung geschaffen (*Abbildung 4c*). Eine weitere Motivation bei der Entwicklung der LD\_PRELOAD-Lösung war die Unterstützung von Anwendungen, die transparent auf XtreemFS zugreifen müssen, aber in einer Umgebung ausgeführt werden, in denen FUSE nicht genutzt werden kann (z. B. auf dem HLRN-III Supercomputer Cray XC30).

Der LD\_PRELOAD-Client besteht aus einer Bibliothek, die mittels des LD\_PRELOAD-Mechanismus dynamisch an die Anwendung gelinkt wird. Dabei werden Dateisystemaufrufe, die normalerweise an die Laufzeitbibliothek (*glibc*) gelinkt werden, mit dem LD\_PRELOAD-Client verlinkt. Dieser kann die Dateisystemaufrufe nun abfangen und für bestimmte lokale Pfade in XtreemFS-Aufrufe umwandeln und weiterleiten. Pfade die nicht mit einem konfigurierbaren Prefix beginnen, werden dabei einfach an die Laufzeitbibliothek durchgereicht. Der neue Client ist unter anderem für das EU-Projekt Harness und das DFG-Projekt FFMK von Bedeutung.

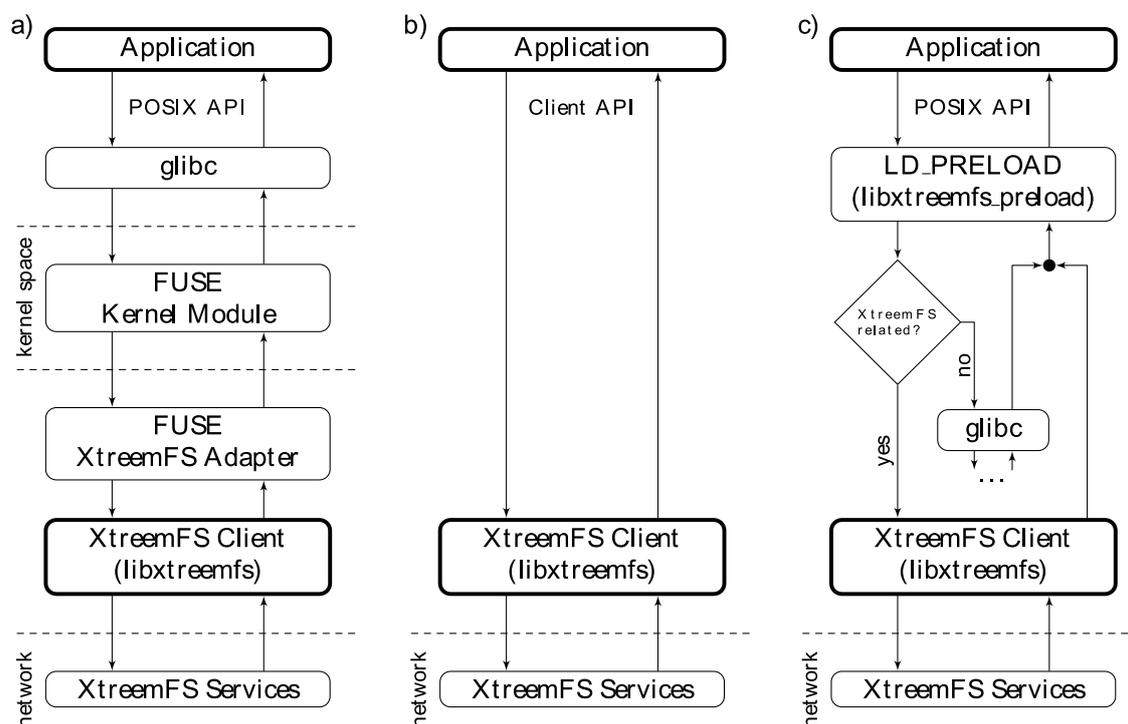


Abbildung 4: XtreamFS Zugriff a) per FUSE Client, b) per libxtreamfs und c) per LD\_PRELOAD Client.

**XtreamFS als Ersatz für HDFS in Hadoop Clustern.** Ein mögliches Einsatzgebiet für verteilte Dateisysteme sind MapReduce-Anwendungen. Dabei ist das Apache Hadoop Projekt ein weit verbreitetes Framework. Hadoop bringt mit dem Hadoop Distributed File System (HDFS) ein eigenes verteiltes Dateisystem mit, welches speziell für die Anforderungen von MapReduce-Anwendungen konzipiert wurde. Allerdings sind Dateien in HDFS nicht wiederbeschreibbar, was die generelle Nutzbarkeit stark einschränkt und möglicherweise den Betrieb eines zweiten verteilten Dateisystems erzwingt.

Wir haben einen XtreamFS-Adapter für das Hadoop MapReduce Framework entwickelt, mit dem HDFS durch XtreamFS ersetzt werden kann. Häufig werden auf Daten sowohl von MapReduce-Anwendungen, als auch von herkömmlichen Anwendungen, die Dateisystemzugriffe über die POSIX-Schnittstelle machen, zugegriffen. Da XtreamFS POSIX-konform ist, kann es für beide Arten von Anwendungen genutzt werden, was den Betrieb einer zweiten Speicher-Infrastruktur überflüssig macht. Hierdurch verringern sich der nötige Hardware-Einsatz, die administrative Tätigkeiten sowie der zusätzliche Aufwand für die Übertragung von Daten zwischen zwei Dateisystemen. Es wurde gezeigt, dass der Einsatz von XtreamFS in einem Hadoop-Cluster ohne signifikante Änderungen der Laufzeiten gängiger MapReduce-Anwendungen möglich ist.

Durch die in Version 2.0 eingeführte YARN-Architektur des Hadoop-Projekts wird der XtreamFS-Adapter für weitere Anwendungen, die auf YARN aufbauen, nutzbar. Getestet wurde dies mit Apache Flink und Apache Spark, die beide das MapReduce-Paradigma erweitern. Die entwickelten Lösungen werden unter anderem in dem EU-Projekt Harness, sowie den BMBF-Projekten BBDC und GeoMultiSens eingesetzt.

**Projekt: Time Series Analysis****Ansprechpartner:** PATRICK SCHÄFER**Beteiligte Mitarbeiterin:** SVETLANA KULAGINA

Zeitreihen werden typischerweise durch Sensoren oder durch Messungen über einen längeren Zeitraum erfasst. Anwendungsgebiete stammen aus der Medizin (EKG-Signale), dem Erkennen von Bewegungsmustern, der Entomology (Erkennung von Insekten), der Sicherheitsanalyse, dem Vergleich historischer Dokumente oder der Astronomie. Während ein Mensch ein intuitives Verständnis für die Ähnlichkeit zweier Signale hat, ist der Ähnlichkeitsvergleich für einen Computer ungleich schwerer. Typische Ähnlichkeitsmaße, die das menschliche Verständnis von Ähnlichkeit nachahmen, sind die Euklidische Distanz (ED) oder das Dynamic Time Warping (DTW).

Die Suche nach ähnlichen Zeitreihen zu einer gegebenen Zeitreihe (der Anfrage) ist eine gängige Anwendung zur Analyse von Zeitreihendatensätzen. Für die Suche nach ähnlichen Zeitreihen zu einer Anfrage bieten sich zwei Lösungsstrategien an: Massiv parallele Suche oder Indexierung.

Die Ähnlichkeitssuche auf Zeitreihen wachsender Länge (Dimensionalität) führt zu einem exponentiellen Wachstums des Suchraums (Fluch der Dimensionalität). Gängige mehrdimensionale Indexstrukturen degenerieren ab 20 indexierten Dimensionen. Das entspricht Zeitreihen mit 20 Messpunkten. In diesem Projekt haben wir die *Symbolic Fourier Approximation (SFA)* und die Indexstruktur *SFA trie* entwickelt. SFA ist eine symbolische Repräsentation von Zeitreihen, d. h., jede Zeitreihe wird in eine Zeichenkette überführt. SFA setzt sich aus zwei Operationen zusammen: Tiefpassfilter und Quantisierung. Wir konnten zeigen, dass SFA und der SFA trie eine effiziente Methode zur exakten Ähnlichkeitssuche in großen sowie hochdimensionalen Zeitreihendatensätzen darstellen.

Wird die Dimensionalität der Anfrage zu hoch oder ist sie vorab nicht bekannt, so können Indexstrukturen nicht eingesetzt werden. Daher haben wir Strategien für die Ähnlichkeitssuche mit SFA im MapReduce-Framework untersucht. Zur Beschleunigung der Ähnlichkeitssuche werden untere Schranken für die Distanz zur Anfrage eingesetzt. Da im klassischen MapReduce-Framework jeder Map-Task isoliert voneinander abläuft, wurde ein mehrstufiger MapReduce-Ansatz gewählt. Dabei werden die Zeitreihen auf mehrere MapReduce-Stufen partitioniert. In jeder Stufe wird als Ergebnis der Reduce-Tasks eine neue untere Schranke berechnet, die dann als Eingabe für die Mapper der nächsten Stufe genutzt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Forschung liegt auf der Klassifizierung verrauschter Zeitreihen, wie sie häufig direkt durch Sensoren aufgenommen werden. SFA bietet sich für verrauschte Zeitreihen an, da es einen Tiefpassfilter und Quantisierung als Teil des Verfahrens einsetzt. Darauf aufbauend haben wir das Bag-of-SFA-Symbols (BOSS) Modell eingeführt. Zuerst werden Teilsequenzen aus einer Zeitreihe extrahiert. Anschließend wird jede Teilsequenz mittels SFA in eine Zeichenkette transformiert. Diese Repräsentation als Menge von Zeichenketten erlaubt es, zwei Zeitreihen mittels der Unterschiede in ihren Mengen von Zeichenketten zu vergleichen. Wir konnten zeigen, dass das BOSS Modell signifikant genauer klassifiziert, als alle anderen Verfahren die dem aktuellen Stand der Forschung entsprechen.

**Projekt: Hardware- and Network-Enhanced Software Systems for Cloud Computing (HARNES)**

**Ansprechpartner:** THORSTEN SCHÜTT

**Beteiligte Mitarbeiter:** CHRISTOPH KLEINWEBER, MATTHIAS NOACK, PATRICK SCHÄFER

**Zusammenarbeit:** Imperial College London (UK), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Schweiz), Université de Rennes 1 (Frankreich), Maxeler Technologies (UK), SAP AG (UK)

**Forschungsförderung:** EU (FP7-ICT-318521)

Im EU-Projekt Harness wird ein Platform-as-a-Service (PaaS) Software Stack entwickelt, der heterogene Hardware-Ressourcen und innovative Netzwerk-Technologien unterstützt (Abbildung 5). Bisherige Lösungen unterstützen oft nur homogene Ressourcen und Standard-Netzwerkanbindungen. Mit Harness versuchen wir, durch Einsatz innovativer Hardware die Leistung von Anwendungen zu steigern und deren Energieverbrauch zu senken. Im Compute-Bereich sollen neben Standardprozessoren auch FPGAs und GPUs zur Leistungssteigerung einzelner Anwendungen in der Cloud nutzbar gemacht werden. Im Netzwerk-Bereich passen wir die Netzwerk-Topologie an die Anwendungsanforderungen an und benutzen Software-Router, um Berechnungen in das Netzwerk zu verlagern.

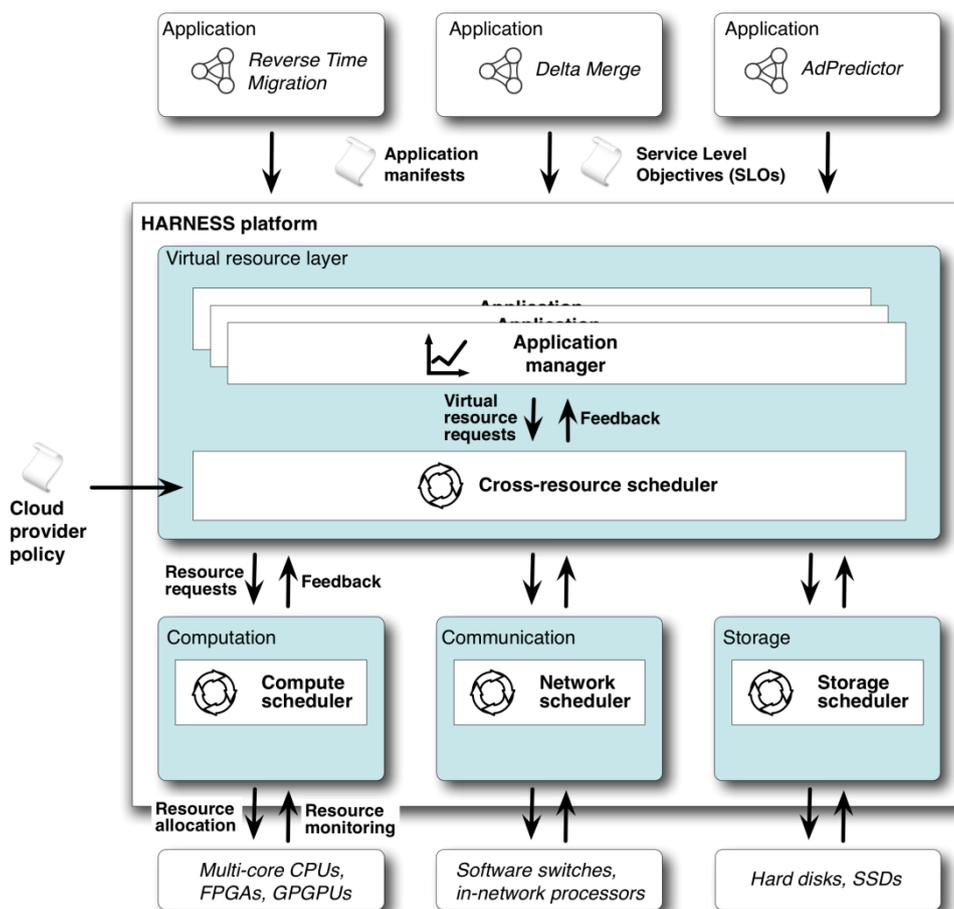


Abbildung 5: Überblick über das Projekt HARNES

Wir sind primär im Storage-Bereich tätig und werden durch den gemischten Einsatz von Festplatten, SSDs und Ramdisks individuell für den Benutzer konfigurierte Storage-Lösungen entwickeln. Dazu setzen wir XtreamFS ein. Der Benutzer wird pro Volume festlegen können, ob der Datenzugriff – zum Beispiel für den Einsatz von Datenbanken – für wahlfreien (random access) oder sequentiellen Zugriff (data streaming) optimiert werden soll. Über Service Level Objectives (SLOs) kann der Benutzer definieren, welche Leistung er für seine Anwendung benötigt.

Zur Bereitstellung von XtreamFS Volumes mit einer geforderten Leistungsgarantie ist ein detailliertes Wissen über das Verhalten unterschiedlicher Komponenten in Storage-Systemen erforderlich. Hierfür werden Performance-Modelle für die Object Storage Devices (OSD) in XtreamFS entwickelt. Darauf aufbauend wird XtreamFS um eine Komponente zum Platzieren von Volumes auf OSDs erweitert. Zur Erfüllung der Leistungsgarantien setzen wir ein neu entwickeltes Queueing-Verfahren ein. Hierdurch wird sichergestellt, dass Nutzer mit unterschiedlichen Reservierungen die tatsächlich reservierte Leistung erhalten. Zur Beschleunigung der Erstellung von Anwendungsmodellen soll die Storage Komponente der Harness Cloud nach Beenden einer Anwendung einen Bericht über die genutzten Ressourcen an die Plattform Schicht liefern. Hierfür wurde ein skalierbares Verfahren zur Analyse von Dateisystem Zugriffen entwickelt, welches ohne Modifikation der Anwendungen auskommt und nur minimale Auswirkungen auf die Performanz des Dateisystems hat.

### **Projekt: Internet-enabled services for the cities across Europe (IES Cities)**

**Ansprechpartner:** NICO KRUBER

**Beteiligte Mitarbeiter:** FLORIAN SCHINTKE

**Zusammenarbeit:** Tecnalia Research & Innovation (Spanien), Uni Deusto (Spanien), Bristol City Council (UK), Knowle West Media Centre (UK), Toshiba Research Europe (UK), Comune di Rovereto (Italien), Fondazione Bruno Kessler (Italien), Ayuntamiento de Zaragoza (Spanien), Ayuntamiento de Majadahonda (Spanien), Geko Navsat (Spanien), Eurohelp Consulting (Spanien), Amis Druzba za Telekomunikacije (Slowenien)

**Forschungsförderung:** EU (CIP-ICT-PSP.2012.1.3)

Im IES Cities-Projekt werden technische Komponenten und Werkzeuge aus früheren Projekten zusammengeführt und adaptiert, um die Nutzung einer offenen europäischen Technologieplattform für Bürgerbeteiligung durch Internet-basierte Dienste zu fördern. Es sollen mobile Apps entstehen, die Daten aus verschiedenen OpenData-Initiativen der Stadtverwaltungen benutzen und um bürgergenerierte Inhalte erweitern.

Wir sind in dem Projekt für das Account- und Datenmanagements verantwortlich. Im Backend stellen wir den verschiedenen Komponenten standardisierte Interfaces (JDO) zur Verfügung und bieten dabei drei verschiedene Arten von Datendiensten an. Für Datei-basierte Inhalte, z. B. Bilder von Straßendefekten für Stadtverwaltungen, stellen wir unser verteiltes Dateisystem XtreamFS bereit. Als verteilter, skalierbarer, transaktionaler Datenspeicher für jede andere Art von nutzergenerierten (strukturierten) Daten wird Scalaris um ein standardisiertes JDO-Interface ergänzt, bei dem wir unsere Erfahrungen aus unserem Wikipedia-Clone einsetzen können. Für relationale Datenbankzugriffe wird zusätzlich PostgreSQL eingebunden



Abbildung 6: IES Cities EU Review Meeting am 07.05.2014.

### **Projekt: Graphtransformation für Graphdatenbanktransaktionen (GdbT)**

**Ansprechpartner:** ULRIKE GOLAS

**Forschungsförderung:** Humboldt Post-Doc Fellowship der HU Berlin im Rahmen der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern

Für das Speichern großer Datenmengen mit vielen unterschiedlichen Beziehungen sowie deren schnelle Auswertung und Analyse sind relationale Datenbanken nicht sehr gut geeignet. Insbesondere JOIN-Operationen zur Verknüpfung mehrerer Tabellen – eine der häufigsten Abfrage-Operationen in Datenbanken – sind speicher- und rechenintensiv, weil immer wieder große Datenmengen kopiert werden müssen. Eine Alternative dazu stellen Graphdatenbanken dar, die nicht nur Datenknoten und ihre Eigenschaften, sondern auch deren Beziehungen als Kanten explizit speichern. Über Graphtraversierung, d. h. das Ablaufen eines Graphs entlang seiner Kanten, können lokale Beziehungen schnell und kostengünstig abgefragt werden. Der Hauptvorteil liegt darin, dass ausgehend von einem konkreten Objekt nur dessen direkte Nachbarn betrachtet werden und nicht der komplette Datenbestand bearbeitet werden muss.

Veränderungen in Datenbanken werden transaktionsbasiert durchgeführt. Eine Transaktion besteht aus mehreren Teiloperationen, von denen entweder alle oder keine angewendet werden sollen, um ein konsistentes System sicherzustellen. Während Transaktionen in relationalen Datenbanken sehr gut untersucht sind und verschiedene Mechanismen und Optimierungen implementiert wurden, fehlt ein entsprechend fundiertes und mathematisch unterlegtes Modell für Graphdatenbanken. In relationalen Datenbanken sollen typischerweise die Eigenschaften Atomarität, Konsistenzerhaltung, Isolation und Dauerhaftigkeit (ACID) sichergestellt werden. Im Gegensatz dazu werden diese in Graphdatenbanken nicht notwendigerweise gefordert. Abhängig vom Datenmodell und dem Einsatzgebiet können auch weniger strikte Konsistenzmodelle zum Einsatz kommen.

Graphtransformation beschreibt die regelbasierte Veränderung von Graphen. Dahinter steht ein vielfältiges mathematisches Framework, um unterschiedlichste Eigenschaften von Transformationssystemen zu analysieren. Insbesondere können Regeln bezüglich ihrer Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit voneinander überprüft werden. Durch die Angabe

von Constraints und Anwendungsbedingungen können bewiesene Eigenschaften eines Systems über die Anwendung von Regeln hinweg bewahrt werden.

In diesem Projekt sollen Graphdatenbanken und Graphtransformation verbunden werden, um Updates in Datenbanken durch Transformationen durchzuführen und dadurch ein beweisbares Verhalten sicherzustellen. Die Analysemöglichkeiten der Graphtransformation insbesondere im Hinblick auf Abhängigkeit und Unabhängigkeit von Regelanwendungen sollen dazu genutzt werden, Strategien für die Nebenläufigkeitskontrolle zu entwickeln und die gewünschten Konsistenzeigenschaften nachzuweisen.

Als erstes Resultat wurde eine kategorientheoretische Formulierung von attribuierten Graphen gefunden, die die für Graphdatenbanken typischen „Property Graphen“ umfasst, so dass Graphregeln und die Theorie der Graphtransformation auf diese Graphen angewendet werden können. Anschließend werden diese Graphen mit einem Transaktionsmodell versehen. Abhängig vom Einsatzgebiet sollen Regelmengen für verschiedene Konsistenz- und Verhaltensmodelle definiert werden, deren Anwendung in der Graphdatenbank die entsprechenden Eigenschaften sicherstellt. Für die Implementierung der entwickelten Regelmengen soll evaluiert werden, welche frei verfügbare Graphdatenbank gut geeignet ist, um Transformationstechniken leicht integrieren zu können.

In der Literatur wurden unterschiedliche Modularisierungskonzepte für Transformationen definiert, die auf Graphtransformationen und die Theorie attributierter Graphen erweitert und angepasst werden sollen, um neue Analysemöglichkeiten für die Kombination von Modulen zu bieten. Durch Anwendung eines kategorientheoretischen Ansatzes können die erzielten Ergebnisse für viele andere auf graph-ähnlichen Modellen aufsetzende Modellierungsszenarien angewendet werden.

Eine Anwendung im Gebiet der Digital Humanities soll bei der Analyse helfen, wie die Ordnung von Forschung und der kognitive Inhalt der Wissenschaft bei der Produktion neuen Wissens in den eHumanities zusammenhängen. Hierzu muss ein begriffliches Inventar aus verschiedenen Disziplinen und Teildisziplinen herangezogen werden. Zwar wird gern von „der“ Wissenschaftsforschung gesprochen, doch dahinter verbergen sich heterogene Wissensbestände, die gegenwärtig nicht systematisch aufeinander bezogen werden können. Das erschwert eine starke Theorienentwicklung und die innovative Ausschöpfung empirischer Analysen.

Ziel ist eine Integration von Wissensbeständen als integrativer und flexibler Ansatz im Umgang mit Theorien. Ausgewählte sozialwissenschaftliche Theorien sollen nicht nur mit einem geeigneten Modell beschrieben, sondern auch modularisiert werden, um diese Module neu aufeinander zu beziehen und zu neuen Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung zu kommen. Als gemeinsame Sprache der verschiedenen Theorien sollen diese durch Graphen und Graphtransformation modelliert und visualisiert werden, um auf einer einheitlichen und für die beteiligten Wissenschaftsgebiete leicht verständlichen und leicht erlernbaren Basis aufzusetzen. Gleichzeitig sind die dahinterliegenden Methoden und Analysemöglichkeiten mächtig genug, Aussagen über die Verknüpfung von Modulen verschiedener Theorien und die Anwendung auf verschiedenste Fragestellungen der eHumanities zu liefern.

Sämtliche Graphen sollen in einer Graphdatenbank gespeichert werden, da diese für Daten mit vielen unterschiedlichen Beziehungen sowie deren schnelle Auswertung und Analyse besonders gut geeignet ist. Ziel ist es, automatisch Vorschläge generieren zu können, welche Module erfolgreich gekoppelt werden könnten, und dadurch interaktiv mit den Benutzer/-innen neue Theorien zu erstellen. Für die eHumanities bietet daher dieser For-

schungsansatz breite Möglichkeiten der Nutzung, da er unabhängig von den Inhalten ist. Zudem soll das Projekt zu einer Erweiterung des Wissens über die organisatorischen und epistemischen Konfigurationen der eHumanities beitragen.

### **Projekt: MapReduce auf großen Shared-Memory-Systemen**

**Ansprechpartner:** THORSTEN SCHÜTT

**Beteiligte Mitarbeiter:** ROBERT DÖBBELIN, ALEXANDER REINEFELD

**Forschungsförderung:** ZIB

Das MapReduce-Programmierparadigma wird in Anwendungsgebieten eingesetzt, in denen große Datenmengen schnell analysiert werden müssen, beispielsweise in der kombinatorischen Optimierung, Softwareverifikation, Bioinformatik oder im maschinellen Lernen. Dabei werden die Daten typischerweise in einem verteilten Dateisystem gespeichert. Es existieren jedoch auch eine Reihe alternativer Ansätze, die, wie unser MR-Search, die Daten zur gesamten Laufzeit im Hauptspeicher vorhalten, um einen hohen Datendurchsatz zu gewährleisten.

Bei der Evaluation unserer MapReduce-Bibliothek *MR-Search* auf Shared-Memory-Systemen (SMPs) mit 512 Prozessorkernen und 2 TByte Hauptspeicher haben wir festgestellt, dass die Leistung hauptsächlich durch den Speicher-Allokator gemindert wird. In (großen) SMP-Systemen ist zu beachten, dass die Zugriffskosten auf den Hauptspeicher nicht gleichförmig sind (non-uniform memory access, NUMA). Jeder Prozessor besitzt einen lokalen Hauptspeicher, auf den er direkt zugreifen kann. Der Zugriff auf den Speicher anderer Prozessoren wird über ein Netzwerk geleitet und ist somit langsamer als ein lokaler Zugriff. Hierfür ist die Distanz zwischen Prozessor und Speicherbank ausschlaggebend. Während in kleinen NUMA-Systemen mit zwei oder vier CPU-Sockeln ein Prozessor nur wenige Zentimeter von jeder Speicherbank entfernt liegt und damit eine sehr geringe Latenzzeit besitzt, sind es in einem großen System mehrere Meter zwischen Prozessor und Hauptspeicher, wodurch sich die Zugriffszeit stark erhöht. Fordert ein Programm Hauptspeicher vom Betriebssystem an, erhält es zunächst lediglich einen virtuellen Adressbereich. Der erste Zugriff auf diese Adressen löst anschließend einen Seitenfehler (page fault) aus und das Betriebssystem beginnt den virtuellen Adressen physikalische Speicherseiten zuzuordnen. Dabei werden Seiten eines NUMA-Knotens gewählt, der sich in der Nähe des ausführenden Threads befindet. Beim Freigeben von Speicher wird dieser dem Allokator übergeben. Dieser kann das Speicherfragment an das Betriebssystem freigeben oder es in seinem Cache behalten, um damit spätere Anfragen bedienen zu können. Fordert ein Thread auf einem anderen Prozessor Speicher an, kann er somit ein Speicherfragment erhalten, welches auf einem entfernten NUMA-Knoten liegt. Damit dies nicht geschieht, sind Programmierer von NUMA-Systemen dazu angehalten, die Ausführung von Threads auf einzelne CPU-Kerne zu begrenzen. Dennoch kann durch wiederholtes Freigeben und Allokieren von Speicher die Datenlokalität beeinträchtigt werden.

Die Zuordnung von virtuellen zu physischen Speicherseiten übernimmt der Speicher-Allokator, der zwischen der Anwendung und dem Betriebssystem angesiedelt ist um den Speicher zu verwalten, der dem Programm zugeordnet ist. Die Motivation für den Einsatz eines Speicheralkotators besteht darin, teure Kontextwechsel für das Allokieren neuer Speicher zu vermeiden, sowie die Speicherfragmentierung und den totalen Speicherbedarf zu reduzieren. Der Allokator hat ebenfalls Einfluss darauf, welche Speicherseiten aus seinem Cache an welchen Thread ausgegeben werden. Somit könnte dieser, im Hinblick auf NUMA-Systeme, den Effekt von entfernten Speicherseiten begrenzen. In unserer Untersuchung war jedoch kein Allokator dazu in der Lage, so dass es zu erheblichen Einbußen

in der Performanz kam. Lediglich durch Allokieren des gesamten benötigten Speichers im Vorhinein und damit dem Umgehen des Allokators konnte ein signifikanter Geschwindigkeitszuwachs erzielt werden. Dieses Ergebnis zeigt, dass im Umfeld von großen SMP-Systemen weiterer Entwicklungsbedarf hinsichtlich effizienter Speicher-Allokatoren besteht.

### **Projekt: SECOS – The Service of Sediments in German Coastal Seas**

**Ansprechpartner:** MATTHIAS LÄUTER

**Beteiligte Mitarbeiter:** FLORIAN WENDE

**Forschungsförderung:** BMBF

Küsten- und Randmeere dienen als natürliche Umsatz- und Lagerstätten für landseitige Einleitungen. Der Hauptort für die Modifikation und die Ablagerung der eingebrachten Stoffe sind in den meisten Fällen nicht die Wassermassen der Rand- und Nebenmeere sondern die Sedimente, deren Schlüsselfunktion als zentrale Reaktoren in der Wechselwirkung zwischen Land und Meer gegenwärtig noch unzureichend untersucht ist. Das Projekt SECOS adressiert die Kartierung und Modellierung der Leistung der Sedimente in deutschen Küstenmeeren, sowie die Bewertung der Funktion mariner benthischer Systeme im Kontext menschlicher Nutzung, um in die Entwicklung von Management Tools für marine Küstensysteme einzufließen.

Im Rahmen des SECOS-Projektes, an dem auch das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) beteiligt ist, befassen wir uns mit der Portierung des ERGOM/MOM5-Codes (ERGOM = Ecological ReGional Ocean Model; MOM = Modular Ocean Model) auf den HLRN-III Supercomputer vom Typ Cray XC30/XC40, sowie mit der Optimierung des besagten Codes. Verfeinerte Strukturauflösung und aufwendige Parametrisierungen der Sedimente im ERGOM-Modul verlangen die Ausführung entsprechender Simulationen auf massiv paralleler Computer-Hardware sowie die Anpassung der verwendeten Algorithmen in diesem Kontext.

Die Programmoptimierungsschritte umfassen a) die Leistungsanalyse und -evaluation von ERGOM/MOM5 auf der Cray XC30/XC40, b) die Ermittlung sogenannter Hotspots in der Programmausführung, sowie c) die Leistungsverbesserung von ERGOM/MOM5 durch Modifikationen des Ausführungssetups und Anpassungen im Quellcode.

Die Portierung des ERGOM/MOM5 Codepackets auf die Cray XC30/XC40 sowie die XC30/XC40 spezifische Optimierung der Ausführungssetups konnte im Projektjahr 2013 erfolgreich abgeschlossen werden. Durch eine günstige Wahl des Simulationssetups ließen sich bereits Leistungsgewinne in der Programmausführung von mehr als 10% realisieren.

Der Fokus der Aktivitäten im Projektjahr 2014 lag auf der Erfassung der Programmcharakteristik und darauf aufbauend auf der Ermittlung von Hotspots für die Codeoptimierung. Mittels der Software Cray PAT (Performance Analysis Tool) und Intel ITAC (Intel Trace Analyser and Collector) wurden Programmprofile erstellt. Für die gewählten Simulationssetups wird die ERGOM/MOM5 Programmausführung wesentlich durch User-Code und MPI (Message Passing Interface) Kommunikation dominiert: >70% User-Code und rund 15% MPI Kommunikation.

Für die Optimierung des User-Codes wurden mittels Intel VTune Hotspots in der Programmausführung ermittelt. Ebenfalls wurden Optimierungsausgaben des verwendeten (Cray-, Intel-) Compilers für eben diese Hotspots untersucht. Eine wesentliche Beobach-

tung bestand in der Tatsache, dass für einige laufzeitrelevante Schleifenkonstrukte im MOM5-Code keine SIMD (Single-Instruction Multiple-Data) Optimierungen durch den Compiler vorgenommen wurden. Die Verwendung der SIMD-Recheneinheiten in modernen Prozessoren ist jedoch fast zwingend um hohe Durchsätze für Gleitkommaoperationen zu erzielen. Durch Einfügen entsprechender SIMD-Compiler-Direktiven in den MOM5-Code konnte dieser Umstand für den Intel Compiler behoben werden (für den Cray-Compiler stehen entsprechende Untersuchungen noch aus). Weiterhin wurden besagte Schleifen dahingehend optimiert, dass ungünstige und redundante Top-Level-Indirektionen die zu prozessierenden Datenstrukturen betreffend entfernt wurden. Durch diese Anpassungen konnte die Laufzeit der entsprechenden Programmabschnitte um rund einen Faktor 1.5 verringert werden, was für die Gesamtprogrammlaufzeit einen Performancegewinn von rund 7-10% bedeutet.

Weitere Codeoptimierungen wurden für das am IOW entwickelte ERGOM-Modul vorgenommen, für welches ebenfalls keine SIMD-Optimierungen durch den Compiler vorgenommen wurden. Anpassungen der Schleifenkonstrukte und Einfügen von SIMD-Compiler-Direktiven erzielten eine rund 30% schnellere Ausführung innerhalb des ERGOM-Moduls. Weitere Performancesteigerungen sind ohne massiven Umbau des Moduls nicht zu erwarten. Zusammen mit den MOM5-Code betreffenden Anpassungen lassen sich rund 10-15% Performancegewinn für die Gesamtanwendung vermerken.

Im Folgeprojektjahr 2015 sollen die vorgenommenen Code-Modifikationen in MOM5 (und weiterführend MOM6) integriert werden. Dieser Schritt wird primär über das IOW abgewickelt, wofür wir die notwendige Zuarbeit liefern. Weiterhin ist geplant, das ERGOM-Modul in vertretbarem Rahmen umzustrukturieren um höhere Datenlokalität und damit (hoffentlich) höhere SIMD-Rechenperformance zu erzielen.

Die Optimierung der MPI-Kommunikation ist gegenwärtig nicht angedacht, da hier wenig Potential zur messbaren Verringerung der Programmlaufzeit zu erwarten ist.

### **Projekt: A Fast and Fault Tolerant MicroKernel based System for Exascale Computing (FFMK)**

**Ansprechpartner:** THOMAS STEINKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** TATJANA BARANOVA, MICHAEL BERLIN, JAN FAJERSKI, ALEXANDER REINEFELD, THORSTEN SCHÜTT

**Zusammenarbeit:** TU Dresden, Hebrew University Jerusalem, Israel

**Forschungsförderung:** DFG SPP SPPEXA

Bei der Entwicklung und dem Einsatz zukünftiger Exascale-Rechner ergeben sich prinzipielle Probleme in Hinblick auf die Zuverlässigkeit einzelner Komponenten (CPU, Arbeitsspeicher, Festplattenspeicher, Netzwerk, Betriebssystem, etc.) und deren möglichen software- bzw. hardwarebedingten Ausfall. Bei annähernd unveränderter MTBF (Mean-Time-Between-Failure) wird sich die Ausfallwahrscheinlichkeit des Rechners mit dessen Größe (Anzahl verbauter Komponenten) signifikant erhöhen. Um im Fehlerfall Anwendungen nicht komplett abbrechen zu müssen, kann auf Checkpointing-Methoden zurückgegriffen werden, bei denen in regelmäßigen Intervallen anwendungsrelevante Informationen zusammentragen und speichern, die für einen Neustart notwendig sind. Im Kontext massiv-paralleler Berechnungen auf Supercomputern durch Verwendung mehrerer Prozesse, erlauben Checkpointing-Methoden das Wiedereingliedern einzelner Prozesse in die Gesamtberechnung bzw. das Neustarten der gesamten Anwendung im Fehlerfall. Die so erzielte Toleranz gegenüber Komponentenausfällen kann jedoch bei Verwendung ge-

wöhnlicher Betriebssysteme, welche den Checkpointing-Prozess begleiten und die Prozess-Wiedereingliederung bzw. den Anwendungsneustart vornehmen, zu Imbalancen und Performanceeinbußen in der Gesamtanwendung führen. Parallele Anwendungen werden daher empfindlich in ihrer Skalierung durch das Betriebssystem selbst behindert.

Im FFMK-Projekt adressieren wir diese Aspekte durch Design, Implementierung und Evaluierung eines L4-Mikrokern-basierten Betriebssystems, welches Lastbalancierungs- und Checkpointing-Mechanismen als leichtgewichtige Kernkomponenten integriert.

Die Fähigkeit einzelne Prozesse bzw. ganze Anwendungen im Fehlerfall ohne signifikanten Betriebssystem-Overhead neu zu starten, hängt unter anderem von der Leistung des Checkpointing-Mechanismus ab. Mit zunehmender Rechnergröße werden (parallele) festplattenbasierte Speicher zum Flaschenhals. Die Methode des In-Memory-Checkpointing erlaubt das Vorhalten anwendungsrelevanter Informationen im Arbeitsspeicher physikalisch separierter Rechenknoten, hat jedoch den Nachteil, dass bei Komponentenausfall die Checkpointing-Informationen möglicherweise auf Knotenebene ebenfalls verloren gehen. Wir verwenden daher Erasure-Codes, mit denen im Fehlerfall Checkpoints durch Zusammenführen von Redundanzinformationen, die im Arbeitsspeicher anderer Rechenknoten abgelegt sind, wiederhergestellt werden können.

Insbesondere erforschen wir im FFMK-Projekt:

- die Integration des XtreamFS Dateisystems in ein L4-Mikrokern-Betriebssystem sowie die Adaption von Erasure-Codes für In-Memory-Checkpointing und
- die Bereitstellung geeigneter paralleler Anwendungs-Codes, um zum einen den Entwicklungsprozess des Betriebssystems durch die Bestimmung wichtiger Anwendungsinformationen zu begleiten und Design-Entscheidungen zu unterstützen, und zum anderen um die angestrebte Funktionalität des Betriebssystems zu evaluieren.

Im Projektjahr 2014 haben wir einen Demonstrator entwickelt, der Checkpoints einer HPC-Anwendung (BQCD) transparent in einem ausfallresistenten XtreamFS Volume ablegt. Dieses Volume speichert die Checkpoint-Daten redundant und verteilt über mehrere benachbarte Rechenknoten. So kann auch nach dem Absturz eines Knotens und dem Verlust eines Teils der Checkpoint-Daten der globale Checkpoint rekonstruiert werden.

In einer ersten Version wurde die Ausfallsicherheit durch Replikation in XtreamFS realisiert. Um den Speicher-Overhead (bei Replikation mindestens 100 %) zu verringern, wurde im Rahmen eines zweiten Prototyps eine RAID5-Implementierung für XtreamFS entwickelt. Das In-Memory-Checkpointing auf Basis der RAID5-Implementierung toleriert ebenfalls den Ausfall eines Knotens, reduziert den Speicher-Overhead aber auf höchstens 33%. Die Transparenz der verteilten Checkpoint-Speicherung für die Anwendung, wird mittels des LD\_PRELOAD-basierten XtreamFS-Clients realisiert.

Im Projektjahr 2015 wird eine generische Reed-Solomon-Code Implementation entwickelt, um Ausfälle mehrerer Knoten bei ähnlich effizienter Speichernutzung zu tolerieren.

**Projekt: Berlin Big Data Center – BBDC**

**Ansprechpartner:** FLORIAN SCHINTKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** ROBERT SCHMIDTKE

**Zusammenarbeit:** Technische Universität Berlin, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Beuth Hochschule für Technik Berlin, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

**Forschungsförderung:** BMBF

Das Berlin Big Data Center (BBDC) hat sich zum Ziel gesetzt, hochinnovative Technologien zu entwickeln, die riesige Datenmengen organisieren und aus diesen fundierte Entscheidungen ableiten können, um wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Mehrwert zu schaffen. Erreicht wird dies durch die Verschmelzung der bislang isoliert voneinander existierenden Gebiete Datenmanagement und Maschinelles Lernen. Die Technologien des Zentrums sollen die Kosten der Analyse von Big Data senken, den Personenkreis, der Analysen auf Big Data durchführen kann, drastisch erhöhen und die führende Stellung Deutschlands in Wissenschaft und Wirtschaft ausbauen. Im Fokus stehen beispielhaft drei wirtschaftlich, wissenschaftlich und gesellschaftlich relevante Anwendungsbereiche: die Materialforschung, Medizin sowie Informationsmarktplätze. Aufbauend auf weltweit anerkannter Spitzenforschung sollen eine automatische Optimierung, Parallelisierung sowie eine skalierbare und adaptive Verarbeitung von Algorithmen ermöglicht werden. Behandelt werden dabei Bereiche des maschinellen Lernens, der linearen Algebra, der Statistik, der Wahrscheinlichkeitstheorie, der Computerlinguistik sowie der Signalverarbeitung.

Wir sind hauptsächlich im Storage-Bereich tätig und optimieren mit flexibel einstellbaren Datenlayouts die Speicherzugriffe auf Festplatten und SSDs. Hierfür setzen wir XtreamFS, unser verteiltes POSIX-kompatibles Cloud-Dateisystem, ein. XtreamFS wird dabei als Speicherbackend unterhalb der Analyseplattform, die auf Basis von Apache Flink entstehen wird, dienen.

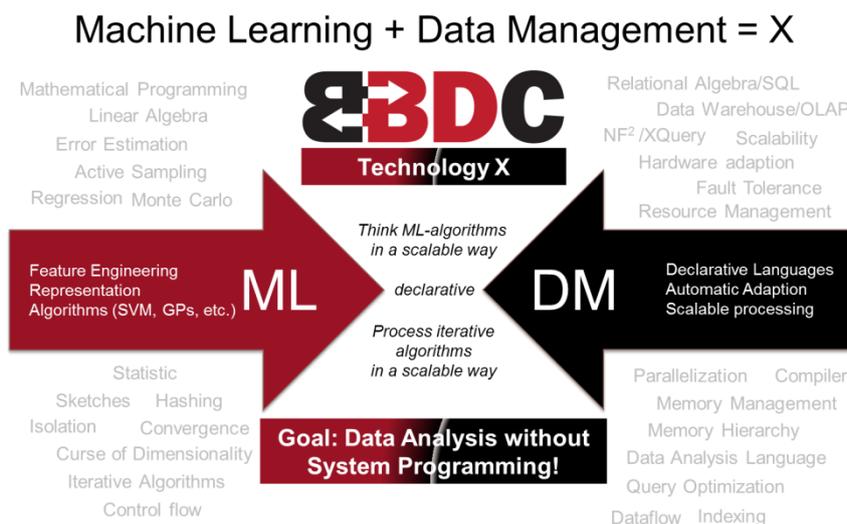


Abbildung 7: Überblick über das BBDC Projekt

## Projekt: Skalierbare multisensorale Analyse von Fernerkundungsdaten - GeoMultiSens

**Ansprechpartner:** FLORIAN SCHINTKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** JAN FAJERSKI

**Zusammenarbeit:** Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ (Koordinator), HU-Berlin, ZIB

**Forschungsförderung:** BMBF

Das Ziel des Verbundprojektes GeoMultiSens ist, eine neue effektive BigData-Technologie für die fernerkundliche Multi-Sensor-Analyse zu entwickeln und ihre Eignung an ausgewählten Anwendungsszenarien zu demonstrieren. Dazu wird eine integrierte Verarbeitungskette entwickelt, die folgende Arbeitsschritte unterstützt: das Management der großen Datenmengen im Tera- bis Petabyte-Bereich, die Integration heterogener Erdbeobachtungsdaten in ein gemeinsames Referenzmodell, die parallele Analyse der großen Erdbeobachtungsdaten sowie die visuelle Exploration der Daten und Analyseergebnisse zur korrekten Detektion und Bewertung raum-zeitlicher Veränderungen der Erdoberfläche.

Wir setzen für die Datenanalyseplattform unser verteiltes Dateisystem XtreamFS ein, integrieren es in die Plattform und erweitern es für effizientere Datenzugriffe bei regelmäßigen Zugriffsmustern.

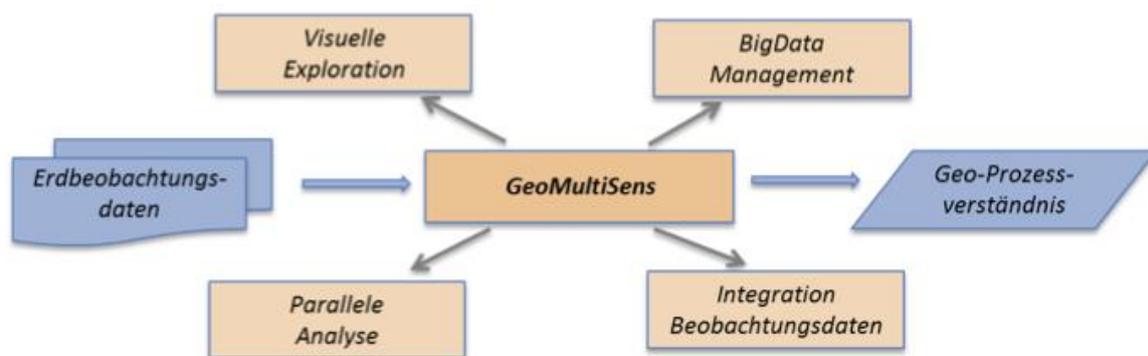


Abbildung 8: Komponenten der BigData Technologie GeoMultiSens zur multisensoralen Analyse von Fernerkundungsdaten

## Software

Große Softwarepakete nehmen in der Wissenschaftsgemeinschaft mittlerweile einen ähnlich hohen Stellenwert ein, wie z. B. Publikationen und Konferenzvorträge. In unserer Arbeitsgruppe sind neben mehreren kleineren auch zwei große Softwarepakete, XtreamFS und Scalaris, mit jeweils mehreren 10.000 Programmzeilen entwickelt worden, die nicht nur als Proof-of-Concept für verteilte Algorithmen und Protokolle dienen, sondern auch von externen Nutzern im Produktionseinsatz genutzt und in weltweiten Entwickler-Community weiterentwickelt werden.

### Scalaris - Ein transaktionaler, skalierbarer Key/Value-Store

**Ansprechpartner:** FLORIAN SCHINTKE, THORSTEN SCHÜTT, NICO KRUBER

Scalaris erweitert das Anwendungsspektrum von Peer-to-Peer-Systemen um strenge Datenkonsistenz und Transaktionen, zwei Eigenschaften traditioneller Datenbankmanagement-Systeme, ohne die Vorteile der Peer-to-Peer-Protokolle wie Ausfalltoleranz und Skalierbarkeit aufzugeben. Dies gelingt durch geschickte Einbettung ausfalltoleranter Algorithmen in die zugrundeliegenden strukturierten Overlay-Netzwerke. Der Scalaris Programmcode und weitere Informationen sind unter <http://scalaris.googlecode.com> zu finden.

### **XtreemFS - Ein skalierbares, verteiltes Dateisystem**

**Ansprechpartner:** CHRISTOPH KLEINWEBER

XtreemFS ist ein objekt-basiertes, repliziertes Cloud-Dateisystem für verteilte Systeme, vgl. Abschnitt XtreemFS. Die Software ist unter der BSD-Lizenz veröffentlicht und für die Betriebssysteme Linux, Windows und MacOS X verfügbar. Dokumentation sowie Links zum Quellcode und zu den Installationsquellen sind unter <http://www.xtreemfs.org> abrufbar.

### **HAM - Effizientes Offloading für Xeon Phi Cluster**

**Ansprechpartner:** MATTHIAS NOACK

HAM (Heterogeneous Active Messages) ist eine C++-Bibliothek zur effizienten Kommunikation zwischen heterogenen Prozessen auf verschiedenen Architekturen. Darauf aufbauend stellt HAM-Offload eine Implementierung des Offload-Programmiermodells für Xeon-Phi-Cluster zur Verfügung. HAM-Offload minimiert die Offload-Kosten, unterstützt verschiedene Kommunikationsschnittstellen und ermöglicht beliebige Offload-Schemata. Die Software steht unter <https://github.com/noma/ham> frei zur Verfügung.

### **MR-Search - Hochskalierende Graphsuchalgorithmen mit MapReduce**

**Ansprechpartner:** THORSTEN SCHÜTT

MR-Search ist ein Softwarepaket für Breiten- und heuristische Besten-Suchverfahren mit MapReduce. Es ist sowohl auf SMP-Systemen als auch in Clustern mit verteiltem Speicher einsetzbar. In der hybriden Implementation für Cluster mit Multikernprozessoren nutzt es MPI und OpenMP. Durch sein generisches Design ist es auch für andere MapReduce-basierte Algorithmen und auf anderen Hardwareplattformen einsetzbar.

### **Veröffentlichungen**

S. DREßLER, T. STEINKE: *An Automated Approach for Estimating the Memory Footprint of Non-linear Data Objects*, Euro-Par 2013: Parallel Processing Workshops, pp. 249-258, Vol.8374, Lecture Notes in Computer Science, 2014 (also: ZIB-Report 13-46).

H. EHRIG, U. GOLAS, A. HABEL, L. LAMBERS, F. OREJAS: *M-Adhesive Transformation Systems with Nested Application Conditions. Part 1: Parallelism, Concurrency and Amalgamation*, Mathematical Structures in Computer Science, 24(4), pp. 1-48, 2014.

K. GABRIEL, B. BRAATZ, H. EHRIG, U. GOLAS: *Finitary M-Adhesive Categories*, Mathematical Structures in Computer Science, 24(4), pp. 1-40, 2014.

U. GOLAS, A. HABEL, H. EHRIG: *Multi-Amalgamation of Rules with Application Conditions in M-Adhesive Categories*, Mathematical Structures in Computer Science, 24(4), pp. 1-68, 2014.

- F. HERMANN, H. EHRIG, U. GOLAS, F. OREJAS: *Formal Analysis of Model Transformations Based on Triple Graph Grammars*, *Mathematical Structures in Computer Science*, 24(4), pp. 1-57, 2014.
- J. KRÜGER, R. GRUNZKE, S. GESING, S. BREUERS, A. BRINKMANN, L. DE LA GARZA, O. KOHLBACHER, M. KRUSE, W. E. NAGEL, L. PACKSCHIES, R. MÜLLER-PFEFFERKORN, P. SCHÄFER, C. SCHÄRFE, T. STEINKE, T. SCHLEMMER, K. D. WARZECHA, A. ZINK, S. HERRES-PAWLIS: *The MoSGrid Science Gateway - A Complete Solution for Molecular Simulations*, *Journal of Chemical Theory and Computation*, 10(6), pp. 2232-2245, 2014.
- C. KLEINWEBER, A. REINEFELD, T. SCHÜTT: *QoS-aware Storage Virtualization for Cloud File Systems*, *Proceedings of the 1<sup>st</sup> ACM International Workshop on Programmable File Systems*, pp. 19-26, PFSW '14, 2014.
- N. KRUBER, F. SCHINTKE, M. BERLIN: *A Relational Database Schema on the Transactional Key-Value Store Scalaris*, *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Workshop on Scalable Cloud Data Management*, 2014.
- M. NOACK, F. WENDE, F. CORDES, T. STEINKE: *A Unified Programming Model for Intra- and Inter-Node Offloading on Xeon Phi Clusters*, *SC '14: Proceedings of the International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*. SC14, November 16-21, 2014, New Orleans, Louisiana, USA, 2014.
- M. NOACK: *HAM - Heterogenous Active Messages for Efficient Offloading on the Intel Xeon Phi*, *ZIB-Report 14-23*, 2014.
- I. POTAMITIS, P. SCHÄFER: *On Classifying Insects from their Wing-Beat: New Results*, *Ecology and acoustics: emergent properties from community to landscape*, Paris, France, 2014.
- P. SCHÄFER: *Experiencing the Shotgun Distance for Time Series Analysis*, *Transactions on Machine Learning and Data Mining*, 7(1), pp. 3-25, 2014.
- P. SCHÄFER: *The BOSS is concerned with time series classification in the presence of noise*, *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2014.
- P. SCHÄFER: *Towards Time Series Classification without Human Preprocessing*, *MLDM 2014*, pp. 228-242, Vol.8556, Springer LNAI, 2014.
- F. WENDE, F. CORDES, T. STEINKE: *Concurrent Kernel Execution on Xeon Phi within Parallel Heterogeneous Workloads*, *Euro-Par 2014: Parallel Processing*. 20th International Conference, Porto, Portugal, August 25-29, 2014, *Proceedings*, Vol. 8632, *Lecture Notes in Computer Science*, 2014.
- F. WENDE, T. STEINKE, M. KLEMM, A. REINEFELD: *Concurrent Kernel Offloading*, In: James Reinders, Jim Jeffers (Eds.), *High Performance Parallelism Pearls*, Morgan Kaufman, Elsevier, 2014, isbn: 978-0128021187.
- F. WENDE, G. LAUBENDER, T. STEINKE: *Integration of Intel Xeon Phi Servers into the HLRN-III Complex: Experiences, Performance and Lessons Learned*, *CUG2014 Proceedings*, 2014 (preprint available as ZIB-Report 14-15).
- F. WENDE, T. STEINKE, F. CORDES: *Multi-threaded Kernel Offloading to GPGPU Using Hyper-Q on Kepler Architecture*, *ZIB-Report 14-19*, 2014.

## Vorträge

CH. KLEINWEBER: *Using XtreamFS for Data Analysis with Hadoop*, Linux-Tag 2014, 08.-10.05.2014, Berlin.

A. REINEFELD: *Past, present, parallel: heuristic search in a changing computer world*, Keynote, 7<sup>th</sup> Annual Symposium on Combinatorial Search (SoCS 2014), 15.-17.08.2014, Prag, Tschechien.

A. REINEFELD: *MR-Search: Highly Parallel Heuristic Search with MapReduce*, NERSC Berkeley Lab, Kalifornien, 17.09.2014

TH. STEINKE: *IPCC at ZIB: Results, Challenges, and Outlook*, IPCC EMEA Workshop, Zuse-Institut Berlin, 09.09.2014

TH. STEINKE: *Code Optimization for KNC*, NERSC Berkeley Lab, Kalifornien, 16.09.2014

TH. STEINKE: *Concurrent Kernel Execution on KNC*, NERSC Berkeley Lab, Kalifornien, 17.09.2014

F. WENDE: *Concurrent Thermodynamical Sampling on Xeon Phi*, Intel Booth, SC14, November 16-21, 2014, New Orleans, Louisiana, USA, 2014.

## Sonstige Aktivitäten

### Advisory Boards, Editorial Boards und Conference Boards

#### Alexander Reinefeld

- Cybera International Strategic Advisory Committee, Alberta, Canada
- Wissenschaftlicher Beirat, Paderborn Center for Parallel Computing
- Open Grid Forum Advisory Committee
- EuroPar Advisory Board
- Journal of Grid Computing (JoGC), Kluwer Academic Publisher
- International Journal of Grid and Utility Computing (IJGUC), Inderscience Publ.
- International Journal of Computational Sciences (IJCS)

#### Thomas Steinke

- Board of Directors, Academic at-large, OpenFPGA, Inc.

### Veranstaltete Tagungen und Workshops

- Dagstuhl Seminar “Resilience in Exascale Computing”, Schloß Dagstuhl, 29.09.-01.10.2014
- SPPEXA project meeting FFMK: A fast an fault-tolerant microkernel based system for exascale computing, Berlin, 16.-18.06.2014
- EMEA Intel Parallel Computing Centers (IPCC) User Forum Conference, Berlin, 09.-10.09.2014

### Mitarbeit in Programmkomitees

#### Alexander Reinefeld

- SPPEXA-Workshop auf der Euro-Par 2014, Porto, Portugal, 25.08.2014
- Closer 2014 – 4<sup>th</sup> International Conference on Cloud Computing and Services Science, Barcelona, Spanien, 03.-05.04.2014

- CCGrid 2014 - 14<sup>th</sup> IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing, Chicago, IL, USA, 26.-29.05.2014
- 5<sup>th</sup> Workshop on Big Data Benchmarking, Potsdam, 05.-06.08.2014

#### **Florian Schintke**

- IEEE/ACM International Symposium on Big Data Computing (BDC) 2014, London UK, 08. - 11.12.2014
- DIDC 2014: The Sixth International Workshop in Data-intensive Distributed Computing, Vancouver, Canada, 23. - 27.06.2014

#### **Thomas Steinke**

- IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics
- Journal of Parallel and Distributed Computing, Special Issue " Novel architectures for high-performance computing", Elsevier

### **Dissertationen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten**

#### **Alexander Reinefeld**

JAN FAJERSKI: *MapReduce on Distributed Hash Tables*, Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

SVETLANA KULAGINA: *Distributed Multi-Stage Time Series Similarity Search*, Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

#### **Thomas Steinke**

GUNNAR RUTHENBERG, *Hybrid Transactions for Intel's Transactional Synchronization Extensions*, Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

Lehr- und Forschungseinheit  
**Algorithmen und Komplexität**

[http://www.informatik.hu-berlin.de/Forschung\\_Lehre/algorithmen](http://www.informatik.hu-berlin.de/Forschung_Lehre/algorithmen)

**Leiter**

PROF. DR. KLAUS REINHARDT  
Tel.: (030) 2093 3192  
E-Mail: reinhagl@informatik.hu-berlin.de

**Sekretariat**

EVA SANDIG  
Tel.: (030) 2093 3080  
Fax: (030) 2093 3081  
E-Mail: sandig@informatik.hu-berlin.de

**Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen**

DIPL.-INF. BERIT GRUBIEN (AB 09/2014)  
DIPL.-INF. PASCAL LENZNER (BIS 09/2014)  
DIPL.-INF. STEPHAN VERBÜCHELN (AB 10/2014)

**Techniker**

DIPL.-MATH. RALF OELSCHLÄGEL

**Tutoren**

MICHAEL JUNG  
NILS GOLDAMMER (BIS 09/2014)  
LAURA WARTSCHINSKI (AB 10/2014)

Die Arbeiten der Lehr- und Forschungseinheit liegen im Bereich der Entwicklung und Analyse von effizienten Algorithmen. Dabei wird ein breites Spektrum von Themen der modernen Algorithmik abgedeckt. Effiziente Algorithmen bilden ein Grundlagenfach der Informatik, das sich damit befasst, Berechnungsverfahren für zentrale und aktuelle Probleme der Disziplin zu entwickeln. Entscheidend ist, dass der Algorithmenentwurf einhergeht mit einer streng mathematischen Analyse, die nachweist, dass ein vorgestelltes Verfahren bestimmte Garantien hinsichtlich Rechenressourcen oder eines anderen gewünschten Gütemaßes erzielt. Die entsprechenden Ergebnisse geben Einblick in die Komplexität eines Problems.

Konkret arbeitet der Lehrstuhl an den folgenden Themen.

**Formale Sprachen und Komplexität:** Es werden viele unterschiedliche Modelle zur Erzeugung und Erkennung von formalen Sprachen untersucht. Die Komplexität der dabei verwendeten Algorithmen kann nicht nur mit Platz- und Zeit-Verbrauch sondern auch auf andere Weise, z.B. mit Kellertiefe oder Anzahl der Alternierungen gemessen werden.

**Kryptographische Protokolle:** Die klassischen Ziele der Kryptographie sind die Vertraulichkeit und Authentizität von Nachrichten. Darüber hinaus werden an kryptographische Protokolle aber auch weitere Anforderungen gestellt. Zu den dazu am Lehrstuhl untersuchten

Fragestellungen zu Protokollen gehören die folgenden: Wie können Teilnehmer gemeinsam einen Funktionswert berechnen ohne dass ein Teilnehmer mehr über die Teileingaben der anderen Teilnehmer erfährt als nötig? Wie können Online Accounts (z.B. Transaktionen beim Online-Banking) auch dann sicher gemacht werden, wenn das Endgerät des Benutzers von einem Trojaner befallen sind? Wie kann sichergestellt werden, dass der Hersteller einer Smartcard nicht betrügen kann indem die Smartcard die Schlüssel nicht wirklich zufällig erzeugt oder Informationen beim Erzeugen von Unterschriften heraus schmuggelt; letzteres würde als Kleptogramm den Diebstahl von Bitcoins aus einer Offline Wallet ermöglichen.

*Algorithmische Spieltheorie:* Algorithmische Probleme in großen und komplexen Systemen werden oftmals nicht von einer zentralen Autorität gelöst. Vielmehr gibt es eine Vielzahl von Agenten, die bei der Lösung zum Teil eigennützige Interessen verfolgen. Ziel ist die Entwicklung von Gleichgewichtszuständen, sogenannten Nash-Gleichgewichten, in denen sich kein Agent verbessern kann, sofern alle anderen Agenten an ihren Strategien festhalten. In der Arbeitsgruppe sind bisher verschiedene Netzwerkdesign-Spiele untersucht worden, die anstreben, die Konstruktion und Evolution großer Netzwerke nachzubilden.

Die oben beschriebenen Forschungsthemen spiegeln sich zum Teil im Lehrangebot der Arbeitsgruppe wider.

Innerhalb des Instituts besteht eine Zusammenarbeit mit den Lehrstühlen Komplexität und Kryptografie und Logik in der Informatik.

## Lehre

Die Grundlagen des Gebiets *Algorithmen und Komplexität* werden im Bachelorstudium durch die Vorlesungen *Einführung in die Theoretische Informatik* und *Algorithmen und Datenstrukturen* vermittelt.

Das Lehrangebot wird ergänzt durch vertiefende Vorlesungen zu den Themen *Algorithmische Geometrie*, *Parametrisierte Algorithmen*, *Formale Sprachen* und *Algorithmische Spieltheorie*.

## Vorlesungen

- Algorithmische Spieltheorie (K. REINHARDT, SoSe 2014)
- Formale Sprachen 1 (K. REINHARDT, SoSe 2014)
- Algorithmen und Datenstrukturen (K. REINHARDT, SoSe 2014)
- Algorithmische Geometrie (K. REINHARDT, WiSe 2014/2015)
- Parametrisierte Algorithmen 1 (K. REINHARDT, WiSe 2014/2015)
- Einführung in die Theoretische Informatik (K. REINHARDT, WiSe 2014/2015)

## Übungen

- Algorithmische Spieltheorie (K. REINHARDT, SoSe 2014)
- Formale Sprachen 1 (K. REINHARDT, SoSe 2014)
- Parametrisierte Algorithmen 1 (K. REINHARDT, WiSe 2014/2015)
- Algorithmische Geometrie (K. REINHARDT, WiSe 2014/2015)
- Algorithmen und Datenstrukturen (P. LENZNER, SoSe 2014)
- Einführung in die Theoretische Informatik (B. GRUBIEN, S. Verbücheln, WiSe 2014/2015)

## Veröffentlichungen

### Artikel

H. GÖKALP DEMIRCI, MIKA HIRVENSAALO, KLAUS REINHARDT, A. C. CEMSAY, A. YAKARYILMAZ: *Classical and quantum realtime alternating automata*. In Sixth Workshop on Non-Classical Models for Automata and Applications - NCMA 2014, Kassel, Germany, July 28-29, 2014. Proceedings, pages 101–114, 2014.

S. HAGER, F. WINKLER, B. SCHEUERMANN, K. REINHARDT: *Building optimized packet filters with coffi*. In FCCM 14: 22nd IEEE International Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines, May 2014.

K. REINHARDT, ABUZER YAKARYILMAZ. *The minimum amount of useful space: New results and new directions*. CoRR, abs/1405.2892, 2014. LNCC Vol. 8633, pp. 315-326, 2014 (Developments in Language Theory).

### Bachelorarbeiten / Dissertationen

P. LENZNER: *On Selfish Network Creation*, Dissertation Institut für Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014.

E. HÖFER: *Android-basierter Zahlenvergleich ohne weitere Informationspreisgabe*, Bachelorarbeit, Humboldt Universität zu Berlin, Oktober 2014.

### Vorträge

K. REINHARDT: *Principal Trios, AFLs and Logarithmic Space*, 24. Theorietag, Automaten und Formale Sprachen, Caputh, September 2014.

P. LENZNER: *On Dynamics in Selfish Network Creation Games*, 1st German Day on Computational Game Theory, Heinz Nixdorf Institut, Paderborn, Februar 2014.

P. LENZNER: *On Selfish Network Creation*, Promotionsvortrag, Institut für Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin, Mai 2014.

P. LENZNER: *Selfish Network Creation – Dynamics & Structure*, International Conference on Operations Research, Aachen, September 2014.

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. Dr. Klaus Reinhardt

- Diverse Gutachtertätigkeiten für Abschlussarbeiten, Konferenzen und Zeitschriften
- Beteiligt an der Entwicklung der End-to-Display Verschlüsselung (<http://www.e2de.info/>). Diese wurde unter 11 von 66 Teams zum 5. Deutschen IT-Sicherheitspreis 2014 der Horst Götz Stiftung (<http://www.horst-goertz.de/>) nominiert.

### Ralf Oelschlägel

- Mitglied des Institutsrates

### Pascal Lenzner

- Diverse Gutachtertätigkeiten für Konferenzen und Zeitschriften
- Organisator und Session Chair der “Network Creation Games” Session, International Conference on Operations Research, Aachen, September 2014

**Gäste am Lehrstuhl**

Dr. Bernd Borchert, Tübingen

Lehr- und Forschungseinheit  
**Theorie der Programmierung**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/top>

**Leiter**

PROF. DR. WOLFGANG REISIG  
Tel.: (030) 2093 3065  
E-mail: reisig@informatik.hu-berlin.de

**Sekretariat**

BIRGIT HEENE  
Tel.: (030) 2093 3066  
E-Mail: heene@informatik.hu-berlin.de

**Sekretariat SOAMED**

DIANA WALTER  
Tel.: (030) 2093 3093  
E-Mail: walterdi@informatik.hu-berlin.de

**Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen**

DIPL.-INF. RAFFAEL DZIKOWSKI (BIS SEPTEMBER 2014)  
DIPL.-INF. CHRISTIAN GIERDS (BIS JANUAR 2014)  
M.SC. ANDRE MOELLE  
DIPL.-INF. ROBERT PRÜFER (BIS OKTOBER 2014)  
DIPL.-INF. JAN SÜRMELE  
DIPL.-INF. KIM VÖLLINGER

**Promotionsstudentinnen und –studenten**

DIPL.-INF. CHRISTOPH WAGNER  
DIPL.-INF. ROBERT PRÜFER  
DIPL.-INF. RICHARD MÜLLER

**Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung**

DR. GUANJUN LIU

**Technikerin**

DIPL.-CHEM. BIRGIT SCHIEFNER

**Tutoren**

MARC KEWITZ  
MARGARITA MURGOSKA  
MARVIN TRIEBEL  
MICHAEL RÜCKER

Die wissenschaftlichen Arbeiten des Lehrstuhls umfassen die Theorie der Programmierung in ihrer ganzen Breite, von sehr grundsätzlichen Fragen zum Begriff des verteilten Algorithmus über das breite Spektrum von Techniken der Modellierung von Systemen bis hin zu Paradigmen des praktischen Systementwurfs. Einen aktuellen thematischen Schwerpunkt bildet die Modellierung und Analyse von Workflows, Szenarien und service-orientierten Architekturen. Die Arbeiten dazu fördert die DFG in Projekten der beiden Graduiertenkollegs METRIK und SOAMED.

Die organisatorischen Arbeiten des Lehrstuhls hatten zwei Schwerpunkte: Für das Graduiertenkolleg SOAMED (bis Ende September 2014) hat der Lehrstuhl in der Sprecherrolle Personal geworben und eingestellt, Veranstaltungen organisiert und eine Vielzahl von Prozessen initiiert, die das Kolleg für seine vielfältigen, aufeinander abgestimmten Prozesse und Abläufe benötigt. Zentral war dabei die Organisation des Besuchs der Gutachter zum Fortsetzungsantrag Ende Januar.

Als zweiten Schwerpunkt hat der Lehrstuhl im Rahmen seines B.E.S.T.-Programms (gefördert durch die DFG) seine Zusammenarbeit mit der *Architecture of Information Systems Group* der TU Eindhoven (Prof. van der Aalst) und dem *Lehrstuhl Theorie der Programmierung* an der Universität Rostock (Prof. Wolf) mit zwei Workshops fortgesetzt. Höhepunkt war die Verteidigung der 6. binationalen Promotion von Herrn Richard Müller seit Bestehen des Programms.

## Lehre

In der Lehre konzentriert sich die LFE auf zentrale Aspekte des modellbasierten Software-Entwurfs mit der regelmäßig angebotenen Vorlesung *Modellierung und Spezifikation* des Bachelorstudienganges und der Diplom/Master-Vorlesung über *Methoden und Modelle des Systementwurfs*. Grundlagen zum Verständnis verteilter Systeme legt die ebenfalls regelmäßig angebotene Vorlesung *Verteilte Algorithmen*. Regelmäßig wird auch das Proseminar *Beauty is our Business* angeboten, in dem Studierende intensiv die Präsentation wissenschaftlicher Texte üben. Daneben stehen wechselnde vertiefende Seminare zu Themen aus der Theorie der Programmierung.

Im Wintersemester 2013/2014 hatte Herr Prof. Reisig sein Freisemester. Der Lehrstuhl hat im Sommersemester 2014 und Wintersemester 2014/2015 folgende Lehrveranstaltungen angeboten:

### Veranstaltungen im Bachelorstudium

- Proseminar "Beauty is our Business" (W. REISIG, SoSe 2014)
- Semesterprojekt „Entwurf eines graphischen Editors zum patternbasierten Modellieren“ (CHR. GIERDS, WiSe 2013/2014)
- Vorlesung „Modellierung und Spezifikation“ (W. REISIG, SoSe 2014)
- Praktikum "Modellierung und Spezifikation" (J. SÜRMELE, SoSe 2014)

### Master-/Diplomveranstaltungen

- Vorlesung "Methoden und Modelle des Systementwurfs" (W. REISIG, SoSe 2014)
- Übung "Methoden und Modelle des Systementwurfs" (W. REISIG, SoSe 2014)
- Praktikum "Methoden und Modelle des Systementwurfs" (R. DZIKOWSKI, SoSe 2014)
- Vorlesung "Verteilte Algorithmen" (W. REISIG, WiSe 2014/2015)
- Übung "Verteilte Algorithmen" (W. REISIG, WiSe 2014/2015)

## Seminare

- Seminar/ Forschungsseminar "Angewandte Verteilte Algorithmen" (W. REISIG, SoSe 2014, WiSe 2014/2015)
- Seminar "Analyse von Petrinetzmodellen" (J. SÜRMEI, WiSe 2014/15)

## Forschung

### Projekt Automatische Synthese von Verhaltensadaptern

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. CHRISTIAN GIERDS, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

Ein Service ist eine Software-Komponente, die aus einer Kontrollstruktur sowie einer Schnittstelle besteht. Services mit passenden Schnittstellen und Verhalten können mit anderen Services zu einem komplexen Service komponiert werden. Da Services im Allgemeinen unabhängig voneinander konstruiert werden, können zwei Services häufig nur aufgrund kleiner, behebbarer Unterschiede nicht komponiert werden. Ein Adapter ist ein dritter Service, der diese Unterschiede ausgleicht. Alle drei Services bilden dann gemeinsam einen komplexen Service.

In diesem Projekt werden Verfahren entwickelt, Adapter für gegebene Services automatisch zu synthetisieren. Im Zentrum stehen dabei Adapter zum Ausgleich unterschiedlichen Verhaltens. Mit Hilfe solcher Verhaltensadapter können mehr Paare von Services komponiert werden. Ein wichtiges Anwendungsgebiet im Bereich Service-orientierter Architekturen ist Service Discovery: Zu einem gegebenen Service S muss in einem Verzeichnis ein mit S komponierbarer Service gefunden werden. Durch die Verwendung von Verhaltensadaptern können im Allgemeinen wesentlich mehr komponierbare Services gefunden werden.

### Projekt Verfeinernde Konstruktion von Services

**Ansprechpartner:** M.SC. ANDRE MOELLE, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

**Forschungsförderung:** DFG-Graduiertenkolleg SOAMED

Ein Ziel serviceorientierter Architekturen ist die Strukturierung komplexer IT-Systeme. Die Grundbausteine einer serviceorientierten Architektur sind *Services*, wobei jeder Service eine klar definierte Funktionalität erbringt und diese über eine *Schnittstelle* bereitstellt. Indem mehrere Services miteinander kooperieren, erbringen sie höhere Funktionalität. Ein Beispiel eines Services ist eine Bestellung bei einem Versandhändler. Dieser Service nutzt konkretere Services wie z.B. Verfügbarkeitsprüfung, Bonitätsprüfung und Versand. Der für den Versand zuständige Service wiederum kümmert sich beispielsweise um Beschaffung, Verpackung und Transport der Ware, indem er dafür vorgesehene Services nutzt. An diesem Beispiel erkennt man bereits, dass Services in ihrem Abstraktionsgrad stark variieren.

Es ist naheliegend, Services analog konstruieren, indem man zuerst einen abstrakten Service modelliert, der zwar nicht ausführbar ist, aber die zu erbringende Funktionalität bereits spezifiziert. Dieses Servicemodell transformiert man schrittweise, um es schließlich in ausführbare Services zu zerlegen. Um zu beweisen, dass das wiederholt transformierte Servicemodell tatsächlich weiterhin die gewünschte Funktionalität spezifiziert, zeigt man für jede Transformation folgenden Zusammenhang: Wenn ein Servicemodell die gewünschte Funktionalität spezifiziert, dann spezifiziert auch das transformierte Servicemodell diese Funktionalität. Eine Transformation mit dieser Eigenschaft bewahrt also die

gewünschte Funktionalität; wir bezeichnen sie auch als *Verfeinerung*. Damit sind Services, die durch Verfeinerung konstruiert wurden, per Konstruktion korrekt.

Das Ziel dieses Projekts ist es, die Konstruktion von Services durch Verfeinerung zu systematisieren. Dabei werden die Services als Petrinetze modelliert und die zu erbringende Funktionalität mit temporaler Logik formuliert: Ein Petrinetz  $N$  spezifiziert eine gewünschte Funktionalität, falls  $N$  die der Funktionalität entsprechende temporallogische Formel  $\varphi$  erfüllt (Notation:  $N \models \varphi$ ). Eine Transformation in  $N$  entspricht dem Ersetzen eines Teils von  $N$  durch ein weiteres Petrinetz, woraus sich ein transformiertes Petrinetz  $M$  ergibt. Gilt ferner  $N \models \varphi \Rightarrow M \models \varphi$  handelt es sich bei der Transformation darüber hinaus um eine Verfeinerung.

### **Projekt Conformance checking for service behaviors in the healthcare domain**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. RICHARD MÜLLER, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

**Zusammenarbeit:** PROF. DR. WIL VAN DER AALST, DR. CHRISTIAN STAHL, Eindhoven University of Technology

**Forschungsförderung:** DFG-Graduiertenkolleg SOAMED

Es ist gute ingenieurwissenschaftliche Praxis, ein System und seine Verhaltenseigenschaften erst zu spezifizieren, und dann zu implementieren. Im Falle eines konkret implementierten Systems und seiner Spezifikation stellt sich die Frage, ob die Implementierung konform zu ihrer Spezifikation ist, d.h. ob bestimmte Verhaltenseigenschaften der Spezifikation in der Implementierung erhalten bleiben. Conformance checking ist eine Methode, um diese Frage zu beantworten.

In diesem Projekt wird conformance checking unter dem Paradigma der Service-Orientierung untersucht: Ein System ist eine Komposition kommunizierender Services, und eine Verhaltenseigenschaft des Systems ist das Verhalten der komponierten Services. Es ist schon jetzt ersichtlich, dass die Kompositionalität konformer Services eine außerordentlich wichtige Rolle spielt.

Conformance checking unter dem Paradigma der Service-Orientierung ist besonders relevant für Systeme im Gesundheitswesen. Einerseits werden immer mehr dieser Systeme service-orientiert implementiert, um ihre einfache Integration in andere, vorhandene Systeme zu gewährleisten. Andererseits müssen Systeme im Gesundheitswesen vor ihrer Implementierung spezifiziert werden, da sie von Natur aus vielfältig und komplex sind.

### **Projekt Szenariobasierter Entwurf datenabhängiger Services**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. ROBERT PRÜFER, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

**Zusammenarbeit:** DR. DIRK FAHLAND, Eindhoven University of Technology

**Forschungsförderung:** DFG-Graduiertenkolleg SOAMED

Möchte man das Verhalten eines Systems modellieren, das aus mehreren Services zusammengesetzt ist, steht man schnell vor dem Problem, dass zwar die Modellierung des Verhaltens eines einzelnen Services gut gelingen kann, das serviceübergreifende Verhalten jedoch schwer abzuschätzen ist. Um dieses Problem anzugehen, kann man das Verhalten der Services durch eine Menge von Szenarien modellieren. Ein Szenario beschreibt hierbei einen serviceübergreifenden Teil des Systemverhaltens, der unter bestimmten Vorbedingungen eintreten und ggf. mehrmals wiederkehren kann. Das gesamte Verhalten des Systems kann so durch eine Menge von *Szenarien* beschrieben werden. Die Grundan-

nahme der szenariobasierten Modellierung ist, dass das serviceübergreifende Verhalten durch eine Menge von Szenarien intuitiver und verständlicher modelliert werden kann als durch einzelne Servicemodelle.

Um das gesamte Verhalten eines Services analysieren und verifizieren und die Services auf Grundlage der Modelle implementieren zu können, benötigt man dennoch die Modelle der einzelnen Services. Das Ziel des szenariobasierten Entwurfs ist es, aus einer Menge von Szenarien die Modelle des Verhaltens entweder eines zentral gesteuerten Systems oder aber einzelner, verteilt arbeitender Services möglichst automatisch zu generieren. Die Servicemodelle sollen hierbei die Menge der Szenarien *erfüllen*: Jeder Ablauf, der durch die Szenarien spezifiziert wird, muss auch ein Ablauf in einem Servicemodell oder der Komposition mehrerer Servicemodelle sein. Zusätzlich ist wünschenswert, dass die Servicemodelle genau die spezifizierten Abläufe aufweisen. Hierzu muss auf Modellebene an bestimmten Stellen *Synchronisation* zwischen den einzelnen Services eingefügt werden.

Eine szenariobasierte Modellierungssprache sollte aus Gründen der praktischen Anwendbarkeit sowohl die Möglichkeit bieten, Daten explizit zu repräsentieren, als auch Ausdrucksmittel zur Abstraktion bereitstellen. Repräsentation von Daten bietet zum einen die Möglichkeit, komplexe Modelle kompakt zu modellieren; zum anderen kann so datenabhängiges Verhalten ausgedrückt werden. Mit Hilfe von Ausdrucksmitteln zur Abstraktion wird dem Modellierer die Möglichkeit geboten, sinngerecht innerhalb eines Szenarios kausale Zusammenhänge zu modellieren, ohne dass das Szenario groß und unübersichtlich wird.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Methode für den szenariobasierten Entwurf zu entwickeln, so dass

- in der szenariobasierten Modellierungssprache sowohl Daten repräsentiert werden können als auch Abstraktion als Ausdrucksmittel zur Verfügung steht,
- aus einer szenariobasierten Spezifikation automatisch Servicemodelle generiert werden können, in denen Daten repräsentiert werden und die genau das in den Szenarien spezifizierte Verhalten aufweisen.

### **Projekt Die Synthese kostenoptimaler Partner eines offenen Systems**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. JAN SÜRMELE, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

Ein *offenes System* interagiert mit anderen offenen Systemen durch Austausch von Nachrichten über eine Schnittstelle. Dabei konzentrieren wir uns auf *asynchronen Nachrichtenaustausch*: Versand und Empfang einer Nachricht sind entkoppelt, wodurch ein hoher Grad an Nebenläufigkeit entsteht. Ein Kernkonzept offener Systeme ist *Komposition*: Die Komposition zweier offener Systeme  $T$  und  $U$  ist wieder ein offenes System  $T \oplus U$ . Zwei offene Systeme  $T$  und  $U$  heißen *Partner*, wenn ihre Schnittstellen perfekt zueinander passen: Die Komposition  $T \oplus U$  zweier Partner kann nicht mit anderen offenen Systemen interagieren, hat formal gesehen eine leere Schnittstelle. In diesem Fall nennen wir  $T \oplus U$  eine Partnerschaft (offener Systeme). Wir unterscheiden Partnerschaften anhand von *Präferenzen*. Die Bildung der Präferenzen basiert einerseits auf Anforderungen an das Verhalten, wie beispielsweise die Abwesenheit von Verklemmungen, und andererseits auf nicht-funktionalen Anforderungen wie Kostenbeschränktheit oder Kostenminimalität. Wir interessieren uns besonders für Problemfragen, bei denen nur ein Partner  $T$  der Partnerschaft bereits bekannt ist. Wir übertragen daher kanonisch den Begriff der Präferenz  $\geq$  von den Partnerschaften auf die Menge aller Partner von  $T$ :  $U$  ist genau dann ein  $\geq$ -

optimaler Partner von  $T$ , wenn  $T \oplus U$   $\geq$ -optimal in der Menge aller Partnerschaften der Form  $T \oplus U$  ist.

Folgende Problemfragen aus der Praxis lassen sich mit dem Begriff des optimalen Partners formulieren:

1. *Korrektheit*: Ist  $U$  ein optimaler Partner von  $T$ ?
2. *Discovery*: Gegeben  $T$  und eine Auswahl möglicher Partner: Ist unter den Partnern ein optimaler? Welches ist der beste (möglicherweise nicht optimale) Partner in der Auswahl?
3. *Adaptersynthese*: Angenommen  $T$  und  $U$  bilden keine Partnerschaft, kann ein optimaler Partner  $A$  für  $T \oplus U$  konstruiert werden?
4. *Austauschbarkeit*: Angenommen,  $T$  soll gegen  $S$  ausgetauscht werden. Sind die optimalen Partner von  $T$  auch optimale Partner von  $S$ ?

Wir betrachten diese Probleme auf der Ebene formaler Modelle offener Systeme. Dazu entwickeln wir den Formalismus der *gewichteten Netze*, einer Erweiterung von *Petrinetzen* um die Konzepte *gewichteter Automaten*. Eine Technik zur Lösung der oben angeschnittenen Probleme ist die *Partnersynthese*: Gegeben ein offenes System  $T$ , konstruiere einen optimalen Partner  $U$  für  $T$ . Für einige ausgewählte Präferenzen haben wir die Synthese bereits gelöst. Wir streben an, unsere Ergebnisse weiter zu generalisieren und einen Grundstein für eine universelle Synthesetechnik zu legen.

## **Projekt Zertifizierende Algorithmen für interaktive Komponenten und verteilte Systeme**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. KIM VÖLLINGER, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

**Forschungsförderung:** DFG-Graduiertenkolleg SOAMED

Ein zertifizierender Algorithmus produziert bei jeder Berechnung zusätzlich zum Resultat noch einen Zeugen, der die Korrektheit des Resultats zeigt. Im besten Fall ist der Zeuge unmittelbar verständlich.

Andernfalls überprüft ein (vergleichsweise einfacher) Checker-Algorithmus den Zeugen. Seit den 2000er Jahren werden für zahlreiche "klassische" Algorithmen zertifizierende Varianten entwickelt. Beispielsweise enthält die LEDA-Bibliothek des MPI Saarbrücken zahlreiche zertifizierende Algorithmen.

Rechnerintegrierte Systeme und Infrastrukturen sind heutzutage oft aus interaktiven Komponenten aufgebaut, die als Knoten eines verteilten Systems lose gekoppelt miteinander interagieren. Algorithmen für interaktive Komponenten terminieren im Allgemeinen nicht. Weiterhin kennen die Komponenten eines verteilten Systems meist nicht die vollständige Struktur des Systems. Algorithmen für solche Komponenten und Systeme verhalten sich entsprechend prinzipiell anders als klassische Algorithmen.

In diesem Projekt wird untersucht, wie weit die Idee der Zertifizierung bei Algorithmen für interaktive Komponenten und verteilte Systeme trägt. Das ist deshalb besonders interessant, weil solche Systeme oft von Nicht-Informatikern genutzt werden, ihre inneren Abläufe der Geheimhaltung unterliegen und die Korrektheit ihrer Nutzung überzeugend dargestellt werden soll.

Dieses Ziel wird von mehreren Seiten her zugleich angestrebt. Dazu werden entsprechende Fallstudien ausgearbeitet. Wir gehen von den bekannten zertifizierenden Algorithmen für Datenstrukturen aus und versuchen, die dabei verwendeten Konstruktionsverfahren für Zeugen und deren Checker auf allgemeine interaktive Komponenten zu übertragen. Dazu gehört insbesondere die Idee, dass der Algorithmus als Zeuge einen Datenstrom produziert, den der Checker zeitlich versetzt, aber nebenläufig prüft.

Algorithmen für verteilte Systeme bestehen oft aus Algorithmen für interaktive Komponenten. Interessant ist deshalb die Frage nach der Komponierbarkeit zertifizierender Komponenten zu einem zertifizierenden System.

### **Projekt Verifikation datenverarbeitender Services**

**Ansprechpartner:** DIPL.-INF. CHRISTOPH WAGNER, PROF. DR. WOLFGANG REISIG

**Forschungsförderung:** DFG-Graduiertenkolleg METRIK

Ein Service wird im Hinblick darauf entworfen, dass er mit anderen Services interagieren kann. Zwei Services sind füreinander *Partner*, wenn ihre Komposition *schwach terminiert*, d. h. von jedem erreichbaren Zustand ist ein Endzustand erreichbar. Ein Service, der keinen Partner hat, ist daher nicht sinnvoll nutzbar. Diese Beobachtung motiviert grundlegende Fragestellungen im Hinblick auf Partner:

- 1) Entscheidungsproblem: Sind zwei Services füreinander Partner?
- 2) Bedienbarkeit: Hat ein Service einen Partner?
- 3) Synthese: Wie konstruiert man zu einem Service einen Partner, falls ein solcher existiert?

In der Literatur wurden Verfahren zum Konstruieren von Partnern beschrieben, mit denen algorithmisch entschieden werden kann, ob ein Service bedienbar ist.

Das dort verwendete Servicemodell basiert auf endlichen Automaten. Die Verarbeitung von *Daten* durch den Service kann in diesem Modell nicht explizit beschrieben werden, weshalb in diesem Modell von Daten weitgehend abstrahiert werden muss.

Ziel der Arbeit ist, das Servicemodell so zu erweitern, dass die Verarbeitung von Daten beschrieben werden kann (etwa durch die Einbeziehung von Variablen und Funktionen) und ein Entscheidungsverfahren für die Bedienbarkeit eines in diesem Modell dargestellten Service zu finden.

Einen Service repräsentieren wir formal durch einen Automaten. Jeder Knoten des Automaten hat Variablen, die jeweils mit einem Wert aus einer potentiell unendlich großen Domäne belegt werden können. Jede Kante ist mit einem Prädikat beschriftet, welche die möglichen Belegungen der Variablen der verbundenen Knoten und ggf. die über die Kante kommunizierte Nachricht spezifiziert.

Die Existenz eines Partners ist im verwendeten Servicemodell im allgemeinen nicht entscheidbar. Wir betrachten daher Klassen von Services, die in ihrer Ausdrucksfähigkeit beschränkt sind. Bereits für eine sehr einfache Klasse zyklischer Services kann gezeigt werden, dass jeder Partner eine unbeschränkte Anzahl an Variablen benötigt und daher nicht endlich darstellbar ist. Daher ist eine Beschränkung auf azyklische Services notwendig.

Für zwei verschiedene Klassen azyklischer Service können wir einen Algorithmus zur Synthese eines Partners angeben. Mit diesem Algorithmus können wir Bedienbarkeit eines Services entscheiden.

## Veröffentlichungen

### Konferenzbeiträge und Beiträge auf Workshops

Prüfer, R., Sürmeli, J.: Introducing Configurability into Scenario-Based Specification of Business Processes. In *ZEUS*, 2014

### Publikationen in Zeitschriften und Büchern

Desel, J., Reisig, W.: Konzepte der Petrinetze. *Informatik-Spektrum*, Band 37, Heft 3, S. 172-190, 2014.

Desel, J., Reisig, W.: Editorial- Petrinetze. *Informatik-Spektrum*, Band 37, Heft 3, S. 2-3, 2014.

### Technische Berichte

K. DUSKE, R. MÜLLER, R. PRÜFER, D. STÖHR: *A BPMN Model of the Charite Stroke Treatment Process*. Informatik-Berichte, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

R. DZIKOWSKI, A. MOELLE, W. REISIG, J. SÜRMEI: *Asynchronous Communication*. Informatik-Berichte, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

S. HEIDEN, J. SÜRMEI, M. TRIEBEL: *Embedding Multi-Hemirings into Semirings (Preprint)*. Informatik-Berichte, Humboldt-Universität zu Berlin, 2014

### Eingeladene Vorträge

W. REISIG: *Towards a conceptual basis for SOC and BP modeling*, Ben Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel, 27. Februar 2014

W. REISIG: *Components and services as a paradigm of computing*, Weizmann Institute, Rehovot, Israel, 28. Februar 2014

W. REISIG: *Towards a conceptual basis for SOC and BP modeling*, TECHNION Haifa, Israel, 3. März 2014

W. REISIG: *Modelling of services and business processes*, University Haifa, Israel, 5. März 2014

W. REISIG: *Modeling of Services and Business Process*, Aristoteles-Universität, Thessaloniki, Griechenland, 18. März 2014

W. REISIG: *Tutorial "Formal Methods for SOC"*, Summer School, Summer SOC 2014, Kreta, Griechenland, 3.-5. Juli 2014

W. REISIG: *Tutorial "Conceptual Modelling: The Role of Formal Calculi"*, Next Generation Modeling, Summer School, Klagenfurt, 14. Juli 2014

W. REISIG: *Tutorial "Models for Software Behavior"*, Computer Science Colloquium, IZMIR-TEC". Izmir, Türkei, 14. August 2014

W. REISIG: *Composition of Components with left-right Interface*, Workshop des Graduiertenkollegs RoSi, Lichtenwalde, 27.11.2014

W. REISIG: *BEST and service-technology.org: what next?*, BEST workshop, TU Eindhoven, Eindhoven, 2014

## Sonstige Aktivitäten

### Raffael Dzikowski

- Teilnahme am 21. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen
- Teilnahme an der Summer School, Summer SOC 2014, Kreta, Griechenland, 3.-5. Juli 2014
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Gutachtertätigkeiten für Petri Nets 2014, PSI 2014, ICSSOC 2014, FSEN 2015

### Andre Moelle

- Teilnahme an der 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs SOAMED, Potsdam
- Teilnahme am 21. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung des Graduiertenkollegs SOAMED, Steinhöfel
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Gutachtertätigkeiten für Petri Nets 2014, PSI 2014, ICSSOC 2014, FSEN 2015

### Robert Prüfer

- Teilnahme am “6th Central European Workshop on Services and their Composition” (*ZEUS 2014*) inkl. Vortrag
- Teilnahme an der 8. Klausurtagung von SOAMED in Potsdam
- Teilnahme am 20. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen, Deutschland
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung von SOAMED in Steinhöfel
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Gutachtertätigkeiten für Konferenzen/Workshops: PETRI NETS 2014, PSI 2014, ICSSOC 2014

### Prof. Dr. Wolfgang Reisig

- Mitglied im Steering-Committee "Conference on Application and Theory of Petri Nets"
- Mitglied der EU-Arbeitsgruppe "Formal Methods Europe"
- Mitglied im Programmkomitee MODELSWARD, LATA14, MoK, SERVICE COMPUTATION, PSI, ICATPN, ICWS, ESOC, WESOA
- Sprecher des Graduiertenkollegs „SOAMED“
- Betreuer im Graduiertenkolleg „METRIK“
- Mitglied der Evaluierungskommission der universitären Forschung Portugals, organisiert von ERC und FCT
- Gutachter der Qualitätssicherungskonzepte der Einrichtungen der Universität Rostock, im Rahmen des „Qualitätsdialogs“
- Leiter der Kommission zur Akkreditierung der Studiengänge des Institutes für Informatik der TU Braunschweig, Februar 2014
- Vertreter der HU Berlin im Fakultätentag Informatik
- Mitglied der Aufnahmekommission des Fakultätentages Informatik
- Gutachter für die DFG, DAAD
- Gutachter für verschiedene Zeitschriften
- Editor des "Journal on Software and Systems Modeling", (SoSym) Springer-Verlag
- Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften " Academia Europaea"

- Teilnahme am 21. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen
- Teilnahme an der 8. Klausurtagung von SOAMED in Potsdam
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung von SOAMED in Rügen
- Teilnahme an der METRIK Klausurtagung in Potsdam
- Teilnahme am "Gemeinsamen Workshop der DFG-Graduiertenkollegs in der Informatik", Dagstuhl 2014, Deutschland
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Direktor der Sommerschule „SummerSOC“, Kreta, Griechenland

### **Jan Sürmeli**

- Teilnahme am “6th Central European Workshop on Services and their Composition” (ZEUS 2014)
- Teilnahme am “7<sup>th</sup> International Workshop on Weighted Automata: Theory and Applications” (WATA 2014) inkl. Vortrag
- Teilnahme an der 8. Klausurtagung von SOAMED in Potsdam
- Teilnahme am 20. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen, Deutschland
- Teilnahme an der 9. Klausurtagung von SOAMED in Steinhöfel
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Gutachtertätigkeiten für Konferenzen/Workshops u.a. für PETRI NETS 2014, PSI 2014, ICSOC 2014

### **Kim Völlinger**

- Teilnahme an der Sommerschule 14th International School on Formal Methods for the Design of Computer, Communication and Software Systems: Executable Software Models, Bertinoro, Italien (16.6 - 20.6)
- Teilnahme an der Sommerschule MOD14: Dependable Software Systems Marktobendorf, Deutschland (29.7. - 10.8.)
- Vortrag und Teilnahme an der 8. Klausurtagung des Graduiertenkollegs SOAMED, Potsdam
- Vortrag und Teilnahme am 21. Lehrstuhlretreat „Luhme XXI“, Międzywodzie, Polen
- Vortrag und Teilnahme an der 9. Klausurtagung des Graduiertenkollegs SOAMED, Steinhöfel
- Teilnahme an der B.E.S.T.- Klausurtagung in Eindhoven
- Mitwirkung beim Girls Day 2014 am Institut für Informatik
- Eintägiger Aufenthalt bei Prof. Kurt Mehlhorn am Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken
- Gutachtertätigkeiten für Petri Nets 2014, PSI 2014, ICSOC 2014, FSEN 2015, MODELSWARD 2015

### **Diplom-/ Masterarbeiten und Bachelor-/ Studienarbeiten**

HEIDEN, SIMON: „*Ein Überblick über Programm- und Controller-Synthese*“. Studienarbeit, März 2014

DEWENDER, JOHANNES: *Improving an Implementation for Deciding b-Conformance*. Studienarbeit, Mai 2014

TRIEBEL, MARVIN: *Bedienbarkeit offener Systeme*. Studienarbeit, September 2014

**Promotionen**

MÜLLER, RICHARD: *Verifying Responsiveness for Open Systems by Means of Conformance Checking*. Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät; Eindhoven University of Technology, September 2014.

Lehr- und Forschungseinheit

## Computer Vision

<http://www.informatik.hu-berlin.de/cv/>

### Leiter

PROF. DR. RALF REULKE  
Tel.: (030) 67055 518  
E-Mail: reulke@informatik.hu-berlin.de

### Sekretariat

NADJA OTT  
Tel.: (030) 2093 3901  
Fax: (030) 2093 3045  
E-Mail: otnadja@informatik.hu-berlin.de

### Mitarbeiter

MICHELE ADDUCI  
KONSTANTINOS AMPLIANITIS  
SOURABH BODAS  
MARTIN MISGAISKI-HAß  
JAN HIERONYMUS  
HANNES ROßMANN

### Doktoranden

GIANLUCA GIAQUINTO (DLR)  
MARCELLO MARIA GIOVENCO (DLR)  
RENÉ HEIDEKLANG (BAM)  
GRÉGOIRE KERR (DLR)  
ANDREAS LUBER (DLR)  
SIMON MITCHELL (DLR)  
DOMINIK RUEß (DLR)  
MOHAMED TAHOUN

### Studenten

KEVIN BUCHWINKLER  
MALTE MÜLLER-ROWOLD

Das Fachgebiet „Computervision“, vertreten durch die gleichnamige Professur innerhalb der Technischen Informatik, befasst sich in Lehre und Forschung mit Stereo-Bildverarbeitung, Datenfusion sowie Sensordesign und Verifikation. Die Professur steht in enger Verbindung zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt / Institut für Optische Sensorsysteme.

Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten des Jahres 2014 waren die Entwicklung von robusten Verfahren zur automatisierten Objektdatenerfassung mit Kameras und 3D-Sensoren. Außerdem wurde ein Projekt zur Kalibrierung von hochempfindlichen Kameras abgeschlossen.

Es werden Lehrveranstaltungen zur Stereo-Bildverarbeitung angeboten. Im Rahmen der Vorlesung wird eine Übersicht über die Ansätze, Algorithmen und Aufnahmesystemen zur Erfassung der dreidimensionalen Umwelt gegeben. Im Sommersemester werden Seminare mit unterschiedlicher inhaltlicher Ausrichtung angeboten.

## **Lehre**

### **Hauptstudium**

- Verfahren und Systeme für die Fahrerassistenz

Im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung standen Verfahren für automatische sensorbasierte Ansätze zur Erhöhung der Fahrsicherheit.

Hierzu wurden die Grundlagen für die Beobachtung und automatischer Interpretation dynamischer Szenen mit vielen unabhängig agierenden Objekten erläutert. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wurden anhand spezieller Funktionen (zum Beispiel Verkehrszeichenerkennung und Objektdetektion) das grundsätzliche Herangehen an solche Aufgabenstellungen aus Sicht der Fahrzeugindustrie gezeigt und von den Studenten selbst erprobt. Entsprechende Grundlagen (Kameras, Kalibrierung und Bildverarbeitung) wurden vermittelt. Die Lehrveranstaltung wurde zusammen mit einem Kollegen der Firma Hella-Aglaiä durchgeführt.

- Stereobildverarbeitung (Vorlesung & Praktikum)

Im Rahmen der Vorlesung wurde eine Übersicht über die Ansätze und Algorithmen für die Verarbeitung von Stereobildern gegeben. Mit Hilfe von einfachen Bildern, Stereobildpaaren und Bildfolgen, die in digitaler Form vorliegen, sollen Eigenschaften der dreidimensionalen Welt abgeleitet werden. Im Einzelnen wurden die Bildaufnahme und die Bildverarbeitung, Kamera-Kalibration, spezielle Algorithmen der Stereobildverarbeitung und die Visualisierung der Ergebnisse behandelt. Die Algorithmen und Ansätze wurden im Praktikum erprobt.

## Forschung

**Projekt: IQ CALIB - Entwicklung eines automatischen Messplatzes zur Kalibrierung von Kamerasystemen, Entwicklung von Verfahren zur Kalibrierung von Kamerasystemen**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** BETTINA KUPPER, JAN HIERONYMUS, MARTIN MISGAISKI

**Forschungsförderung:** ZIM / AIF

**Förderkennzeichen:** KF8805206DB1

**Bewilligungszeitraum:** 01.07.2011-31.12.2013 (verlängert bis Mitte 2014)

Die Firma IQ Wireless hat ein sehr erfolgreiches Videoüberwachungssystem zur Früherkennung von Waldbränden entwickelt. Dieses ist in der Lage bei einem Überwachungsradius von 10 km entstehenden Rauchwolken mit einer Abmessung von 10 m x 10 m automatisch zu erkennen und einen Alarm auszulösen. Der Rauch wird mittels einer Mustererkennungssoftware detektiert.

Bei der Berücksichtigung der exakten optischen und radiometrischen Eigenschaften des Kamerasystems ist es möglich die Anzahl der Fehlalarme und der nicht entdeckten Brände zu verringern. Im Rahmen dieses Projektes soll deshalb ein hochpräzises Messverfahren entwickelt und als automatischer Messprüfstand realisiert werden, um eine kostengünstige und schnelle Kalibrierung für jede einzelne Kamera zu ermöglichen.

**Projekt: Entwicklung einer Systemlösung zur Online-Sicherheitsüberwachung im schienengebundenen Personennahverkehr**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** M. ADDUCI, K. AMPLIANITIS, B. BODAS, K. KAPTUR, M. MISGALSKI, S. TRISTAM, PROF. DR. R. REULKE

**Forschungsförderung:** ZIM / AIF

**Förderkennzeichen:** VP2205207RR1

**Bewilligungszeitraum:** 01.09.2011-31.05.2014

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines optischen Systems zur Realisierung von Überwachungsfunktionen auf der Basis der Analyse homologer dreidimensionaler Punktwolken, Flächen und Konturen. Einsatzbereich ist der schienengebundene ÖPNV, wobei der gesamte Fahrgastraum erfasst und analysiert werden soll. Es sind dabei Verfahren zur Fusionierung von Daten, zur Rauschbeseitigung und zur Mustererkennung zu entwickeln. Dazu werden mehrere Stereo-Kameras der Firma *Hella (People Counter)* und das RGB-D System *Microsoft Kinect* verwendet. Um Personen zu erkennen, wurde ein 3D-Ellipsoid Algorithmus entwickelt, der aktive sich bewegende Objekte detektiert und charakteristische Daten (z.B. Schwerpunkt, Breite, Größe, Drehwinkel) abgeleitet. Anschließend werden diese Daten im XML-Format gespeichert und weitergeleitet. Ziel ist die Ableitung von Bewegungsmustern. Das verwendete Multikamerasystem stellt besondere Herausforderungen an Synchronität und Stabilität.



Abbildung 1: Beispiel für die Ergebnisse des Ellipsenalgorithmus

### **Projekt: Objekt- und Veränderungsdetektion aus optischen und Radardaten**

**Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE

**Beteiligte Mitarbeiter:** MARTIN MISGAISKI

**Forschungsförderung:** DLR

**Förderkennzeichen:** X/973/67173345

**Bewilligungszeitraum:** 01.03.2013-31.12.2014

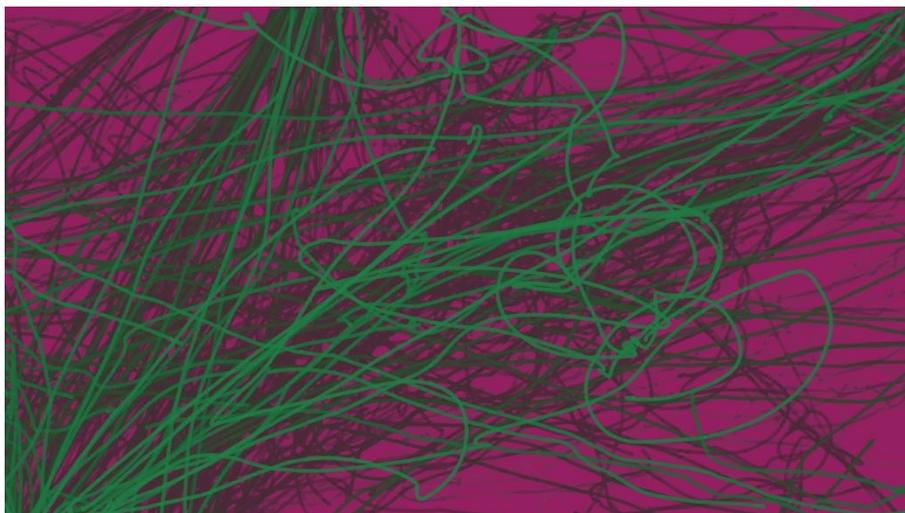
Die Fusion von optischen und Radardaten ist eine verbreitete Methode der Fernerkundung. Diese Fusion bietet einen Informationsgewinn gegenüber der Auswertung von reinen, optischen Daten oder Radardaten. Die heutzutage verfügbaren Radarsensoren (z.B. die TerraSAR-X / TanDEM-X Satelliten) bieten eine relativ hohe Bodenauflösung (ca. 1 m). Dadurch kommt die unterschiedliche Abbildungsgeometrie von Radarsensoren und optischen Sensoren immer mehr zum tragen. Gerade im urbanen Bereich oder in bergigen, vor allem alpinen Regionen, bei dem signifikante lokale Höhenunterschiede auftreten ist eine sinnvolle Überlagerung der Daten nicht mehr möglich. Es soll explizit in solchen Gebieten die Fusion von orthorektifizierten Radar- mit den optischen Bilddaten untersucht werden. Die Anwendbarkeit auf die Fusion von optischen und Radardaten in Regionen mit komplizierter Topographie soll untersucht, angepasst und verbessert werden. Als Anwendung sollen die Probleme der Objekt- und Veränderungsdetektion in diesen fusionierten Bilddaten betrachtet werden. Es wird in der Regel keine zeitlich synchrone Aufnahme eines Gebietes von den verschiedenen Sensoren vorliegen. Daraus ergeben sich Probleme bezüglich der Identifikation von wolkenverdeckten Gebieten und die Identifizierung von Veränderungen zwischen zwei zeitlich sehr nahen aber sensorisch verschiedenen Aufnahmen.

**Projekt: Leave A Trace – Kunst am Bau Projekt im CharitéCrossOver (CCO)****Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE**Beteiligte Mitarbeiter:** DOMINIK RUEß, KRISTIAN MANTHEY, MICHELE ADDUCI, KONSTANTINOS AMPLIANITIS, ALBERTO MASSA, MARTIN MISGAISKI**Forschungsförderung:** -**Förderkennzeichen:** -**Projektlaufzeit:** März 2013 – Juli 2014

Frau Prof. Tyyne Claudia Pollmann, von der Kunsthochschule Berlin Weißensee, hat die Ausschreibung gewonnen. Die technische Implementierung dieses Projekts erfolgte durch den CV-Lehrstuhl. Das Exponat wurde bereits im Lichthof dieses Gebäudes positioniert und beinhaltet ein Computer-System mit sehr großem Bildschirm (81 Zoll) und einer 2 Megapixel Kamera als Datenquelle. Ziel des Projektes ist die Visualisierung der Bewegung von Menschen, die sich auf diesem Lichthof aufhalten oder diesen durchqueren.

Die wesentliche Aufgabe bestand in der Entwicklung einer Tracking-Software und der Visualisierung. Eine besondere Herausforderung waren die zu verarbeitenden Datenmengen. Dazu wurden rechenintensive Bildverarbeitungsalgorithmen auf einer CUDA-fähigen Grafikkarte ausgelagert. Wichtige Anforderungen zum Datenschutz wurden ebenfalls umgesetzt. Es ist keine Identifizierung und Wiedererkennung von Personen möglich. Das Projekt ist weitestgehend abgeschlossen. Die Ausgabe des Bildschirms wird live im Internet unter <http://cco-trace-web.charite.de/> zu finden sein.

Erste Erfahrungen zeigen, dass das Projekt bei den Mitarbeitern und Besuchern auf großes Interesse stößt. Immer wieder versuchen Personen, ihre Trajektorie auf dem Bildschirm zu finden und beginnen dann auch mit dem Bildschirm zu interagieren. Das entspricht auch dem Konzept der Künstlerin, dass der Betrachter ein interaktiver Teil des Kunstwerkes wird.



*Abbildung 2: Menschenbewegungen eines normalen Arbeitstags im Lichthof des CCOs. Dunkle Linien sind die Farbageschwächten Bewegungen vom Anfang des Zeitfensters eines Tages. Helle Linien sind neuer, vom gleichen Tag.*

**Projekt: NEOMON****Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE**Beteiligte Mitarbeiter:** M. ADDUCI, K. AMPLIANITIS, M. MISGALSKI, PROF. DR. R. REULKE**Forschungsförderung:** ZIM / AIF**Förderkennzeichen:** VP2205207RR1**Bewilligungszeitraum:** 01.09.2014-31.03.2017

Projekttitle:

Multiparametersystem für das Schmerzmonitoring bei Neugeborenen; Entwicklung von 3D-Modellen und Trackingalgorithmen für die Bewegungsanalyse

Das Vorhabens adressiert den Bereich der Neonatologie. Ziel ist die Entwicklung einer Systemlösung für die valide und objektive Überwachung von Neugeborenen. Fokus bildet die autonome Früherkennung von Schmerz aus Mimikveränderungen, um frühzeitig und adäquat medizinisch intervenieren zu können.

**Projekt: HyperSpectral****Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE**Beteiligte Mitarbeiter:** M. MISGALSKI, PROF. DR. R. REULKE**Forschungsförderung:** Auftrag, BST**Bewilligungszeitraum:** 01.12.2014-31.05.2015

Projekttitle:

Entwicklung einer homogenen Strahlungsquelle zur Kalibrierung einer Hyperspektralkamera

Für die Kalibrierung der vorhandenen hyperspektralen Kameras wird ein Konzept für die radiometrische und spektrale Kalibrierung entwickelt und implementiert. Es basiert auf einer neuen Ulbrichtkugel mit LEDs und Laserdioden.

**Projekt: GRACE-FO Laser Ranging Instrument (LRI)****Ansprechpartner:** PROF. DR. RALF REULKE**Beteiligte Mitarbeiter:** HANNES ROSSMANN**Forschungsförderung:** Auftrag, DLR**Vertragsbeginn:** 16.06.2014 – Mitte 2015

In diesem Projekt wird eine hochpräzise Abstandsmessung zwischen Satelliten mittels Laserinterferometer (Laser Ranging Instrument, LRI) realisiert. Die verbauten Empfänger, die Photo Receiver Frontends (PRF) werden vom DLR-OS entwickelt, aufgebaut und raumfahrt-qualifiziert. Dieses standardisierte AIV-Verfahren beinhaltet mehrere Engineering- und Flight Modelle inklusive entsprechender Umwelttests (Schüttel-, Thermal-Vakuum-, EMC-Tests).

**Workshops****3D-NordOst 2014**, Berlin, 12./13. Dezember 2014, Special Session zum Thema "3D Object Recognition and Tracking"

Zielstellung der 3D-NordOst-Workshop-Reihe war es, den Transfer von aktuellem Know-how der 3D-Datenverarbeitung und der Bildverarbeitung sowohl in die verschiedenen industriellen Branchen, als auch in die kulturellen und medizinischen Bereiche zu fördern und eine Plattform für die Diskussion aktueller 3D-Themen zu bieten.

## **Wissenschaftliche Kooperationen**

- Fachbereich Landschaftsarchitektur, Geoinformatik, Geodäsie und Bauingenieurwesen, Hochschule Neubrandenburg (PROF. DR. KRESSE)
- Department of Computer Science, The University of Auckland (PROF. DR. KLETTE)
- Computer Vision and Remote Sensing, Technische Universität Berlin (PROF. DR. HELLWICH)
- Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik, Technische Universität Berlin (PROF. DR. NEITZEL)
- Geomatics Lab, Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin (PROF. DR. HOSTERT)
- Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Dresden (PROF. DR. MAAS)
- Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW (PROF. DR. NEBIKER)
- Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Leibniz Universität Hannover (PROF. DR. HEIPKE)
- Institut für Informationsverarbeitung, Leibniz-Universität Hannover (PROF. DR. ROSENHAHN)
- AGH University of Science and Technology, Krakow (Dr. Cyganek)
- FB VI: Geographie/Geowissenschaften, Universität Trier - Campus II (PROF. DR. UDELHOVEN)
- Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik, Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth (PROF. DR. LUHMANN)
- Labor für Photogrammetrie & Laserscanning, HafenCity Universität Hamburg (PROF. DR. KERSTEN)
- Institut für Robotik & Mechatronik, DLR
- Institut für Methoden der Fernerkundung, DLR
- Institut für Verkehrsforschung, DLR
- Institut für Photogrammetrie, Universität Stuttgart
- FB 7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie, Physikalisch-Technische Bundesanstalt
- Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz Institut
- Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado
- RAG Deutsche Steinkohle Geschäftsbereich Standort- und Geodienste
- Hella Aglaia Mobile Vision GmbH
- IQ wireless GmbH
- greateyes GmbH
- Jena-Optronik GmbH
- asis Soft- und Hardware GmbH
- HUMBOLDT-INNOVATION GmbH
- INTERAUTOMATION Deutschland GmbH

- X-SPEX GmbH

## Veröffentlichungen

### Zeitschriftenartikel / Konferenzbeitrag mit Review

#### Konferenzpublikationen

TAHOUN, M., A. E. R. SHABAYEK, A. E. HASSANIEN, R. REULKE: *An Evaluation of Local Features on Satellite Images*, Proceedings of the 37th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), 1-3 July, Berlin, Germany, p.p 695-700, 2014.

SCHWARZER, H., A. ECKARDT, D. KRUTZ, R. REULKE, H. VENUS: *Calibration and Performance Verification of Hyperspectral Systems*. Workshop Farbbildverarbeitung, Wuppertal, Franke, K.-H. Nestler, R.

R. REULKE, T. SÄUBERLICH: *Image quality of optical remote sensing data*. SPIE Security and Defense, Amsterdam, SPIE.

R. REULKE, A. ECKARDT: *On the Design of High Resolution Imaging Systems*. ISPRS Technical Commission I Symposium Denver, Colorado, USA, Toth, Jutzi.

R. REULKE: *Image Quality Parameters - A Critical Review*. ISPRS Technical Commission I Symposium Denver, Colorado, USA, Toth, C. Jutzi, B.

M. MISGAISKI-HASS, J. HIERONYMUS: *Radiometric Calibration of dual Sensor Camera System, a Comparison of classical and low cost Calibration*. ISPRS Technical Commission V Symposium Riva del Garda, Italy.

H. U. KELLER, Y. V. SKOROV, R. REULKE, K.-H. GLAßMEIER, V. RESHETNYK: *Photometric Observations of Interstellar Hydrogen by HDAC: In-flight Calibration*. EGU General Assembly 2014, Vienna, Austria.

J. HIERONYMUS: *Automatic Label Completion for Test Field Calibration*. ISPRS Technical Commission V Symposium Riva del Garda, Italy.

A. ECKARDT, R. REULKE, M. JUNG, K. SENGEBUSCH: *CMOS-TDI detector technology for reconnaissance application SPIE Security and Defence*, Amsterdam, SPIE.

K. AMPLIANITIS, M. ADDUCI, R. REULKE: *Calibration of a multiple Stereo and RGB-D Camera System for 3D Human Tracking*. EuroCOW 2014, the European Calibration and Orientation Workshop Castelldefels, Spain.

M. ADDUCI, K. AMPLIANITIS, R. REULKE: *A Quality Evaluation of Single and Multiple Camera Calibration Approaches for an Indoor Multi Camera Tracking System*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-5, 9-15

#### Bachelor-, Master- oder Diplomarbeiten und Dissertationen

GUSTAV MALTE MÜLLER-ROWOLD: *Signalverarbeitungssystem Zur Automatischen Refokussierung Optoelektronischer Sensoren*

DIPL. -INF. MATHIAS HABERJAHN: *Multilevel Datenfusion konkurrierender Sensoren in der Fahrzeugumfelderfassung*

Lehr- und Forschungseinheit

## **Technische Informatik**

<http://www.ti.informatik.hu-berlin.de/>

### **Leiter**

PROF. DR. BJÖRN SCHEUERMANN

Tel.: (030) 2093 3050

E-Mail: [scheuermann@informatik.hu-berlin.de](mailto:scheuermann@informatik.hu-berlin.de)

### **Sekretariat**

SABINE BECKER

Tel.: (030) 2093 3028

Fax: (030) 2093 3029

E-Mail: [sbecker@informatik.hu-berlin.de](mailto:sbecker@informatik.hu-berlin.de)

### **Mitarbeiter**

DANIEL CAGARA, M.SC.

HOLGER DÖBLER, M.SC.

SVEN HAGER, M.SC.

DIPL.-INF. PETER IBACH

DR.-ING. BRATISLAV MILIC

DR.-ING. SIEGMAR SOMMER

FLORIAN TSCHORSCH, M.SC.

DR.-ING. FRANK WINKLER

### **Technische Mitarbeiter**

LOTHAR HEESE

DIPL.-ING. STEFFEN TSCHIRPKE

### **Studentische Mitarbeiter und Tutoren**

SAMUEL BRACK

TIM DITTLER

JANN-FREDERIK LAB

OLAF MENZEL

ROMAN NAUMANN

ELIAS ROHRER

NIKITA ROSE

TOBIAS SCHALL

STEFAN SELENT

HAGEN SPARKA

ROBERT SPRUNK

FABIO TACKE

Die wissenschaftliche Arbeit am Lehrstuhl konzentriert sich auf verschiedene Aspekte des Entwurfs und der Analyse von Rechner- und Netzwerksystemen. Unsere Schwerpunkte liegen dabei in den Bereichen der Kommunikationsnetzwerke und -protokolle, des Entwurfs anwendungsspezifischer Digitalschaltkreise (insbesondere auf FPGA-Basis) und der Sicherheit von Netzwerk- und IT-Systemen. Oft steht für uns die Frage des optimalen Zusammenspiels der vielfältigen Komponenten eines Gesamtsystems im Vordergrund: Wie muss ein System aufgebaut sein, um seine Ziele unter den gegebenen Rahmenbedingungen möglichst effizient zu erreichen? Innerhalb dieses großen Rahmens arbeiten wir derzeit unter anderem an Themen aus den folgenden Bereichen:

- Kommunikationssysteme zur Effizienzsteigerung im Straßenverkehr
- Kombiniert aktiv/passive Lokalisierungssysteme
- Kommunikation und Ressourceneffizienz in Cyber-Physical Systems
- Spezierschaltkreise für Anwendungen in Kommunikationssystemen
- Laststeuerungsmechanismen in Overlay-Netzwerken
- Sensor-/Aktorsysteme im Maschinenbau
- Fehlermodellierung und -vorhersage in Rechnersystemen
- Verteilte Algorithmen für die effiziente Erfassung von statistischen Größen
- Technische Grundlagen von Internet-Anonymitätssystemen

## **Lehre**

### **Vorlesungen**

- Ausgewählte Themen der Technischen Informatik (S. Sommer, WiSe 2013/14)
- Kommunikationssysteme (S. Sommer, WiSe 2013/14)
- Peer-to-Peer-Systeme (B. Scheuermann, WiSe 2013/14)
- Protokolle und Algorithmen der Internetkommunikation (B. Scheuermann, WiSe 2013/14)
- Schaltkreisentwurf (F. Winkler, WiSe 2013/14)
- Digitale Systeme (S. Sommer, SoSe 2014)
- Drahtlose Kommunikationssysteme (S. Sommer, SoSe 2014)
- Zuverlässige mobile und verteilte Systeme (S. Sommer, WiSe 2014/15)
- Kommunikationssysteme (B. Scheuermann, WiSe 2014/15)
- Peer-to-Peer-Systeme (B. Scheuermann, WiSe 2014/15)
- Protokolle und Algorithmen der Internetkommunikation (S. Sommer, WiSe 2014/15)
- Schaltkreisentwurf (F. Winkler, WiSe 2014/15)

### **Seminare, Semesterprojekte und Projektseminare**

- Seminar „Anonymität und Privatsphäre im Internet“ (F. Tschorsch / B. Scheuermann / F. Winkler, WiSe 2013/14)
- Semesterprojekt „Android-Sicherheit und -Energieeffizienz“ (B. Milic / F. Winkler, WiSe 2013/14)
- Semesterprojekt „Verkehrsdatenanalyse“ (D. Cagara / F. Tschorsch / F. Winkler, WiSe 2013/14)
- Projektseminar „Peer Review“ (B. Scheuermann, WiSe 2013/14)
- Semesterprojekt „Kommunizierende Systeme“ (F. Tschorsch / F. Winkler, SoSe 2014)
- Seminar „Effiziente Paketverarbeitung in Hard- und Software“ (S. Hager / B. Scheuermann / F. Winkler, SoSe 2014)

- Projektseminar „Hardwareunterstützte Protokollverarbeitung“ (S. Hager / F. Winkler / B. Scheuermann, WiSe 2014/15)
- Seminar „Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation“ (D. Cagara / B. Scheuermann / F. Winkler, WiSe 2014/15)
- Semesterprojekt „Kommunizierende Systeme“ (D. Cagara / B. Scheuermann / F. Winkler, WiSe 2014/15)

### **Übungen und Praktika**

- Ausgewählte Themen der Technischen Informatik (S. Sommer, WiSe 2013/14)
- Kommunikationssysteme (S. Sommer, WiSe 2013/14)
- Peer-to-Peer-Systeme (B. Scheuermann, WiSe 2013/14)
- Protokolle und Algorithmen der Internetkommunikation (B. Scheuermann, WiSe 2013/14)
- Schaltkreisentwurf (F. Winkler, WiSe 2013/14)
- Digitale Systeme (F. Winkler / S. Sommer u.a., SoSe 2014)
- Drahtlose Kommunikationssysteme (S. Sommer, SoSe 2014)
- Zuverlässige mobile und verteilte Systeme (S. Sommer, WiSe 2014/15)
- Kommunikationssysteme (S. Sommer, WiSe 2014/15)
- Peer-to-Peer-Systeme (B. Scheuermann, WiSe 2014/15)
- Protokolle und Algorithmen der Internetkommunikation (S. Sommer, WiSe 2014/15)
- Schaltkreisentwurf (F. Winkler, WiSe 2014/15)

### **Forschung**

#### **Projekt: BIGS<sup>2</sup> – Berliner Interdisziplinäre Graduiertenschule Selbstkoordinierender Straßenverkehr**

##### **Forschungsförderung: HU-Exzellenzmittel**

BIGS<sup>2</sup> ist eine interdisziplinäre, aus Mitteln der Exzellenzinitiative geförderte Graduiertenschule unter Beteiligung der Geographie, der Informatik und der Psychologie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie wird von Prof. Björn Scheuermann am Institut für Informatik koordiniert. Die Graduiertenschule widmet sich dem Themenfeld der koordinierten Wegewahl im Individualverkehr – also der Frage, wie durch ein „Absprechen“ der Navigationssysteme in Automobilen die Wegewahl dahingehend verbessert werden kann, dass eine bessere Nutzung des Straßennetzes zu geringeren Reisezeiten und einer effizienteren Ressourcennutzung beiträgt.

#### **Projekt: hardFIRE – On-Demand-Synthese von Hardware für die operative Netzwerksicherheit**

##### **Forschungsförderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**

Der Einsatz von Firewalls in Netzwerken ist heutzutage unverzichtbar. Die Filterregeln dieser Firewalls werden dabei meist softwarebasiert für jedes Datenpaket auf einem Standard-Prozessor abgearbeitet. Schon heute ist es einer CPU fast unmöglich, jedes Datenpaket einer 10 Gbit/s-Verbindung zu untersuchen und zu filtern. Um auch in Zukunft Firewalls nahe der technisch möglichen Datenraten betreiben zu können, muss diese Aufgabe in Hardware ausgelagert werden. Dafür bietet sich der Einsatz rekonfigurierbarer Schaltkreise in Form von FPGAs an, in die beliebige, austauschbare Logikfunktionen geladen werden können. Man erhält somit sowohl die Flexibilität einer Softwarelösung, als auch die Geschwindigkeit einer hardwarebasierten Implementierung. Das Projekt hardFIRE

entwickelt Methoden und Werkzeuge, die es ermöglichen, für konkrete Firewallregeln individuelle Schaltkreise zu synthetisieren und in FPGAs zu laden.

### **Projekt: InLoc4Log – Echtzeit-Lokalisierung und Navigation in der modernen Lagerlogistik**

#### **Forschungsförderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**

Das Projekt verfolgt einen Lösungsansatz zur Prozessoptimierung in der Lagerlogistik durch neue Möglichkeiten der flächendeckenden Echtzeit-Lokalisierung und Navigation. Durch die Entwicklung einer integrativen, hybriden Gesamtlösung auf der Basis einer neuartigen Ortungstechnik werden typischen Warehouse-Anwendungssystemen bedarfsgerechte Prozessführungs-Dienste zur Verfügung gestellt. Angestrebt wird eine wirtschaftliche, zuverlässige und genaue Lösung, die darauf beruht, die Position von Logistikobjekten indirekt durch die kontinuierliche und nahtlose Ortung von Transportmitteln zu bestimmen. Die notwendige Genauigkeit, Abdeckung und Kosteneffizienz wird über die hybride Kombination unterschiedlicher Funk- und Sensordaten erreicht. In einer ereignisbasierten Kommunikationsstruktur werden diese Daten für bedarfsgerechte Ortungs- und Navigations-Dienste genutzt und sollen eine nahtlose Prozessführung sowohl im Lagerhaus als auch im Frachthof gewährleisten.

### **Projekt: PoPJIM – Selbstoptimierende Verbindungselemente in Werkzeugmaschinen**

#### **Forschungsförderung: Europäische Kommission**

Moderne Werkzeugmaschinen setzen leichtgewichtige und flexible Strukturen ein, um effizient und schnell arbeiten zu können. Ein Seiteneffekt dieser Konstruktionsphilosophie ist jedoch eine stärkere Neigung zu Vibrationen. Dadurch kann es zu Resonanzeffekten („Chatter“) mit fatalen Auswirkungen kommen, die von einer schlechten Werkstückqualität bis hin zur Verursachung von schwerwiegenden Defekten an Werkzeug und Maschine reichen können. Statt wie bisher die notwendige Stabilität der Maschine durch eine Reduktion der Arbeitsgeschwindigkeit sicherzustellen, wird in dem Projekt eine mechatronische Architektur entwickelt, die das dynamische Verhalten des Gesamtsystems durch den gezielten Einsatz von speziellen, in ihren Eigenschaften veränderlichen Verbindungselementen (Joint Interface Modules, JIMs) optimiert. Die JIMs werden selbstoptimierend angepasst, um so Chatter zu verhindern. Unser Lehrstuhl trägt hierfür Techniken zur Kommunikation zwischen Kontrollrechnern und Maschinenkomponenten bei, die für die Übermittlung von Steuerdaten und Messwerten genutzt werden.

### **Projekt: Online-Fehlervorhersage in komplexen Hard- und Softwaresystemen**

Fehler in großen Hard- und Softwaresystemen werden immer kostspieliger. Gleichzeitig wird aber auch konsequente Fehlertoleranz durch hohe Redundanz bei immer komplexer werdenden Systemen schnell unbezahlbar. Unsere Forschung im Bereich der Ausfallvorhersage zielt deshalb ab auf geeignete Vorhersageverfahren, um Ausfälle vor Ihrem Auftreten vermeiden zu können. Schwerpunkte der Arbeit sind die Erfassung und Selektion von Messdaten, Modelle der betrachteten Systeme und Verfahren zur Bewertung der Vorhersageverfahren. Eine Einschränkung des Parameterraumes ist dabei einerseits zwingend erforderlich, um die Komplexität beherrschbar zu halten. Andererseits ist die Qualität der Vorhersagen maßgeblich von der Auswahl geeigneter Parameter abhängig. Hier besteht großes Optimierungspotenzial hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs, das wir mittels adaptiver Modelle ausnutzen.

**Projekt: Graduiertenkolleg SOAMED - Serviceorientierte Architekturen zur Integration Softwaregestützter Prozesse am Beispiel des Gesundheitswesens und der Medizintechnik****Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft**

Der Lehrstuhl für Technische Informatik beteiligt sich am Graduiertenkolleg SOAMED, das von der Humboldt-Universität gemeinsam mit der Charite, der TU Berlin und dem Hasso-Plattner-Institut Potsdam getragen wird. Die im Rahmen des Kollegs betrachteten Themen umfassen insbesondere Fragen des Schutzes der Privatsphäre sowie der Effizienz von Kommunikationssystemen in medizinischen Anwendungen.

**Projekt: Graduiertenkolleg METRIK - Modellbasierte Entwicklung von Technologien für selbstorganisierende dezentrale Informationssysteme im Katastrophenmanagement****Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft**

Die Technische Informatik ist mit einem assoziierten Doktoranden am Graduiertenkolleg METRIK beteiligt. Insbesondere interessieren uns dabei Fragen, die den Informationsfluss in vernetzten Städten betreffen, vor allem betreffend den Straßenverkehr sowie dessen Steuerung und Optimierung.

**Projekt: Optimierter Datenaustausch für zukünftige kooperative Verkehrsinformationssysteme****Forschungsförderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung**

Der Datenaustausch zwischen Fahrzeugen auf der Straße bietet großes Potenzial für die Verbesserung der Verkehrseffizienz. Aktuelle und hoch aufgelöste Informationen über die Verkehrslage erlauben die Optimierung von Wegewahlentscheidungen. Um dieses Ziel tatsächlich zu erreichen, ist eine methodisch breite Herangehensweise notwendig. So wurden bislang hauptsächlich Mechanismen zum Erheben und Verbreiten der Informationen betrachtet, kaum jedoch für deren tatsächliche Nutzung. Immer akuter stellt sich die Frage, wie von der verfügbaren Information effektiv gebraucht gemacht werden soll: Wenn beispielsweise bei einem Stau alle am System teilnehmenden Fahrzeuge dieselbe Alternativroute verwenden, dann lässt sich bereits bei heute genutzten Verkehrsinformationssystemen beobachten, dass hierdurch neue Staus entstehen und die Gesamteffizienz nicht zwangsläufig zunimmt. Dieses Projekt betrachtet daher in integrierter Weise die Zusammenhänge zwischen dem Kommunikationssystem einerseits und der verkehrlichen Wirkung der bereitgestellten Informationen andererseits. Im Ergebnis werden Mechanismen stehen, die es zukünftig erlauben, Ressourcen effizienter zu nutzen, Fahrzeit zu sparen und die Umweltbelastung durch den Straßenverkehr zu verringern.

**Industriefinanzierte Projekte**

Am Lehrstuhl wurden mehrere durch die Privatwirtschaft finanzierte Forschungs-, Entwicklungs- und Beratungsaufträge durchgeführt.

**Veröffentlichungen**

R. JANSEN, F. TSCHORSCH, A. JOHNSON, B. SCHEUERMANN: *The Sniper Attack: Anonymously De-anonymizing and Disabling the Tor Network*. In: NDSS '14: 18th ISOC Network and Distributed System Security Symposium, 2014.

D. BASELT, F. KNORR, B. SCHEUERMANN, M. SCHRECKENBERG, M. MAUVE: *Merging Lanes – Fairness through Communication*. In: Elsevier Vehicular Communications 1 (2014), April, Nr. 2, S. 97–104.

ST. DIETZEL, J. PETIT, JONATHAN. F. KARGL, B. SCHEUERMANN: *In-Network Aggregation for Vehicular Networks*. In: IEEE Communications Surveys & Tutorials 16 (2014), April, Nr. 4, S. 1909–1932.

S. HAGER, ST. SELENT, B. SCHEUERMANN: *Trees in the List: Accelerating List-based Packet Classification Through Controlled Rule Set Expansion*. In: CoNEXT '14: The 10th ACM International Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies, 2014, S. 101–107.

S. HAGER, F. WINKLER, B. SCHEUERMANN, K. REINHARDT: *MPFC: Massively Parallel Firewall Circuits*. In: LCN '14: The 39th IEEE Conference on Local Computer Networks, 2014, S. 305–313.

D. CAGARA, B. SCHEUERMANN, A. L. C. BAZZAN: *An Evolutionary Approach to Traffic Assignment*. In: CIVTS '14 / SSCI '14: Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence in Vehicles and Transportation Systems, 2014.

D. Cagara, B. Scheuermann, A. L. C. Bazzan: *Getting You Faster to Work – A Genetic Algorithm Approach to the Traffic Assignment Problem*. In: GECCO '14: Genetic and Evolutionary Computation Conference, 2014.

S. HAGER, F. WINKLER, B. SCHEUERMANN, K. REINHARDT: *Building Optimized Packet Filters with COFFi*. In: FCCM '14: 22nd IEEE International Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines, 2014.

B. SCHEUERMANN: *Junior Fellow Self-Portrayal: Designing networks for challenging applications*. In: it – Information Technology 56 (2014), Dezember, Nr. 6, S. 307–309.

## Gastwissenschaftler

- Prof. Amnon Meisels, Ben-Gurion-Universität Beer-Sheva, Israel (Januar '14)
- Prof. Selcuk Baktir, Bahçeşehir-Universität Istanbul, Türkei (Mai '14)
- Sebastian Pöplau, Lastline Labs (Juni '14)
- Prof. Ana L. C. Bazzan, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasilien (Juni-Juli '14)
- Prof. Marcia Pasin, Universidade Federal de Santa Maria, Brasilien (August-Dezember '14)
- Prof. Yoshiaki Kakuda, Hiroshima City University, Japan (Oktober '14)

## Sonstige Aktivitäten

- Gewähltes Mitglied im Leitungsgremium der GI-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme
- Junior Fellow der Gesellschaft für Informatik
- Stellvertretender Direktor für Lehre und Studium des Instituts für Informatik
- Mitglied im Institutsrat des Instituts für Informatik
- Vertrauensdozent der Studienstiftung des Deutschen Volkes
- Mitglied im Advisory Board des EU-Projektes COLOMBO
- Co-Vorsitzender des Programmkomitees für die Tagung IEEE VNC 2014
- Mitglied der Programmkomitees für die Tagungen CANDAR 2014, IWCMC 2014, LCN 2014, MedHocNet 2014, Wireless Days 2014, WONS 2014

- Editor für Springer Wireless Networks
- Deutsches Fachlektorat für: Kurose, James F.; Ross, Keith: Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz. (Originaltitel: Computer Networking: A Top-Down Approach), Pearson Studium, 6. aktualisierte Auflage
- diverse Gutachtertätigkeiten für Zeitschriften, Konferenzen, Forschungsförderorganisationen und Promotionsverfahren an anderen Universitäten im In- und Ausland
- Kommissionsmitglied bei der Stipendiatenauswahl der Studienstiftung des Deutschen Volkes
- Mitglied im Ausschuss für das Offene Promotionsprogramm der Humboldt-Universität
- Delegierter beim Fakultätentag Informatik 2014
- Vorsitzender der Berufungskommission W3 Algorithm Engineering
- Mitglied der Berufungskommission W3 Logik

## **Abschlussarbeiten**

MICHAEL BAST: *Integration von Daten aus Netzwerküberwachungssystemen*, Diplomarbeit

SAMUEL BRACK: *Measurements and Optimizations with Just-In-Time Code Generation on the OpenFlow Reference Implementation*, Bachelorarbeit

MIRKO DRESSLER: *Datenschutztechniken für die Analyse von Webzugriffen*, Bachelorarbeit

WLADISLAW GUSEW: *Benchmarking Classification Algorithms for Packet Filtering with CATE*, Masterarbeit

ARNE HOFFMANN: *Analyse der Beziehung zwischen Flusskontrolle und Datenverkehrsmustern in Tor*, Bachelorarbeit

MATTHIAS HÖSCHEL: *An Investigation towards Energy Efficient Scheduling on Multi-Core Systems*, Bachelorarbeit

UWE REINBACHER: *Implementation and Evaluation of FPGA-based Statistical Packet Filters*, Diplomarbeit

MARTIN SCHMIDT: *Performante und skalierbare Web-Service-Kommunikation für ortsbasierte Dienste*, Diplomarbeit

PHILLIPP SCHOPPMANN: *Datenschutztechniken für die Analyse von Webzugriffen*, Bachelorarbeit

STEFAN SELENT: *Firewall Ruleset Transformations for iptables*, Bachelorarbeit

BORIS ZIELINSKI: *Effizienzvergleich von kooperativen Verfahren zur Wegewahl im Straßenverkehr*, Diplomarbeit

Lehr- und Forschungseinheit

## Spezifikation, Verifikation und Testtheorie

<http://www.informatik.hu-berlin.de/svt>

### Leitung

Prof. Dr. H. Schlingloff

Tel.: (030) 2093 3074 (HU), (030) 3463 7504 (Fraunhofer)

E-Mail: [hs@informatik.hu-berlin.de](mailto:hs@informatik.hu-berlin.de)

Die Forschungs- und Lehreinheit SVT (Spezifikation, Verifikation und Testtheorie) beschäftigt sich mit grundlegenden Aspekten der Qualitätssicherung von Software. Assoziiert ist das „System Quality Center“ (SQC) am Fraunhofer Institut für offene Kommunikationssysteme (FOKUS). Fragen, an denen wir arbeiten, sind unter anderem folgende:

- „Wie kann man eindeutig beschreiben, was ein Programm tun soll?“
- „Wie kann man die Korrektheit eines Programms beweisen?“ (statische Analyse)
- „Wie kann man ein Programm in seiner Umgebung testen?“ (dynamische Analyse)

Die Formalismen, die dabei erforscht werden, sind temporale und modale Logiken, Prozessalgebren, sowie UML2 und andere Modellierungssprachen. Für diese Sprachen entwickeln wir Methoden zur Modellprüfung, statischen Analyse, Verfeinerung, Deduktion und Transformation. Ein besonderer Schwerpunkt ist die automatisierte Erstellung von Testfällen und die automatische Durchführung von „Black-Box“-Tests für eingebettete Echtzeitsysteme. Untersuchte Forschungsthemen beinhalten dabei sowohl grundlagenorientierte Fragestellungen wie etwa nach der Expressivität und Komplexität bestimmter Spezifikationssprachen, als auch praktische Gesichtspunkte wie etwa die effiziente Repräsentation und Manipulation großer Datenstrukturen in modellbasierten Testverfahren. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist in jedem Fall die Anwendbarkeit der erzielten Ergebnisse in praktischen Systemen, etwa in der Verkehrstechnik oder in urbanen Infrastrukturen. Neue Herausforderungen ergeben sich derzeit bei formalen Methoden zur Verifikation und Synthese selbstorganisierender Agenten, zum modellbasierten Test von Software-Produktlinien, zum Online-Monitoring von reaktiven und interaktiven Systemen, zur automatischen Generierung von Tests aus Spezifikationen und zur Kombination von Verifikations- und Testmethoden.

Die Gruppe wurde 2002 gegründet und fungiert als „Theorieunterstützung“ der Abteilung SQC beim Fraunhofer FOKUS. SQC wurde Ende 2013 aus den ehemaligen FOKUS-Kompetenzzentren QUEST und MOTION gegründet; das Zentrum deckt mit fast 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein wichtiges Querschnittsgebiet des gesamten FOKUS ab. Ende 2014 fand mit der Neubesetzung der Institutsleitung auch eine Neuausrichtung des FOKUS unter dem Slogan „Wir machen Städte schlau“ statt. Im SQC werden die er-

zielten Ergebnisse in konkreten Anwendungsprojekten mit industriellen Partnern, etwa Bombardier Transportation, Berlin Heart oder Airbus umgesetzt. Während frühere Projekte vor allem in den Bereichen Luft- und Raumfahrt (Satelliten- und Flugzeug-Steuergeräte) und in der Telekommunikation angesiedelt waren, sind neue Anwendungen derzeit hauptsächlich im Schienenverkehr (Zuverlässigkeit von Zugsteuerungen), in der Medizintechnik (Sicherheitsanalyse eines Herzunterstützungssystems), Automatisierungstechnik (Steuerung von Baumaschinen), und im Automobil (Zuverlässigkeit von AUTOSAR-Steuergeräten).



## Lehre

- SoSe 2014: Vorlesung mit Übung: Modellbasierte Software-Entwicklung eingebetteter Systeme (Modul)
- Aug. 2014: SPES\_XT Summer School at AVoCS'14: "Model-based design and analysis of cyber-physical systems", Vorlesungen über "Cyber-Physical Systems Engineering"
- WiSe 2014/2015: Semesterprojekt: Cyber-physische Systeme
- sowie diverse industrielle Schulungen und Weiterbildungsveranstaltungen, z.B. zur modellbasierten Entwicklung und zum modellbasierten Testen, sowie zu Software-Produktlinien

## Forschung

In der Arbeitsgruppe von Prof. Schlingloff am Fraunhofer Institut FOKUS werden Industrieprojekte, öffentlich geförderte Projekte und Fraunhofer-Vorlaufforschungsprojekte durchgeführt. Prof. Schlingloff ist u.a. Leiter des BMBF-Projektes „SPES-XT“, sowie etlicher Industrieprojekte. Nähere Informationen sind, soweit sie von den Industriepartnern freigegeben wurden, im Jahresbericht von Fraunhofer FOKUS sowie auf den offiziellen FOKUS-Webseiten zu finden.

Darüber hinaus gibt es einige anderweitig finanzierte Projekte, die am Institut für Informatik der Humboldt Universität durchgeführt werden.

**Projektname:** *GK-Metrik*

**Beteiligter Mitarbeiter:** HARTMUT LACKNER

**Zusammenarbeit:** Graduiertenkolleg METRIK

**Forschungsförderung:** DFG

Die Qualitätssicherung für die Entwicklung hochwertiger Softwaresysteme hat einen hohen Stellenwert. Dies gilt nicht nur für sicherheitskritische Systeme, sondern auch für

Systeme, deren ordnungsgemäße Funktion im Ernstfall erwartet wird, wie etwa die des Erdbebenfrühwarnsystems. Für solche Systeme existieren viele formale und weniger formale Techniken, um die Qualität zu sichern. Testen ist eine der verbreitetsten Techniken, die in jedem Softwareprojekt Anwendung finden sollte.

Die fortwährende Entwicklung eines Softwaresystems und damit einhergehende Diversifikation des Produktes stellt die Qualitätssicherung vor neue Herausforderungen. Statt nur eines Produktes werden heute eine Vielzahl verschiedener Varianten des gleichen Produktes produziert. Hierbei nimmt die Wiederverwendung der Kernbausteine in jeder Variante eine zentrale Rolle ein. Der Trend der Diversifikation lässt sich auch am Erdbebenfrühwarnsystem erkennen. Spätestens mit der optionalen Hinzunahme der Verkehrsflusserfassung ist das Erdbebenfrühwarnsystem als variantenreiches System zu bezeichnen. Auch für solche Systeme existieren bereits konstruktive Entwicklungsmethoden, wie etwa das *Product Line Engineering*. Die Methoden der Software-Qualitätssicherung jedoch sind auf variantenreiche Systeme nicht vorbereitet. Insbesondere die etablierten Testmethoden skalieren nicht mit der Menge der zu testenden Produkte.

Im Rahmen des Dissertationsvorhabens werden neue Testmethoden zur Reduzierung des Testaufwands für variantenreiche Systeme entwickelt und erprobt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Methoden zur Optimierung der Testplanung und des Testentwurfs, da die Ergebnisse dieser Phasen die weiteren Testphasen sowie Testausführung und Auswertung maßgeblich beeinflussen. Erste prototypische Implementierungen weisen bereits daraufhin, dass solche Optimierungen möglich sind.

**Projektname:** *Research on Validation, Verification and Testing of Embedded Railway Applications*

**Beteiligter Mitarbeiter:** CHAI MING

**Forschungsförderung:** State Key Lab of Rail Traffic Control and Safety, Univ. Beijing

The European Rail Traffic Management System contains as its main component the European Train Control System (ETCS), which is similar in nature to the Chinese Train Control System (CTCS). These systems are described in various standardization documents in an informal way. This leads to different interpretations by the different suppliers of equipment, with subsequent problems in interoperability and compositionality. This is especially problematic for the transition from ETCS level 2 to level 3, where fixed signaling devices are replaced by simple control logic. In order to be able to formally verify and validate such systems, formal languages and ontologies such as temporal logics are needed. The various versions of ETCS lead to a so-called software product line, which is a core of reusable assets implementing common features for various instances. A challenging research question in this context is the validation of such product lines. The objective of this research is to develop a domain-specific specification language and associated tools for the formulation and verification of modules in the ETCS. In the research project, we will investigate the use of timed temporal logics for online-monitoring and testing of ETCS software applications.

The proposed methodology is to build on previous work in the context of CTCS-3, and in a first step to transfer it to ETCS. Then, using the UNISIG standardization documents, an ontology shall be built which describes and defines all important concepts in the chosen domain. On top of this ontology, a new formal specification language shall be defined which allows to express interfaces and interoperability features within the ETCS. For this language, a formal semantics and automated verification tools shall be developed. In particular, model checking tools used for online monitoring of timed traces of the system

under test (SUT) shall be constructed and tailored to the domain-specific language. The language shall be applied in an extended case study for ETCS signaling devices.

## Veröffentlichungen

A. KNAPP, M. ROGGENBACH, H. SCHLINGLOFF: *On the Use of Test Cases in Model-Based Software Product Line Development*. In: Proc. [SPLC 2014](#) - 18th International Software Product Line Conference. Florence, 15.-19. Sept. 2014.

C. MING, H. SCHLINGLOFF: *Monitoring Systems with Extended Live Sequence Charts*. In: Proc. [RV 2014](#) - 14th International Conference on Runtime Verification 2014. Toronto, 22.-25. Sept. 2014. There is also an extended case study available on Prof. Schlingloff's web site.

C. MING, H. SCHLINGLOFF: *Online Monitoring of Distributed Systems with a Five Valued LTL*. In: Proc. [ISVML 2014](#) - IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic. Bremen, 19.-21. Mai 2014.

S. WEIBLEDER, H. SCHLINGLOFF: *An Evaluation of Model-Based Testing in Embedded Applications*. In: Proc. [ICST 2014](#) - Seventh IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation. Cleveland, Ohio, Mar 31 - Apr 4, 2014.

H. SCHLINGLOFF: *Towards a Curriculum for Model-Based Engineering of Embedded Systems*. In: [MBEES 2014](#) - 10. Workshop Modellbasierte Entwicklung eingebetteter Systeme. Dagstuhl, 5.-7. März 2014.

## Ausgewählte Vorträge

- 11.1.2014: Online Monitoring of Distributed Systems with a Five-Valued Linear Temporal Logic. IFIP WG 1.3-Treffen, Leicester.
- 6.3.2014: Towards a Curriculum for Model-Based Engineering of Embedded Systems, Dagstuhl Seminar on Model-based Engineering of Embedded Systems
- 30.9.2014: System Monitoring with Extended Message Sequence Charts, CS&P 2014, Chemnitz

## Sonstige Aktivitäten

- Main organizer of the SPES\_XT Summer School at AVoCS'14 (Model-based design and analysis of cyber-physical systems), Twente, 28.4. – 3.5.2013
- Co-Chair des Workshops "MBT 2014", Ninth Workshop on Model-Based Testing. March 17, 2013; Satellite workshop of ETAPS 2014; Grenoble, 6.4.2014. Proceedings appeared in EPTCS 141, DOI: 10.4204/EPTCS.141, ISSN: 2075-2180
- Mitglied des Programmkomitees folgender Tagungen und Konferenzen
  - CS&P 2014 – Concurrency, Specification and Programming
  - ENVISION Workshop 2014
  - EW – embedded world conference 2014; Nürnberg
  - FORMS/FORMAT 2014 – 10<sup>th</sup> Symposium on Formal Methods
  - ICTSS 2014 – 25<sup>th</sup> IFIP Int. Conf. on Testing Software and Systems
  - MBT 2014 – Workshop on Model-based Testing
  - RAMiCS 2014 – 15<sup>th</sup> Int. Conf. on Relational and Algebraic Methods in Computer Science
  - SE-Ideen 2015 – Workshop über neue Ideen im Software engineering, SE 2015

- SPLAT 2014 – the Software Product Line Analysis Tools workshop of SPLC 2014 in Florence
- TaP 2013 – 6<sup>th</sup> International Conference on Tests and Proofs
- *wissenschaftliche Gutachtertätigkeit:* Prof. Schlingloff ist Gutachter für verschiedene wissenschaftliche Zeitschriften und Verlage (FI Fundamenta Informaticae, JSS Journal of Systems and Software, SCP Science of Computer Programming, Software and Systems Modeling, IEEE Transactions on Software Engineering TSE, JLAP, Software Testing Verification and Reliability STVR), für die DFG, für die europäischen Programme ECSEL und Eurostars, die FNR Luxembourg, das IIT Bombay, die FOM München / Advisory Board des MIS, die Deutsche Zertifizierung in Bildung und Wirtschaft GmbH, sowie Mitglied in mehreren Promotions- und Berufungskommissionen
- *Transfer:* Prof. Schlingloff ist Vorsitzender des ZeSys e.V., eines gemeinnützigen Vereins, der es sich zum Ziel gesetzt hat, die wissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung sowie der Bildung und Erziehung auf dem Gebiet eingebetteter Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik zu fördern.
- *Nachwuchsförderung:* Prof. Schlingloff ist Mitglied im Aufgabenausschuss des „Bundeswettbewerb Informatik“ sowie Mitglied der Jury der Endrunde 23.-26.9.2014 in Lüneburg. Er betreut seit November 2014 die „AG-Robo.com“ am Arndt-Gymnasium Dahlem.

Lehr- und Forschungseinheit

## **Logik in der Informatik**

<http://www.informatik.hu-berlin.de/logik>

### **Leiterin**

BIS AUGUST 2014:

PROF. DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN (GASTPROFESSORIN)

Tel.: (030) 2093 3082

E-Mail: [popova@informatik.hu-berlin.de](mailto:popova@informatik.hu-berlin.de)

AB SEPTEMBER 2014:

PROF. DR. NICOLE SCHWEIKARDT

Tel.: (030) 2093 3044

E-Mail: [schweika@informatik.hu-berlin.de](mailto:schweika@informatik.hu-berlin.de)

### **Sekretariat**

EVA SANDIG

Tel.: (030) 2093 3080

Fax: (030) 2093 3081

E-Mail: [sandig@informatik.hu-berlin.de](mailto:sandig@informatik.hu-berlin.de)

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen**

DIPL.-INF. JOACHIM BREMER (SEIT OKTOBER 2014)

DIPL.-INF. ANDRÉ FROCHAUX (SEIT SEPTEMBER 2014)

DIPL.-INF. BERIT GRUBIEN (BIS AUGUST 2014)

DIPL.-INF. LUCAS HEIMBERG (SEIT OKTOBER 2014)

### **Technikerin**

DIPL.-ING. PETRA KÄMPFER

### **Tutor/in**

CHRISTOPH BURSCHKA

MARIA TAMMIK

Die Lehr- und Forschungseinheit deckt in Forschung und Lehre ein breites Spektrum von Themen aus der Theoretischen Informatik und angrenzenden Gebieten wie der mathematischen Logik und der Diskreten Mathematik ab.

In der Lehre liegt der Schwerpunkt in den Bereichen Logik und Datenbanktheorie, etwa in den regelmäßig angebotenen Lehrveranstaltungen *Logik in der Informatik*, *Einführung in die Datenbanktheorie* und *Zeit und Petri Netze*. Speziellere Vorlesungen und Seminare spiegeln darüber hinaus das ganze Interessenspektrum der Lehr- und Forschungseinheit wieder.

Zentrales Thema unserer Arbeit ist, die *Komplexität*, die Problemen oder Systemen inneohnt, besser zu verstehen. Dabei interessieren uns die unterschiedlichsten Maße für Komplexität, darunter verschiedene Maße für die Berechnungskomplexität (Frage: Wie schwer ist es, das Problem algorithmisch zu lösen?) sowie für die Beschreibungskomplexität (Frage: Wie schwer ist es, das Problem in einem geeigneten Formalismus zu beschreiben?). Hierbei geht es uns u.a. darum, den Zusammenhang zwischen logischer Beschreibbarkeit und algorithmischer Lösbarkeit zu ergründen.

Schwerpunkte unserer Forschung sind in folgenden Themenbereichen zu finden:

*Zeitabhängige Petri Netze:* Die Theorie der Petri Netze beschäftigt sich mit der Modellierung, Simulation und Analyse von nebenläufigen Systemen.

Dabei befasst man sich mit Fragen zur Lebendigkeit, Beschränktheit, Rücksetzbarkeit, Synchronisation, Konfliktfreiheit, Fairness, Sicherheit der Systeme. In den klassischen Petri Netzen ist die Zeit nur als Kausalität implizit enthalten. Für eine große Vielfalt von realen Problemen ist aber die explizite Angabe der Zeit unabdingbar. Selbst qualitative Untersuchungen von stark zeitabhängigen Systemen sind sehr ungenau, wenn die Zeit nicht explizit modelliert ist. Wir beschäftigen uns mit den verschiedenen Möglichkeiten, die Zeit explizit in die Petri Netze zu integrieren und Algorithmen zu finden, die diese Netze analysieren.

*Endliche Modelltheorie und Deskriptive Komplexitätstheorie:* Dabei werden Zusammenhänge zwischen logischer Definierbarkeit, effizienten Algorithmen und Komplexität untersucht. Grundlage der Betrachtungen ist die Beobachtung, dass es einen engen Zusammenhang zwischen der algorithmischen Komplexität eines Problems und seiner Beschreibungskomplexität gibt.

*Datenbanktheorie:* Hier beschäftigen wir uns mit grundlegenden Fragen zur Ausdruckstärke und Komplexität von Anfragesprachen und zur effizienten Anfragebearbeitung. Besonderes Augenmerk wird dabei auf neue Berechnungsmodelle zur Verarbeitung großer Datenmengen und Datenströme gelegt.

Genauereres lässt sich in den Publikationen der Lehr- und Forschungseinheit finden, die alle online zur Verfügung stehen.

## Lehre

Die Grundlagen der Logik in der Informatik werden in der gleichnamigen Vorlesung vermittelt, die für Bachelorstudierende im dritten Semester vorgesehen ist. Regelmäßig angebotene vertiefende Veranstaltungen sind *Einführung in die Datenbanktheorie*, in der die Bedeutung der Logik für die theoretischen Grundlagen von Datenbanksystemen dargestellt wird, sowie die Vorlesung *Logik und Komplexität*, in deren Mittelpunkt der enge Zusammenhang zwischen logischer Beschreibbarkeit auf der einen Seite und Algorithmen und Komplexität auf der anderen Seite steht.

Darüber hinaus werden regelmäßig weitere Vorlesungen sowie Seminare zu einem breiten Spektrum von Themen der theoretischen Informatik angeboten. Die Themen orientieren sich an den aktuellen Entwicklungen in der theoretischen Informatik und spiegeln die Forschungsinteressen der Lehr- und Forschungseinheit wider.

### **Vorlesungen im Jahr 2014**

- Lineare Optimierung (L. POPOVA-ZEUGMANN, SoSe 2014)
- Logik in der Informatik (N. SCHWEIKARDT, WiSe 2014/2015)
- Zeit und Petrinetze (L. POPOVA-ZEUGMANN, WiSe 2014/2015)

### **Seminare und Proseminare**

- Models for concurrent systems (L. POPOVA-ZEUGMANN, WiSe 2014/2015)
- Aktuelle Themen der Theoretischen Informatik (N. SCHWEIKARDT, WiSe 2014/2015)
- Forschungsseminar Logik (N. SCHWEIKARDT UND STEPHAN KREUTZER, WiSe 2014/2015, gemeinsames Oberseminar der Logik-AGs der HU und der TU Berlin)

### **Übungen**

- Lineare Optimierung (L. POPOVA-ZEUGMANN, SoSe 2014)
- Logik in der Informatik (J. BREMER, A. FROCHAUX, L. HEIMBERG, WiSe 2014/2015)
- Zeit und Petrinetze (L. POPOVA-ZEUGMANN, WiSe 2014/2015)

### **Forschung**

#### **Projekt: Vergleichende Analyse und Verifikation für Verteilte Sicherheitskritische Systeme (CAVER)**

**Ansprechpartnerin:** PD DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN

**Zusammenarbeit:** Prof. Eike Best (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg), Prof. Peter Buchholz (TU Dortmund), Prof. Norbert Müller (Universität Trier), Prof. Irina Virbitsaite (Institute of Informatics Systems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russland)

**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft

Dieses Projekts ist ein bilaterales. Das zentrale Thema ist die komparative Analysis und Verifikation von sicherheitssensiblen Systemen, meist spezifiziert mit verschiedenen Erweiterungen von Petri Netzen. In diesem Zusammenhang beschäftigen wir uns mit Fragen der Entfaltung von Dauer Petri Netzen (Timed Petri nets).

**Projekt: Concurrency, Specifications and Programming**, Teil des DAAD-Projekts „Ostpartnerschaften“

**Ansprechpartnerin:** PD DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN

**Zusammenarbeit:** Prof. Ludwik Czaja, Prof. Andrej Skowron, Universität Warschau, Polen

Im Rahmen dieses Projekts fand der Workshop „Concurrency, Specifications and Programming“, bereits zum 23. Mal statt, es wurden dabei Vorträge über gemeinsame Themen gehalten. Die Beiträge sind in Proceedings zusammengefasst. Die besten Beiträge sind außerdem eingeladen, in der Zeitschrift „Fundamenta Informaticae“ zu publizieren (natürlich erst nach einem dreifachen und unabhängigen Reviewing).

**Projekt: Zeit und Nested Petri Netze****Ansprechpartnerin:** PD DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN**Zusammenarbeit:** National Research University Higher School of Economics (HSE) Moskau, PROF. DR. IRINA LOMAZOVA

Nebenläufige Systeme trifft man überall im alltäglichen Leben. Das ist einer der Gründe, warum das Studium solcher Systeme eine zentrale Rolle in der Informatik einnimmt. Die Partner an der HSE haben viel Erfahrung mit der Analyse solcher Systeme, modelliert mit Nested Petri Netzen. Die Nested Petri Netze entstehen aus den klassischen Petri Netzen, in denen allerdings die Marken wieder Petri Netze sein können. Diese Netze berücksichtigen bis jetzt die Zeit nur als Kausalität. In dieser Zusammenarbeit starteten wir mit einer ersten Studie, in der untersucht wird, inwiefern bereits bekannte Algorithmen zur Analyse von zeitabhängigen Petri Netze sich auch für Nested Petri Netze anwenden lassen.

**Projekt: Zeitabhängige PN: Syntax, Semantik und Eigenschaften****Ansprechpartnerin:** PD DR. LOUCHKA POPOVA-ZEUGMANN**Zusammenarbeit:** LACL, Université Paris Est Créteil, Fac de Sciences, Créteil, France, PROF. ELISABETH PELZ

Das Ziel dieses Projekts ist, die Syntax und Semantik verschiedenster zeitabhängigen Petri Netze zu vereinheitlichen und Studien zu einer effizienten Verifizierung durchzuführen.

Intervall-Timed Petri Netze sind Petri Netze, in denen das Schalten von Transitionen Zeit kostet. Dabei ist diese Zeit nicht fix festgelegt, sie ist variabel und bewegt sich innerhalb eines für jede Transition vorgegebenen Intervalls. Für solche Netze, sofern die Selbstnebenläufigkeit der Transitionen ausgeschlossen ist, haben wir eine algebraische Beschreibung von Schaltsequenzen zeigen können. Diese ist eine konsistente Erweiterung der algebraischen Beschreibung für Schaltsequenzen für Petri Netze ohne Zeit und Timed Petri Netze mit fixer Schaltdauer für die Transitionen.

Die Semantik der Intervall-Timed Petri Netze mit Selbstnebenläufigkeit und mit der Möglichkeit der Null-Dauer haben wir formalisiert. Weiterhin untersuchten wir hinreichende Bedingungen für den Ausschluss von time-deadlocks in solchen Netzen. Nur für solche Klassen konnten wir dann eine algebraische Charakterisierung der Schaltsequenzen angeben.

**Graduiertenkolleg: Methoden für Diskrete Strukturen****Ansprechpartnerin:** Prof. Dr. Nicole Schweikardt**Forschungsförderung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft**URL:** <http://www.math.tu-berlin.de/MDS/>

Das Graduiertenkolleg wird gemeinsam von der Freien Universität, der Humboldt-Universität und der Technischen Universität Berlin getragen. Das wissenschaftliche Programm deckt ein breites Themenspektrum im Bereich der diskreten Mathematik und der theoretischen Informatik ab. Besonders betont wird die Vielfalt der Methoden, die in diesen Bereichen Anwendung finden, etwa geometrische, algebraische, topologische, graphentheoretische, algorithmische und probabilistische Methoden.

## Veröffentlichungen

K. S. CANDAN, S. AMER-YAHIA, N. SCHWEIKARDT, V. CHRISTOPHIDES, V. LEROY, EDs.: Proceedings of the Workshops of the EDBT/ICDT 2014 Joint Conference (EDBT/ICDT 2014), Athens, Greece, March 28, 2014. CEUR Workshop Proceedings 1133, CEUR-WS.org, 2014.

A. DURAND, N. SCHWEIKARDT, L. SEGOUFIN: Enumerating *Answers to First-Order Queries over Databases of Low Degree*, Proceedings of the 33<sup>rd</sup> ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems (PODS'14), pp. 121-131, 2014.

A. FROCHAUX, M. GROHE, N. SCHWEIKARDT: *Monadic datalog containment on trees*, Proceedings of the 8<sup>th</sup> Alberto Mendelzon Workshop on Foundations of Data Management (AMW'14), 2014 (G. Gottlob and J. Pérez, eds.), CEUR Workshop Proceedings 1189, CEUR-WS.org, 2014.

F. HARWATH, L. HEIMBERG, N. SCHWEIKARDT: *Preservation and Decomposition Theorems for Bounded Degree Structures*, Proceedings of the 23<sup>rd</sup> EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL'14) and the 29<sup>th</sup> Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS'14), 2014.

S. KREUTZER, N. SCHWEIKARDT: *On Hanf-equivalence and the number of embeddings of small induced subgraphs*, Proceedings of the 23<sup>rd</sup> EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL'14) and the 29<sup>th</sup> Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS'14), 2014.

I. LOMAZOVA, L. POPOVA-ZEUGMANN: [Controlling Petri Net Behavior using Priorities for Transitions](#), In Proceedings of the Workshop Concurrency, Specification & Programming 2014, Sept. 29 - Oct. 1, 2014, pp. 126-137, 2014.

P. LU, J. BREMER, HAIMING CHEN: *Deciding Determinism of Regular Languages*, Theory of Computing Systems, Springer-Verlag, 24. Sep 2014, DOI 10.1007/s00224-014-9576-2.

N. SCHWEIKARDT, V. CHRISTOPHIDES, V. LEROY, EDs.: Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Conference on Database Theory (ICDT'14), Athens, Greece, March 24-28, 2014, OpenProceedings.org, 2014.

M. WERNER, L. POPOVA-ZEUGMANN, M. HAUSTEIN, E. PELZ: [A Holistic State Equation for Timed Petri Nets](#), Fundamenta Informaticae (FI), DOI 10.3233/FI-2012-766, Volume 133, Number 2-3 / 2014, pp. 305-322, IOS-Press, Amsterdam, 2014.

## Vorträge

J. BREMER: *Deciding Determinism of Regular Languages*, Algorithmic Model Theory Workshop (AlMoTh 2014), Kassel, 20.2.2014.

A. FROCHAUX: *Monadic datalog containment on trees*, 8<sup>th</sup> Alberto Mendelzon Workshop on Foundations of Data Management (AMW 2014), Cartagena de Indias, Kolumbien, 5.6.2014.

L. HEIMBERG: *Preservation Theorems for Bounded Degree Structures*, Algorithmic Model Theory Workshop (AlMoTh 2014), Kassel, 20.2.2014.

L. HEIMBERG: *Preservation and Decomposition Theorems for Bounded Degree Structures*, 23<sup>rd</sup> EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL'14) and 29<sup>th</sup> Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS'14), Wien, 17.7.2014.

L. HEIMBERG: *Preservation and Decomposition Theorems for Bounded Degree Structures*, 2<sup>nd</sup> International Conference on Highlights in Automata, Games, and Logic (Highlights 2014), Paris, 5.9.2014.

N. SCHWEIKARDT: *Enumerating Answers to First-Order Queries over Databases of Low Degree*, 33<sup>rd</sup> ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems (PODS'14), Snowbird, Utah, 24.6.2014.

N. SCHWEIKARDT: *Crane Beach Revisited*, 1-stündiger Invited Talk beim „ImmermanFest“ Workshop anlässlich des 60. Geburtstags von Neil Immerman, Wien, 13.7.2014.

N. SCHWEIKARDT: *Experiences made with an introductory course on logic in computer science*, Eingeladener Vortrag im Rahmen des Panels zu „The place of logic in computer science education“ des Logic Colloquium 2014, Wien, 15.7.2014.

N. SCHWEIKARDT: *On Hanf-equivalence and the number of embeddings of small induced subgraphs*, 23<sup>rd</sup> EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL'14) and 29<sup>th</sup> Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS'14), Wien, 15.7.2014.

N. SCHWEIKARDT: *A Tutorial on Order-Invariant Logics*, Gastvortrag im Forschungsseminar des Graduiertenkollegs Quantitative Logics and Automata, TU Dresden, 11.11.2014.

N. SCHWEIKARDT: *An Introduction to Hanf-Equivalence*, Gastvortrag im Kolloquium des Graduiertenkollegs Methods for Discrete Structures, Berlin, 8.12.2014.

## Sonstige Aktivitäten

### Prof. / PD Dr. Louchka Popova-Zeugmann

- Chair und Organisator der Konferenz CS&P 2014 (DAAD-Projekt „Ostpartnerschaften“)
- Gutachten für die Konferenz CS&P 2014.
- Gutachten für die Fachzeitschrift "Fundamenta Informaticae".
- Mitglied des Institutsrates
- Mitglied des Prüfungsausschusses
- Mitglied mehrerer Promotionskommissionen, Berufungskommissionen
- Betreuung Promotion von L. Dvorianskii, Moskau
- Zweitgutachten von Bachelor-Arbeiten

### Prof. Dr. Nicole Schweikardt

- Mitglied im Wissenschaftlichen Direktorium von Schloss Dagstuhl
- Mitglied im Fachbeirat des Max-Planck-Instituts für Informatik in Saarbrücken
- Mitglied im Nominierungsausschuss zum [GI-Dissertationspreis](#)
- Mitglied im Editorial Board der Zeitschrift [Logical Methods in Computer Science \(LMCS\)](#)
- Mitglied im Council der [International Conference on Database Theory \(ICDT\)](#)
- Mitglied im Vorstand der [Deutschen Vereinigung für Mathematische Logik und für Grundlagenforschung der Exakten Wissenschaften \(DVMLG\)](#)
- Mitglied im [ACM SIGLOG](#) Education Committee
- Vorsitzende des Programmkomitees der 17<sup>th</sup> International Conference on Database Theory (ICDT'14)

- Mitglied folgender Programmkomitees:
- 21<sup>st</sup> Workshop on Logic, Language, Information and Computation (WoLLiC'14)
- 9<sup>th</sup> International Computer Science Symposium in Russia (CSR'14)
- 2<sup>nd</sup> International Conference on Highlights in Automata, Games, and Logic (Highlights'14)
- Diverse Gutachtertätigkeiten

### **Gäste am Lehrstuhl**

PROF. IRINA LOMAZOVA, National Research University Higher School of Economics (HSE) Moskau, September/Oktober 2014.

PROF. ELISABETH PELZ, LACL, Université Paris Est Créteil, Fac de Sciences, Créteil, France, Oktober 2014.

DR. ANDRÉ HERNICH, University of Liverpool, Department of Computer Science, November 2014.

CHRISTOPH BERKHOLZ, RWTH Aachen, Lehrstuhl für Informatik 7, Dezember 2014.

### **Abschlussarbeiten**

DOMINIQUE HÜNEBURG: *Charakterisierung des Lebendigkeitsverhaltens eines Intervall-Petrinetzes mit rationalem Zeitfortlauf anhand von wesentlichen Zuständen*. Bachelorarbeit, 10/2014.

CAVAN MATTHEW KING: *Die Beziehung zwischen Lebendigkeit von Skelett und Netz bei BFC- und AC-Intervallpetrinetzen*. Bachelorarbeit, 11/2014.

## IV. Ideenwerkstatt

### FiNCA – Frauen in den Naturwissenschaften am Campus Adlershof

#### Dr. Márta Gutsche

Postdoc Program Adlershof (PPA)

Projektleitung (Programm 2014)

Seit September 2014: FiNCA-Klub mit Schwerpunkt Informatik

„Ideen-Werkstatt „Mehr Frauen in die Informatik!“

**URL:** [www2.informatik.hu-berlin.de/~gutsche/](http://www2.informatik.hu-berlin.de/~gutsche/)  
[www.hu-berlin.de/ueberblick/adlershof/finca](http://www.hu-berlin.de/ueberblick/adlershof/finca)  
<http://www.hu-berlin.de/ueberblick/campus/adlershof/einrichtungen/finca/finca-klub/schuelerinnen>

**Tel:** [+49 / 30 / 2093-5468](tel:+493020935468)

**Email:** [gutsche@informatik.hu-berlin.de](mailto:gutsche@informatik.hu-berlin.de)

#### FiNCA-Projektaktivitäten

- Gestaltung frauenspezifischer Qualifizierungsprogramme für alle Qualifikationsstufen und Pflege von Betreuungs- und Netzwerkstrukturen. Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern. Angebote von Frauen-Netzwerken in Adlershof für Informationsaustausch genutzt.
- Organisation und Ausbau vom Qualifizierungsprogramm „Postdoc Program Adlershof“ für Naturwissenschaftlerinnen in Zusammenarbeit mit dem FiNCA-Doktorandinnenprogramm „Graduate Program Adlershof“ (GPA, Projektleitung Carmen Kubjuhn) bspw. Eröffnungs- und Abschlussveranstaltung auch für 2014 u.a. Auf verschiedene Karrierephasen zugeschnittenes Trainings- und Beratungsprogramm unterstützt geeignete Kandidatinnen, sich für eine weitere akademische Laufbahn zu entscheiden und eine Professur anzustreben. An den Programmen nahmen 2014 auch Doktorandinnen und Postdoktorandinnen unseres Instituts teil. Diese Programme beinhalten auch Mentoring. Die Teilnehmerinnen der Programme sind vernetzt.
- Gestaltung von FiNCA-Klub-Veranstaltungen für Studentinnen und Doktorandinnen, z.B. „Studieren mit Erfolg – von Anfang an!“; semesterbegleitendes „LaTeX - Tutorium“ für Studentinnen. Die Einführung von Sprechstunden „Von Studentin für Studentinnen“ hat sich bewährt.
- Nachwuchsrekrutierung der „Ideen-Werkstatt zu Studienwahl, Studium und Beruf“ unter dem Motto „Mehr Frauen in die Informatik!“ durch Veranstaltungen wie: Arbeitsgemeinschaften für Schülerinnen, Roberta-Roboter-Kurse, Projektwochen mit Schulen, Wochenkurse für Schülerinnen und Schüler; Girls`Day für 60 Mädchen (4 Workshops). Organisation studentischer Gestaltung von Programmen wäh-

rend der Studieninformationswoche; während der Langen Nacht der Wissenschaften; während der Fakultätsveranstaltung zum Studienjahreöffnung WS 2014-2015 in enger Zusammenarbeit mit der Informatik-Fachschaftini (Infostand mit Aufgaben zum Informatik-Studium an der HU).

- Organisation des Studieninfotags (240 Schulen werden regelmäßig mit Informationen versorgt), Organisation von Projekttagen mit Schulen und Betriebspraktiken für SchülerInnen.
- Durch die Fördermittel-Unterstützung des Arbeitgeberverbandes Gesamtmetall für die Schülerinnenarbeit und mit Hilfe von Kollegen unserer Betriebsgruppe war es für uns möglich, 8 Notebooks der neuesten Generation mit Betriebssystem, Software und Internetzugang sowie 8 EV3-Legobaukästen einzusetzen und unsere Kurse zu gestalten.
- Das Format „**Ferientreff am Campus Adlershof**“ bei FiNCA-Klub mit Schwerpunkt Informatik beinhaltet einen innovativen Ansatz zur Frauen- und Familienförderung im Stadtbezirk Treptow-Köpenick. Am Standort Adlershof werden gemeinsam mit den jungen Frauen auch Familienmitglieder in das Institut für Informatik eingeladen, um Frauen jeder sozialen Lage oder jeden Alters im Kreise der Familie die Chance einer Teilnahme zu geben. So können Rollenklischees – auch in den Familien – erfolgreich abgebaut und Chancengleichheit kann praktiziert werden. Mit diesen und anderen Maßnahmen sind die angestrebten Projektziele mit gutem Erfolg auch erreicht worden. Dazu gehörten z.B.: Stärkung der Kompetenzen von Schülerinnen ab Klasse 4 auf unterschiedlichen Gebieten der Informatik und im MINT-Bereich; Sensibilisierung der Familienmitglieder für Chancengleichheit von Mädchen in technischen Disziplinen; Erhöhung des Interesses von Schülerinnen an der Informationstechnik; Entwicklung der fachlichen und sozialen Kompetenzen von Mädchen und Jungen im Familienverband; Stärkung ihrer MINT-Kompetenz als Motivation für die Ausbildung in einem technische Beruf.

Die Durchführung von Ferienprogrammen für Schülerinnen und Schüler mit ihren Familien in Zusammenarbeit mit dem Offensiv `91 e. V. und dem Stadtbezirk Treptow-Köpenick: „**FERIENTREFF am Campus Adlershof**“. (Foto-, Roboter-, Programmier- und Löturse). An den Veranstaltungen nahmen etwas 250 TeilnehmerInnen, d.h. Schülerinnen und Schüler mit ihren Familienmitgliedern teil. Die meisten TeilnehmerInnen stammten aus der näheren Umgebung, auch von der HU. Insgesamt war eine intensive Betreuung der TeilnehmerInnen durch unsere Studentinnen möglich. Ein Bericht im Tagesspiegel hat u.a. unser Progalik gemacht: (In:[http:// www.tagesspiegel.de/berlin/schule/sommer-akademie-ein-roboter-ist-keine-magie/10260102.html](http://www.tagesspiegel.de/berlin/schule/sommer-akademie-ein-roboter-ist-keine-magie/10260102.html))



*Einige Kurs-Impressionen*

Ferientreff wurde 2014 mit dem ersten Preis für seine außerordentlich hohe Sichtbarkeit in Bezug auf die Familienfreundlichkeit an unserer Hochschule ausgezeichnet.

(<https://gremien.hu-berlin.de/de/familienbuero/strategie-familienfreundlichkeit/wettbewerb-familienfreundliches-projekt-1/wettbewerb-familienfreundliches-projekt-2014>)

- Zur Lise Meitner Denkmalenthüllung im Juli 2014

(<https://gremien.hu-berlin.de/de/frb/veranstaltungen/lise-meitner-denkmal>) wurde die Broschüre „Der lange Weg zur Chancengleichheit“ veröffentlicht. Eine Broschüre zur Ausstellung, die 2010 erstmals in Adlershof gezeigt wurde. Sie erinnert an die ersten Wissenschaftlerinnen der Universität, die oft unter den schwierigsten Bedingungen ihren wissenschaftlichen Weg gingen und dennoch herausragende Beiträge auf dem Gebiet der Physik, Mathematik, Chemie, Biologie und anderen Naturwissenschaften leisteten.



\* Unterstützt durch das Berliner Programm zur Förderung der Chancengleichheit für Frauen in Forschung und Lehre

## V. Informationstechnik des Instituts für Informatik

### Rechnerbetriebsgruppe

<http://www.informatik.hu-berlin.de/rbg>

#### Leiter

DR. JAN-PETER BELL

Tel.: (030) 2093 3131

e-mail: bell@informatik.hu-berlin.de

#### Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

DIPL.-ING. (FH) GABRIELE BÄRWOLFF

DIPL.-ING. WOLFGANG GANDRE

DIPL.-ING. PETRA KÄMPFER

DIPL.-CHEM. BIRGIT SCHIEFNER

FRANK WOZOBULE

#### Tutoren

KEINE

Die Rechnerbetriebsgruppe ist dem Lehrstuhl Systemarchitektur zugeordnet.

Im Jahre 2014 wurden von der Rechnerbetriebsgruppe über 2100 Nutzer betreut, davon über 1750 Studenten. Dazu wurden im zentralen Bereich mehr als 100 Arbeitsplätze (45 SUN-Rays, 15 Mini-PCs, 35 PCs und 10 Macs) und über 50 Server vorgehalten. Trotz diverser Umzüge, Umbauarbeiten und Erweiterungen in Server- und Poolräumen, der Umstellung von weiteren Filesystemen auf den dezentralen Fileservern und des Wechsels von Betriebssystemen auf den zentralen Servern konnte der Rechenbetrieb und alle zentralen Dienstleistungen ohne nennenswerte Ausfälle unsererseits realisiert werden. Leider war die Stromversorgung in Adlershof nicht immer stabil, so dass es zu zwei größeren Ausfällen kam (am 20.5.2014 36 Stunden und am 19.12.2014 2 Stunden), die von unserer USV nicht überbrückt werden konnten. Des Weiteren gab es noch zwei kürzere Stromunterbrechungen.

### Entwicklung der rechentechnischen Ausstattung des Instituts 2014

Im Jahre 2014 konnten die zentrale Rechentechnik nur im geringen Umfang erweitert werden. Es wurden gegen Ende des Jahres lediglich zwei neue Computerserver und zwei neue 10-Gbit-Switch beschafft, die aber im Jahre 2014 nicht mehr zum Einsatz kamen.

Die rechentechnische Ausstattung einiger LFGs konnte verbessert werden. Wesentliche Neuerungen sind:

- Beschaffung von diversen Notebooks und moderner Arbeitsplätze für Mitarbeiter
- Ein neuer Computerserver für den Lehrstuhl Wissensmanagement in der Bioinformatik
- Erweiterung des Clusters im Lehrstuhl Datenbanken und Informationssysteme

## Erbrachte Dienstleistungen

Die grundlegenden Dienste, wie E-Mail, WWW, NFS, SAMBA, VPN, DNS, LDAP, FTP, News, SVN, GIT und zentraler Backup-Service wurden das ganze Jahr über stabil in allen Bereichen zur Verfügung gestellt.

Der zentrale SVN-Server mit Tracking-Dienst wird von den Nutzern gut genutzt. Z.Z. befinden sich über 225 Repositories mit 61 GByte Daten auf dem Server.

Der zentrale GIT-Server mit Tracking-Dienst wird von den Nutzer im Vergleich zum SVN-Server weniger genutzt. Z.Z. gibt es dort 43 Repositories mit ca. 12 GByte Daten – Tendenz wachsend.

Auf den zentralen Fileservern wurden alle Filesysteme auf die aktuelle Version von ZFS umgestellt. Dabei wurde die Kapazität weiter vergrößert. Weitere Erweiterungen sind jetzt leicht möglich. Z.Z. werden hier fast 100 TB Plattenkapazität für die Lehrstühle bereitgestellt, darunter allein 50 TB für den Lehrstuhl WBI. Das zentralisierte Backup der dezentralen Server hat sich bewährt. Um die Datenmenge zu bewältigen, werden die Daten parallel in drei Streams abgezogen.

Das Mailaufkommen ist im Vergleich zum Vorjahr konstant geblieben. Die Eingangsmailserver mail/mailslv1 hatten jeweils ca. 230.000 bzw. 40.000 Mails monatlich zu bewältigen. Das hohe Mailaufkommen am Jahresanfang ist dabei nicht berücksichtigt. Das zur SPAM-Abwehr benutzte Greylisting bzw. "Pre-greeting" verhindert weiterhin größere Mengen von SPAM-Mail (über 200.000 abgelehnt externe Mails monatlich).. Der Virenfilter "CLAMAV" hat sich bewährt. Die Mailserver sind weiterhin durch die Virenfilterung kaum belastet. Die Zahl der erkannten virenbehafteter Mails ist im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht gesunken (100 bis 200 monatlich). Der Betrieb des Mail-Listen-Server mailman hat sich bewährt. Es werden z.Z. 80 Mail-Listen betrieben. Alle Mailserver wurden virtualisiert und laufen seit Jahresende als Zonen unter Solaris 11.2. Die Mailbox-Verwaltung wurde auf dovecot 2.2 mit Maildir-Format umgestellt. Dabei wurden auch die privaten Mailboxen auf den zentralen Mailserver übertragen. Dadurch konnten die Zugriffszeiten wesentlich verbessert werden. Für alle Mailserver gibt es jetzt ein Reservesystem.

Die Zugriffszahlen für den FTP-Server sind im Vergleich zum Vorjahr stabil geblieben. Die Platten-Kapazität des FTP-Servers musste nicht weiter erhöht werden. Es kam zu keinen Kapazitätsengpässen, Die tägliche Transferrate liegt zwischen 5 und 10 GByte. Der FTP-Server wird von lokalen Systemen und ca. 6000 externen Systemen genutzt.

Der NEWS-Server des Instituts ist der einzige NEWS-Server der Universität und ist allen Universitätsangehörigen zugänglich. Zusätzlich kann jeder Angehörige des Instituts News von jedem beliebigen Rechner aus lesen (Authentifizierung wird unterstützt). Die Auswahl der angebotenen Newsgruppen wurde ständig aktualisiert. Die Zugriffszahlen für gelesene Artikel sind weiterhin rückläufig. Monatlich werden zwischen 300.000 und 550.000 Artikel empfangen bzw. weitergeleitet, Tendenz gleichbleibend. Die Kapazität des NEWS-Server ermöglicht längere Verweilzeiten für die wichtigsten Newsgruppen.

Die WWW-Zugriffe auf den Institutsserver liegen abhängig vom Semester zwischen 35.000 und 60.000 täglich. Damit sind die Zugriffszahlen im Vergleich zum Vorjahr gleich geblieben. Die transportierte Datenmenge ist mit 8 bis 16 GByte täglich gleich geblieben. Die Software des WWW-Servers wurde aktualisiert.

Das 10-GBit Backbone des Instituts-LAN konnte weiter ausgebaut werden. Alle wesentlichen Bereiche sind jetzt mit 10-GBit angeschlossen. Die Serverräume verfügen über

lokale 10-Gbit-Switche. Die Redundanz wurde erhöht. Der Ausbau des Managementnetzes des Instituts wurde fortgesetzt. Alle Server, Klimaschränke und USVs sind an das Managementnetz angeschlossen.

#### Mailverkehr 2014 (Mailserver 1):

<b>Mailserver 1 (mail)</b>				
<i>Monat</i>	<i>Akzeptierte Mails</i>	<i>Empfangen Extern</i>	<i>Versendet extern</i>	<i>Versendet lokal</i>
Januar	<b>1.253.103</b>	<b>1.230.457</b>	<b>36.663</b>	<b>138.767</b>
Februar	<b>5.517.976</b>	<b>5.499.403</b>	<b>33.361</b>	<b>128.124</b>
März	<b>891.363</b>	<b>873.430</b>	<b>28.621</b>	<b>126.906</b>
April	<b>219.259</b>	<b>195.589</b>	<b>46.599</b>	<b>125.843</b>
Mai	<b>304.952</b>	<b>274.304</b>	<b>46.037</b>	<b>247.258</b>
Juni	<b>247.697</b>	<b>223.827</b>	<b>41.850</b>	<b>125.083</b>
Juli	<b>231.699</b>	<b>210.142</b>	<b>34.534</b>	<b>98.286</b>
August	<b>201.395</b>	<b>190.954</b>	<b>22.843</b>	<b>80.910</b>
September	<b>203.765</b>	<b>190.085</b>	<b>28.449</b>	<b>86.435</b>
Oktober	<b>237.873</b>	<b>195.890</b>	<b>235.878</b>	<b>114.152</b>
November	<b>227.235</b>	<b>202.096</b>	<b>43.466</b>	<b>106.330</b>
Dezember	<b>195.944</b>	<b>179.076</b>	<b>31.613</b>	<b>84.900</b>

#### Mailverkehr 2014 (Mailserver2 ):

<b>Mailserver 2 (mailsv1)</b>				
<i>Monat</i>	<i>Akzeptierte Mails</i>	<i>Empfangen Extern</i>	<i>Versendet extern</i>	<i>Versendet lokal</i>
Januar	<b>111.447</b>	<b>104.196</b>	<b>12.176</b>	<b>89.461</b>
Februar	<b>95.671</b>	<b>87.818</b>	<b>11.840</b>	<b>80.247</b>
März	<b>158.513</b>	<b>150.190</b>	<b>8.815</b>	<b>51.937</b>
April	<b>29.414</b>	<b>26.115</b>	<b>7.210</b>	<b>6.790</b>
Mai	<b>38.508</b>	<b>35.612</b>	<b>7.451</b>	<b>10.026</b>
Juni	<b>44.186</b>	<b>41.099</b>	<b>7.396</b>	<b>13.653</b>
Juli	<b>41.104</b>	<b>38.124</b>	<b>7.913</b>	<b>9.562</b>
August	<b>15.968</b>	<b>14.930</b>	<b>11.143</b>	<b>2.822</b>
September	<b>35.378</b>	<b>32.834</b>	<b>16.735</b>	<b>7.461</b>
Oktober	<b>46.784</b>	<b>30.765</b>	<b>25.561</b>	<b>8.004</b>
November	<b>33.527</b>	<b>29.122</b>	<b>10.434</b>	<b>9.287</b>
Dezember	<b>29.902</b>	<b>25.827</b>	<b>10.877</b>	<b>6.900</b>

**Mailverkehr 2014 (Mailserver 3):**

<b>Mailserver 3 (mailbox)</b>				
<i>Monat</i>	<i>Akzeptierte Mails</i>	<i>Empfangen extern</i>	<i>Versendet extern</i>	<i>Versendet lokal</i>
Januar	<b>110.125</b>	<b>78.213</b>	<b>29.236</b>	<b>119.972</b>
Februar	<b>103.661</b>	<b>73.823</b>	<b>25.860</b>	<b>114.584</b>
März	<b>114.532</b>	<b>90.166</b>	<b>23.120</b>	<b>123.808</b>
April	<b>174.641</b>	<b>137.190</b>	<b>36.682</b>	<b>186.410</b>
Mai	<b>193.396</b>	<b>143.705</b>	<b>40.133</b>	<b>207.227</b>
Juni	<b>166.673</b>	<b>128.279</b>	<b>34.239</b>	<b>204.343</b>
Juli	<b>142.911</b>	<b>110.298</b>	<b>30.334</b>	<b>163.522</b>
August	<b>112.402</b>	<b>91.598</b>	<b>18.422</b>	<b>127.011</b>
September	<b>121.922</b>	<b>97.386</b>	<b>23.129</b>	<b>142.439</b>
Oktober	<b>169.233</b>	<b>126.074</b>	<b>40.245</b>	<b>175.986</b>
November	<b>152.019</b>	<b>111.219</b>	<b>37.714</b>	<b>159.976</b>
Dezember	<b>127.153</b>	<b>94.195</b>	<b>26.827</b>	<b>140.402</b>

**SPAM-, Virenmail und Zurückweisungen 2014 (Mailserver 1 - mail):**

Monat	SPAM	Zurückweisung	Viren
Januar	<b>46.427</b>	<b>217.759</b>	<b>99</b>
Februar	<b>43.413</b>	<b>173.234</b>	<b>76</b>
März	<b>34.446</b>	<b>211.000</b>	<b>120</b>
April	<b>28.069</b>	<b>200.177</b>	<b>166</b>
Mai	<b>26.534</b>	<b>235.485</b>	<b>133</b>
Juni	<b>39.384</b>	<b>400.117</b>	<b>118</b>
Juli	<b>27.780</b>	<b>365.871</b>	<b>104</b>
August	<b>19.848</b>	<b>282.779</b>	<b>105</b>
September	<b>18.903</b>	<b>366.781</b>	<b>150</b>
Oktober	<b>27.745</b>	<b>409.100</b>	<b>112</b>
November	<b>25.334</b>	<b>352.520</b>	<b>112</b>
Dezember	<b>22.575</b>	<b>379.626</b>	<b>80</b>

**SPAM-, Virenmail und Zurückweisungen 2014 (Mailserver 2 – mailsrv1):**

Monat	SPAM	Zurückweisung	Viren
Januar	<b>3.218</b>	<b>74.893</b>	<b>2</b>
Februar	<b>2.704</b>	<b>57.249</b>	<b>2</b>
März	<b>745</b>	<b>61.827</b>	<b>1</b>
April	<b>1.171</b>	<b>55.435</b>	<b>11</b>
Mai	<b>2.660</b>	<b>53.821</b>	<b>13</b>
Juni	<b>5.925</b>	<b>65.657</b>	<b>10</b>
Juli	<b>3.975</b>	<b>50.505</b>	<b>15</b>
August	<b>498</b>	<b>20.896</b>	<b>16</b>
September	<b>1.128</b>	<b>42.795</b>	<b>14</b>
Oktober	<b>1.128</b>	<b>42.795</b>	<b>14</b>
November	<b>1.435</b>	<b>37.510</b>	<b>12</b>
Dezember	<b>1.044</b>	<b>45.850</b>	<b>15</b>

**Wirkung von Greylisting bei der Abwehr von SPAM 2014:**

Monat	Mailserver 1		Mailserver 2	
	delayed	Autowhitelist	Delayed	autowhitelist
Januar	<b>102.226</b>	<b>8.186</b>	<b>25.980</b>	<b>7.131</b>
Februar	<b>78.024</b>	<b>7.548</b>	<b>22.169</b>	<b>2.438</b>
März	<b>72.785</b>	<b>7.196</b>	<b>22.334</b>	<b>2.578</b>
April	<b>50.462</b>	<b>6.036</b>	<b>19.341</b>	<b>2.342</b>
Mai	<b>62.468</b>	<b>7.366</b>	<b>25.399</b>	<b>3.254</b>
Juni	<b>79.253</b>	<b>5.915</b>	<b>35.522</b>	<b>2.451</b>
Juli	<b>63.122</b>	<b>4.672</b>	<b>26.432</b>	<b>2.733</b>
August	<b>39.018</b>	<b>3.689</b>	<b>8.117</b>	<b>885</b>
September	<b>36.366</b>	<b>3.756</b>	<b>19.108</b>	<b>1.687</b>
Oktober	<b>44.829</b>	<b>4.960</b>	<b>21.408</b>	<b>2.277</b>
November	<b>39.158</b>	<b>4.278</b>	<b>19.624</b>	<b>2.250</b>
Dezember	<b>30.694</b>	<b>1.661</b>	<b>15.410</b>	<b>755</b>

**Zugriffe zum WWW-Server im Jahr 2014:**

Monat	Transfer MByte	in	Zugriffe
Januar	<b>327.890</b>		<b>1.962.292</b>
Februar	<b>348.809</b>		<b>1.829.197</b>
März	<b>523.695</b>		<b>1.521.201</b>
April	<b>395.178</b>		<b>1.722.336</b>
Mai	<b>482.272</b>		<b>1.457.904</b>
Juni	<b>451.252</b>		<b>1.158.231</b>
Juli	<b>373.002</b>		<b>1.253.121</b>
August	<b>248.021</b>		<b>1.518.153</b>
September	<b>236.156</b>		<b>1.040.496</b>
Oktober	<b>292.936</b>		<b>1.271.921</b>
November	<b>396.658</b>		<b>1.312.110</b>
Dezember	<b>87.412*</b>		<b>439.388*</b>

\*) Unvollständige Protokollfiles wegen Rechnertauschs

**Zugriffe zum FTP-Server im Jahr 2014:**

<i>Monat</i>	<i>Dateien</i>	<i>MByte</i>	<i>Systeme</i>	<i>Dateien tägl.</i>	<i>MByte tägl.</i>
Januar	<b>244.889</b>	<b>245.773</b>	<b>6.854</b>	<b>7.653</b>	<b>7.680</b>
Februar	<b>217.166</b>	<b>276.113</b>	<b>6.579</b>	<b>7.488</b>	<b>9.521</b>
März	<b>209.312</b>	<b>240.401</b>	<b>7.320</b>	<b>6.541</b>	<b>7.512</b>
April	<b>248.312</b>	<b>340.136</b>	<b>7.003</b>	<b>8.010</b>	<b>10.972</b>
Mai	<b>155.696</b>	<b>247.954</b>	<b>6.302</b>	<b>4.866</b>	<b>7.748</b>
Juni	<b>135.768</b>	<b>236.172</b>	<b>5.765</b>	<b>4.380</b>	<b>7.618</b>
Juli	<b>148.908</b>	<b>226.756</b>	<b>5.515</b>	<b>4.653</b>	<b>7.086</b>
August	<b>115.167</b>	<b>207.665</b>	<b>5.565</b>	<b>3.599</b>	<b>6.489</b>
September	<b>111.889</b>	<b>308.072</b>	<b>5.871</b>	<b>3.609</b>	<b>9.937</b>
Oktober	<b>102.456</b>	<b>226.101</b>	<b>5.677</b>	<b>3.202</b>	<b>7.065</b>
November	<b>96.387</b>	<b>149.841</b>	<b>4.787</b>	<b>3.109</b>	<b>4.833</b>
Dezember	<b>91.268</b>	<b>134.296</b>	<b>4.193</b>	<b>2.852</b>	<b>4.196</b>

**Zugriffe zum News-Server im Jahr 2014:**

<i>Monat</i>	<i>Empfangene Artikel</i>	<i>Gesendete Artikel</i>	<i>Gelesene Artikel</i>
Januar	<b>402.310</b>	<b>299.296</b>	<b>40</b>
Februar	<b>546.803</b>	<b>403.066</b>	<b>15</b>
März	<b>546.803</b>	<b>378.901</b>	<b>8</b>
April	<b>507.134</b>	<b>377.595</b>	<b>78.683</b>
Mai	<b>547.496</b>	<b>387.548</b>	<b>107</b>
Juni	<b>531.809</b>	<b>393.306</b>	<b>311</b>
Juli	<b>544.070</b>	<b>406.853</b>	<b>5</b>
August	<b>523.832</b>	<b>389.801</b>	<b>24</b>
September	<b>511.710</b>	<b>386.659</b>	<b>211</b>
Oktober	<b>531.223</b>	<b>390.967</b>	<b>15</b>
November	<b>545.425</b>	<b>414.833</b>	<b>601</b>
Dezember	<b>314.218</b>	<b>243.877</b>	<b>799</b>

## VI. Lehrveranstaltungen

### Sommersemester 2014

#### Pflichtmodule und Proseminare

in den Bachelorstudiengängen (einschl. INFOMIT)

#### Pflichtmodule

##### Algorithmen und Datenstrukturen

Vorlesung	4 Std.	K. Reinhardt
Übung	4 Std.	L. Dölle
Übung	4 Std.	B. Grußien
Übung	4 Std.	A. Koschmieder
Übung	4 Std.	P. Lenzner

##### Analysis 1

(Serviceveranstaltung des Instituts für Mathematik)

Vorlesung	4 Std.	A. Griewank
Übung	8 Std.	C. Löbhard

##### Compilerbau

Vorlesung	3 Std.	J. Fischer
Praktikum	3 Std.	K. Ahrens
Praktikum	3 Std.	I. Eveslage

##### Digitale Systeme

Vorlesung	4 Std.	S. Sommer
Übung	4 Std.	S. Sommer
Praktikum	8 Std.	F. Winkler

##### Grundlagen moderner Betriebssysteme

Vorlesung	4 Std.	J.-P. Redlich
Übung	4 Std.	R. Sombrutzki

##### Grundlagen von Datenbanksystemen

Vorlesung	4 Std.	J.-C. Freytag
Praktikum	4 Std.	R. Bergmann/ D. Janusz

##### Informatik im Kontext

Vorlesung	2 Std.	N. Pinkwart
-----------	--------	-------------

##### Modellierung und Spezifikation

Vorlesung	3 Std.	W. Reisig
Praktikum	6 Std.	J. Sürmeli

**Semesterprojekt****Semesterprojekt - Kommunizierende Systeme**

Projekt	4 Std.	F. Winkler
---------	--------	------------

**Semesterprojekt - Signalverarbeitung**

Projekt	4 Std.	O. Hochmuth, B. Meffert
---------	--------	-------------------------

**Semesterprojekt - Softwaretechnik für autonome Roboterteams**

Projekt	4 Std.	V. Hafner, H. Schlingloff
---------	--------	---------------------------

**Semesterprojekt - Verfahren und Systeme für die Fahrerassistenz**

Projekt	4 Std.	R. Reulke
---------	--------	-----------

**Proseminare****Beauty is our Business**

Proseminar	2 Std.	W. Reisig
------------	--------	-----------

**Fachdidaktik**

im Bachelor-Kombinationsstudiengang

**Multimedia in der Schule**

Seminar	2 Std.	N. Le, N. Pinkwar
---------	--------	-------------------

**Wahlpflichtmodule**

in den Bachelorstudiengängen

**Formale Sprachen I**

Vorlesung	2 Std.	K. Reinhardt
Übung	1 Std.	K. Reinhardt

**Grundlagen der Bioinformatik**

Vorlesung	2 Std.	L. Childs
Übung	2 Std.	L. Childs

**Grundlagen der Signalverarbeitung**

Vorlesung	4 Std.	B. Meffert
Übung	2 Std.	O. Hochmuth
Praktikum	1 Std.	M. Appel, O. Hochmuth

**IT-Sicherheit - Grundlagen**

Vorlesung	4 Std.	W. Müller
Übung	4 Std.	W. Müller

**Lineare Optimierung**

Vorlesung	4 Std.	L. Popova- Zeugmann
Übung	4 Std.	L. Popova- Zeugmann

**Modellbasierte Software-Entwicklung eingebetteter Systeme**

Vorlesung	4 Std.	H. Schlingloff
Übung	2 Std.	H. Schlingloff

**Prozessinformatik**

Vorlesung	4 Std.	M. Ritzschke
Praktikum	1 Std.	M. Ritzschke

**Werkzeuge der empirischen Forschung**

Vorlesung	4 Std.	W. Kössler
Übung	2 Std.	W. Kössler
Praktikum	2Std.	W. Kössler

**Wahlpflichtmodule**

im Master-Studiengang (M. Sc. / M. Ed.)  
bzw.

**Kern und Vertiefungsmodule**

im Diplom-Hauptstudium

**Algorithmische Spieltheorie**

Vorlesung	2 Std.	K. Reinhardt
Übung	1 Std.	K. Reinhardt

**Automatisierung industrieller Workflows**

Vorlesung	4 Std.	J. Fischer
Praktikum	2 Std.	A. Blunk

**Betriebssysteme - Werkzeuge und Unix-Schnittstelle**

Vorlesung	4 Std.	J.-P. Bell
-----------	--------	------------

**Big Data Analytics**

Vorlesung	2 Std.	J.-C. Freytag
Übung	2 Std.	J.-C. Freytag

**Biologisch inspirierte Maschennetzwerke**

Q-Tutorium	4 Std.	R. Sombrutzki
------------	--------	---------------

**Chipkartentechnologie**

Vorlesung	2 Std.	E.-G. Giessmann
-----------	--------	-----------------

**Drahtlose Kommunikationssysteme**

Vorlesung	2 Std.	S. Sommer
Praktikum	2 Std.	S. Sommer

**Erfassung und Analyse kognitiver elektrophysiologischer Signale**

Projekt	4 Std.	G. Ivanova
---------	--------	------------

**Fortgeschrittene Methoden der Signal-, Biosignal- und Datenanalyse**

Vorlesung	2 Std.	G. Ivanova
-----------	--------	------------

Übung	1 Std.	G. Ivanova
Praktikum	2 Std.	G. Ivanova

### **Informationsintegration**

Vorlesung	4 Std.	S. Wandelt
Übung	2 Std.	S. Wandelt

### **Kryptologie**

Vorlesung	4 Std.	J. Köbler
Übung	2 Std.	J. Köbler

### **Maschinelles Lernen 1**

Vorlesung	2 Std.	M. Kloft
Übung	2 Std.	M. Kloft

### **Methoden und Modelle des Systementwurfs**

Vorlesung	4 Std.	W. Reisig
Übung	2 Std.	W. Reisig
Praktikum	2 Std.	R. Dzikowski

### **Middleware Plattformen**

Vorlesung	4 Std.	J.-P. Redlich
Übung	2 Std.	R. Sombrutzki

### **Neue Konzepte und Techniken für Datenbanksysteme**

Vorlesung	4 Std.	J.-C. Freytag
-----------	--------	---------------

### **Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementation (OMSI 2)**

Vorlesung	4 Std.	J. Fischer
Praktikum	2 Std.	I. Eveslage

### **Software Engineering**

Vorlesung	4 Std.	K. Bothe
Übung	4 Std.	M. Ritzschke

### **Soziale Medien und Kooperationssysteme**

Vorlesung	4 Std.	N. Pinkwart
Übung	2 Std.	M. Ahmad

### **Spezialgebiete der Bildverarbeitung**

Vorlesung	2 Std.	B. Meffert
Übung	2 Std.	O. Hochmuth
Praktikum	1 Std.	O. Hochmuth



**Pflichtmodule**  
im Master-Studiengang (M. Ed.)

**Ausgewählte Kapitel der Didaktik der Informatik**

Seminar                      3 Std.                      N. Le

**Fachdidaktisches Hauptseminar**

Seminar                      3 Std.                      N. Pinkwart, N. Le

**Schulpraktische Studien - Vorbereitung**

Seminar                      2 Std.                      N. Le

**Schulpraktische Studien - Unterrichtspraktikum**

Praktikum                    2 Std.                      N. Le

**Schulpraktische Studien - Nachbereitung**

Seminar                      2 Std.                      N. Le

## Wintersemester 2014/15

### Pflichtmodule und Proseminare

in den Bachelorstudiengängen (einschl. INFOMIT)

#### Pflichtmodule

##### **Angewandte Mathematik für InformatikerInnen**

(Serviceveranstaltung des Instituts für Mathematik)

Vorlesung	3 Std.	A. Griewank
Übung	2 Std.	A. Griewank
Übung	2 Std.	N. Strogies

##### **Einführung in die Theoretische Informatik**

Vorlesung	4 Std.	K. Reinhardt
Übung	4 Std.	F. Fuhlbrück
Übung	4 Std.	B. Grußien
Übung	4 Std.	W. Kössler
Übung	4 Std.	S. Verbücheln

##### **Grundlagen der Programmierung**

Vorlesung	4 Std.	J.-P. Redlich
Übung	2 Std.	L. George
Übung	2 Std.	S. Groß
Übung	4 Std.	A. Koschmieder
Übung	6 Std.	W. Müller
Übung	2 Std.	M. Schmidt
Übung	2 Std.	R. Sombrutzki
Praktikum	12 Std.	K. Ahrens

##### **Kommunikationssysteme 1**

Vorlesung	4 Std.	B. Scheuermann
Praktikum	4 Std.	S. Sommer

##### **Lineare Algebra 1**

(Serviceveranstaltung des Instituts für Mathematik)

Vorlesung	4 Std.	B. Gerlach
Übung	4 Std.	V. Fromm
Übung	2 Std.	J. Gerlach
Übung	4 Std.	K. Kentia Tonleu
Übung	2 Std.	L. Klaczynski
Übung	2 Std.	N. Strogies

##### **Logik in der Informatik**

Vorlesung	4 Std.	N. Schweikardt
Übung	4 Std.	J. Bremer
Übung	4 Std.	A. Frochoux
Übung	2 Std.	L. Heimberg

**Software Engineering**

Vorlesung	4 Std.	K. Bothe
Übung	10 Std.	M. Ritzschke

**Unix Crash Course**

Vorlesung	2 Std.	J.-P. Bell
-----------	--------	------------

**Erstsemester-Tutorien**

Tutorium	2 Std.	O. Florian/ J. Marasus
Tutorium	2 Std.	F. Tacke/ S. Kempendorf
Tutorium	2 Std.	M. Schneider/ S. Rust
Tutorium	2 Std.	G. Gentzen/ M. Bauer
Tutorium	2 Std.	L. Grosser/ S. Purtzel
Tutorium	2 Std.	J. Lettow/ M. Bielefeld
Tutorium	2 Std.	C. Zyla/ T. Othegraven
Tutorium	2 Std.	S. Markse/ T. Hübner

**Semesterprojekt****Semesterprojekt - Cyber-physische Systeme**

Projekt	4 Std.	H. Schlingloff
---------	--------	----------------

**Semesterprojekt - Entwicklung einer Mobilitätsplattform auf Basis von Salesforce**

Projekt	4 Std.	K. Bothe
---------	--------	----------

**Semesterprojekt - Kommunizierende Systeme**

Projekt	4 Std.	B. Scheuermann
---------	--------	----------------

**Semesterprojekt - Signalverarbeitung**

Projekt	4 Std.	O. Hochmuth, B. Meffert
---------	--------	-------------------------

**Proseminare****Beauty is our Business**

Proseminar	2 Std.	W. Kössler
------------	--------	------------

**Das BUCH der Beweise**

Proseminar	2 Std.	W. Kössler
------------	--------	------------

**Models for concurrent systems**

Proseminar	2 Std.	L. Popova- Zeugmann
------------	--------	---------------------

**Wissenschaftliches Arbeiten**

Proseminar	2 Std.	N. Pinkwart
------------	--------	-------------

## Fachdidaktik

im Bachelor-Kombinationsstudiengang

### Einführung in die Fachdidaktik

Vorlesung	2 Std.	N. Pinkwart
Übung	2 Std.	N. Le

## Wahlpflichtmodule

in den Bachelorstudiengängen

### Algorithmische Geometrie

Vorlesung	2 Std.	K. Reinhardt
Übung	1 Std.	K. Reinhardt

### Computergraphik

Vorlesung	4 Std.	P. Eisert
Praktikum	1 Std.	P. Eisert

### Einführung in die Komplexitätstheorie

Vorlesung	4 Std.	J. Köbler
Übung	2 Std.	J. Köbler

### Grundlagen der Signalverarbeitung

Vorlesung	4 Std.	B. Meffert
Übung	2 Std.	O. Hochmuth
Praktikum	1 Std.	M. Appel, O. Hochmuth

### Information Retrieval

Vorlesung	2 Std.	U. Leser
Übung	2 Std.	U. Leser

### Objektorientierte Modellierung, Simulation und Implementation (OMSI 1)

Vorlesung	4 Std.	J. Fischer
Praktikum	2 Std.	I. Eveslage

### Stochastik für InformatikerInnen

Vorlesung	4 Std.	W. Kössler
Übung	4 Std.	W. Kössler

### Zeit und Petrinetze

Vorlesung	4 Std.	L. Popova- Zeugmann
Übung	2 Std.	L. Popova- Zeugmann

### Zuverlässige, mobile und verteilte Systeme

Vorlesung	4 Std.	S. Sommer
Projektseminar	2 Std.	S. Sommer

**Wahlpflichtmodule**  
 Master-Studiengang (M. Sc. / M. Ed.)  
**bzw.**  
**Kern- und Vertiefungsmodule**  
 im Diplom-Hauptstudium

**Automatisierung industrieller Workflows**

Vorlesung	4 Std.	J. Fischer
Praktikum	2 Std.	A. Blunk

**Betriebssysteme 2**

Vorlesung	4 Std.	J.-P. Redlich
Übung	2 Std.	R. Sombrutzki

**Chipkartentechnologie**

Vorlesung 2 Std.	E.-G. Giessmann
Praktikum 2 Std.	E.-G. Giessmann

**Data Warehousing und Data Mining**

Vorlesung	4 Std.	U. Leser
Übung	2 Std.	S. Wandelt

**Drahtlose Breitbandkommunikation**

Vorlesung	2 Std.	E. Grass
Praktikum	2 Std.	E. Grass

**Embodied Artificial Intelligence**

Vorlesung	4 Std.	V. Hafner
Übung	2 Std.	V. Hafner

**Hardwareunterstützte Protokollverarbeitung**

Projektseminar	4 Std.	F. Winkler
----------------	--------	------------

**Implementierung von Datenbanken (DBS II)**

Vorlesung	4 Std.	J.-C. Freytag
Übung	4 Std.	M. Sax

**Maschinelles Lernen 2**

Vorlesung	2 Std.	M. Kloft
Übung	2 Std.	M. Kloft

**Mensch-Computer-Interaktion**

Vorlesung	4 Std.	N. Pinkwart
Übung	4 Std.	M. Ahmad

**Modellbasierte Softwareentwicklung**

Vorlesung	2 Std.	J. Fischer
Vorlesung	2 Std.	M. Scheidgen
Praktikum	2 Std.	A. Blunk

**Parametrisierte Algorithmen 1**

Vorlesung	2 Std.	K. Reinhardt
Übung	1 Std.	K. Reinhardt

**Peer-to-Peer-Systeme**

Vorlesung	2 Std.	B. Scheuermann
Übung	1 Std.	B. Scheuermann
Projektseminar	1 Std.	B. Scheuermann

**Protokolle und Algorithmen der Internetkommunikation**

Vorlesung	3 Std.	S. Sommer
Übung	1 Std.	S. Sommer

**Schaltkreisentwurf**

Vorlesung	4 Std.	F. Winkler
Übung	1 Std.	F. Winkler
Praktikum	2 Std.	F. Winkler

**Signalverarbeitung**

Vorlesung	2 Std.	B. Meffert
Übung	2 Std.	O. Hochmuth
Praktikum	1 Std.	O. Hochmuth

**Stereobildverarbeitung**

Vorlesung	4 Std.	R. Reulke
Praktikum	1 Std.	R. Reulke

**Techniken und Konzepte zum Schutz der Privatsphäre**

Vorlesung	4 Std.	J.-C. Freytag
Praktikum	2 Std.	D. Janusz

**Verteilte Algorithmen**

Vorlesung	4 Std.	W. Reisig
Übung	2 Std.	W. Reisig

**Verteilte Systeme und Algorithmen**

Vorlesung	2 Std.	A. Reinefeld
Übung	2 Std.	A. Reinefeld

**Visual Analytics für raum-zeitliche Daten**

Vorlesung	2 Std.	D. Dransch
Übung	2 Std.	D. Dransch

## Seminare

in allen Bachelorstudiengängen

### Analyse von Petrinetzmodellen

Seminar                      2 Std.                      J. Sürmeli

### Electronic Identity

Seminar                      2 Std.                      W. Müller

### Spezialgebiete der Signalverarbeitung

Seminar                      2 Std.                      O. Hochmuth/ B. Meffert

## Seminare

im Master-Studiengang (M. Sc.)

### Affective Computing

Seminar                      2 Std.                      N. Le, N. Pinkwart

### Aktuelle Themen der Theoretischen Informatik

Seminar                      2 Std.                      N. Schweikardt

### Anwendungen der Signalverarbeitung und Mustererkennung

Seminar                      2 Std.                      B. Meffert

### Computergestützte Programmierausbildung

Seminar                      2 Std.                      N. Le

### Computerspiele

Seminar                      2 Std.                      S. Strickroth

### Data Streams and Event Processing

Seminar                      2 Std.                      B. Cadonna/ M. Sax

### Datenschutz und Datensicherheit

Seminar                      2 Std.                      S. Strickroth

### E-Governance

Seminar                      2 Std.                      N. Le

### Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation

Seminar                      2 Std.                      F. Winkler

### Hot Topics

Seminar                      2 Std.                      J.-P. Redlich

### Infrastrukturen für BIG DATA Anwendungen

Seminar                      2 Std.                      U. Leser

### IT Security Workshop

Seminar                      2 Std.                      J.-P. Redlich

**Komplexität und Kryptologie**

Seminar                      2 Std.                      J. Köbler/ S. Kuhnert

**Pflichtmodule**

im Master-Studiengang (M. Ed.)

**Mensch-Computer-Interaktion und ihre Didaktik**

Seminar                      2 Std.                      N. Le

**Schulpraktische Studien – Vorbereitung**

Seminar                      2 Std.                      N. Le

**Schulpraktische Studien – Unterrichtspraktikum**

Praktikum                    2 Std.                      N. Le

**Schulpraktische Studien – Nachbereitung**

Seminar                      2 Std.                      N. Le