

< Köpfe der Fakultät >

Die KIT-Fakultät für Informatik befindet sich aktuell auf **stetem Wachstumskurs**. Im Jahr 2022 konnten gleich mehrere neue Professorinnen und Professoren an der Fakultät begrüßt und somit der Trend aus den Vorjahren fortgesetzt werden. In besonderem Maße wird damit auch der wissenschaftliche Nachwuchs nachhaltig gefördert, was die vielen neuen Tenure-Track-Professuren belegen.

Dieser personelle Aufschwung wird wohl auch in den kommenden Jahren

weitergehen und ist bezeichnend dafür, dass die Informatik als Innovationstreiber in Gesellschaft und Wirtschaft längst angekommen ist. Der Motor dieser Innovationen sind die Forschungsgruppen mit ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie ihren Professorinnen und Professoren. Sie treiben das die Informatik in ihren vielfältigen Themenbereichen voran.

In diesem Kapitel stellen sich alle Mitglieder der Fakultät sowie alle kooptierten Mitglieder in einem kurzen Portrait vor.

Die KIT-Fakultät für Informatik im Überblick

[Dekanat der KIT-Fakultät für Informatik]

KIT-Dekan: Prof. Dr. Bernhard Beckert
Prodekanin: Prof. Dr. Ina Schaefer
Prodekan: Prof. Dr. Michael Beigl
Studiendekan Informatik: Prof. Dr. Gerhard Neumann
Studiendekanin Wirtschaftsinformatik: Prof. Dr. Martina Zitterbart

[Beitragende Professuren]

Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR)

Prof. Dr. Tamim Asfour
Hochperformante Humanoide Technologien (H²T)
Prof. Dr. Jürgen Beyerer
Interaktive Echtzeitsysteme
Prof. Dr. Kathrin Gerling
Mensch-Maschine-Interaktion und Barrierefreiheit
Prof. Dr. Uwe Hanebeck
Intelligente Sensor-Aktor-Systeme
Prof. Dr. Katja Mombaur
Optimization and Biomechanics for Human-Centred Robotics
Prof. Dr. Gerhard Neumann
Autonome lernende Roboter
Prof. Dr. Jan Niehues
Künstliche Intelligenz für Sprachtechnologien
Prof. Dr. Rainer Stiefelhagen
Informatiksysteme für sehgeschädigte Studierende
Prof. Dr. Rudolph Triebel
Intelligent Robot Perception
Prof. Dr. Alexander Waibel
Interactive Systems Labs
Tenure-Track-Prof.
Dr. Barbara Bruno
KI für Autonome Systeme
Tenure-Track-Prof.
Dr. Rudolf Lioutikov
Intuitive Robots Lab
Jun.-Prof. Dr. Jan Stühmer
Maschinelles Lernen

KASTEL – Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit

Prof. Dr. Bernhard Beckert
Anwendungsorientierte formale Verifikation
Prof. Dr. Hannes Hartenstein
Dezentrale Systeme und Netzdienste
Prof. Dr. Anne Koziolk
Modelling for Continuous Software Engineering
Prof. Dr. Raffaella Mirandola
Self-adaptive Software-intensive Systems
Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Kryptographie und Sicherheit
Prof. Dr. André Platzler
Alexander-von-Humboldt-Professur für Logik autonomer dynamischer Systeme
Prof. Dr. Ralf Reussner
Dependability of Software-intensive Systems group
Prof. Dr. Ina Schaefer
Software Engineering
Prof. Dr. Thorsten Strufe
Praktische Sicherheit
Jun.-Prof. Dr. Maike Schwammberger
Modellierung und Analyse im Mobility
Software Engineering
Tenure-Track-Prof.
Dr. Christian Wressnegger
Intelligente Systemsicherheit

Institut für Telematik

Prof. Dr. Sebastian Abeck
Cooperation & Management
Prof. Dr. Michael Beigl
Pervasive Computing Systeme
Prof. Dr. Veit Hagenmeyer
Energieinformatik
Prof. Dr. Hannes Hartenstein
Dezentrale Systeme und Netzdienste
Prof. Dr. Bernhard Neumair
Management komplexer IT-Systeme
Prof. Dr. Achim Streit
Verteilte und Parallele Hochleistungssysteme
Prof. Dr. Thorsten Strufe
Praktische Sicherheit
Prof. Dr. Martina Zitterbart
Hochleistungskommunikation

Institut für Technische Informatik (ITEC)

Prof. Dr. Frank Bellosa
Betriebssysteme
Prof. Dr. Jörg Henkel
Embedded Systems
Prof. Dr. Wolfgang Karl
Rechnerarchitektur und Parallelverarbeitung
Prof. Dr. Mehdi Baradaran Tahoori
Dependable Nano Computing



Steinbuch Centre for Computing (SCC)

Prof. Dr. Bernhard Neumair
Management komplexer IT-Systeme
Prof. Dr. Achim Streit
Verteilte und Parallele Hochleistungssysteme

Institut für Visualisierung und Datenanalyse (IVD)

Prof. Dr. Carsten Dachsbacher
Computergrafik
Prof. Dr. Hartmut Prautzsch
Geometrieverarbeitung

Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD)

Prof. Dr. Klemens Böhm
Systeme der Informationsverwaltung
Prof. Dr. Anne Koziolk
Modelling for Continuous Software Engineering
Prof. Dr. Ralf Reussner
Dependability of Software-intensive Systems group
Prof. Dr. Gregor Snelting
Programmierparadigmen

Institut für Automation und Angewandte Informatik (IAI)

Prof. Dr. Veit Hagenmeyer
Energieinformatik

Institut für Theoretische Informatik (ITI)

Prof. Dr. Bernhard Beckert
Anwendungsorientierte formale Verifikation
Prof. Dr. Tobias Kohn
Informatik und ihre Didaktik
Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Kryptographie und Sicherheit
Prof. Dr. Peter Sanders
Algorithm Engineering
Prof. Dr. Alexandros Stamatakis
Hochleistungsrechnen in den Lebenswissenschaften
Prof. Dr. Dorothea Wagner
Algorithmik
Prof. Dr. Hartwig Anzt
Fixed-Point Numerical Algorithms
Tenure-Track-Prof. Dr. Thomas Bläsius
Skalierbare Algorithmen
Tenure-Track-Prof.
Dr. Pascal Friederich
Künstliche Intelligenz für die Materialwissenschaften
Tenure-Track-Prof.
Dr. Christian Wressnegger
Intelligente Systemsicherheit

Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR)

Prof. Dr. Franziska Boehm
Immaterialgüterrecht
Prof. Dr. Thomas Dreier
Bürgerliches Recht, Handels-, Gesellschafts- und Wirtschaftsrecht / Schwerpunkt Technikrecht
Tenure-Track-Prof.
Dr. Frederike Zufall
Öffentliches Recht und Informatik
apl. Prof. Dr. Oliver Raabe
Informationsrecht für technische Systeme und Rechtsinformatik

Institut für Angewandte Informatik und formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Prof. Dr. Andreas Oberweis
Betriebliche Informationssysteme

Institut für Mess- und Regelungstechnik (MRT)

Prof. Dr. Christoph Stiller
Mobile Perzeptionssysteme



[Prof. Dr. Sebastian Abeck // Cooperation & Management]

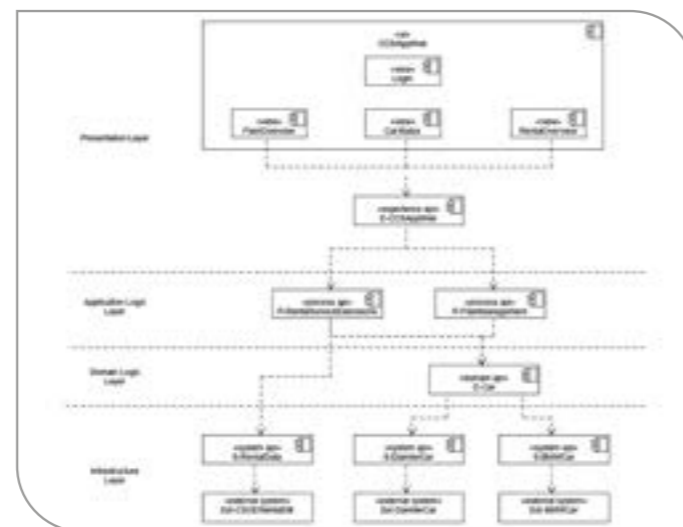
Sebastian Abeck hat nach seinem Informatik-Studium an der TU München (TUM) im Jahr 1991 im Bereich der Rechner-netze promoviert. In der Umgebung des Leibniz-Rechenzen-trums hat er im Jahr 1996 zum Thema des Integrierten Netz-, System- und Anwendungsmanagements an der TUM habilitiert. Im gleichen Jahr wurde er Professor am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), an der er am Institut für Telematik die Forschungsgruppe Cooperation & Management (C&M) aufgebaut hat. Das aktuell mit seiner For-schungsgruppe in Forschung und Lehre bearbeitete Gebiet ist die systematische Entwicklung von Microservice-basierten und mobilen Web-Anwendungen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der IT-Sicherheit und hier speziell auf dem Identity and Access Management. In der Fakultät war er maßgeblich an der Neugestaltung des Studiengangs Wirtschaftsinforma-tik beteiligt. In diesem Studiengang ist er für die Organisa-tion der Lehrveranstaltung „Teamprojekt Softwareentwick-lung“ zuständig, in der die Wirtschaftsinformatik-Studieren-den lernen, im Team ein komplexes Softwaresystem zu ent-wickeln. Die Aufgaben werden von Lehrstühlen der KIT-Fa-kultäten für Informatik und der Wirtschaftswissenschaften gestellt, die das „Teamprojekt Softwareentwicklung“ als eine gemeinsame Lehrveranstaltung anbieten.

// Überblick

Die Forschungsgruppe Cooperation & Management (C&M) befasst sich mit der systematischen Entwicklung und der Qualitätsanalyse von fort-geschrittenen Web-Anwendungen. Ein wichtiges in Web-Anwendungen genutztes Architekturparadigma ist die Serviceorientierung, die durch Microser-vices auf der Basis von REST (REpresentational State Transfer), gRPC (gRPC Re-

mote Procedure Call) oder GraphQL (Graph Query Language) umgesetzt wird.

Als Tragfähigkeitsnachweis für die bei C&M untersuchten wissenschaftlichen Fragestellungen dient die Web-Anwen-dung ConnectedCarServicesApplication (CCSApp), deren serviceorientierte Archi-tekturen in der Abbildung als ein UML-Komponentendiagramm modelliert ist. CCSApp stellt Dienste rund um das ver-netzte Fahrzeug bereit, wie z. B. flexibles Carsharing oder eine vorausschauende Wartung. Das Softwaresystem dient der Forschungsgruppe in der Lehre als ein Beispiel, anhand dessen die Studieren-den den Umgang mit komplexen Soft-waresystemen und den Einsatz von hier-für zur Verfügung stehenden modernen Software-Engineering-Methoden und -Werkzeugen erlernen.



// Forschungsthemen

Ein aktuelles Forschungsthema ist die qualitätsorientierte Entwicklung von Microservice-basierten Anwen-dungen. Diese umfasst die Analyse der Anforderungen und eine strukturerhal-tende und systematische Übertragung der resultierenden Artefakte der einzel-nen Phasen auf die Architekturebene als auch deren Abbildung auf die Imple-mentierungs- und Testebene. Für die Ableitung geeigneter Tests werden aktu-ell systematische und nachvollziehbare Vorgehensweisen entwickelt, welche die verschiedenen Arten von Tests (Unit, Integration, Ende-zu-Ende) berücksichtigt. Das Ziel des Engineerings ist es, qualita-tiv hochwertige und getestete Microser-vices zu erzielen.

Keine Web-Anwendung kommt ohne Zu-griffskontrolle und Verwaltung von Identitäten aus. Beide Themen gehören zum Bereich des Identity and Access Manage-ment (IAM). Hierzu werden bei C&M aktuelle Probleme aus der Praxis wissen-schaftlich bearbeitet. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei die feingranulare Autorisierung von Zugriffen auf eine Web-Anwendung. Diese sollte bereits am Anfang der Ent-wicklung berücksichtigt werden und lässt sich mittels Policies externalisieren. Um die Integration der Autorisierung zu gewährleisten, wird an einem systemati-schen Vorgehen geforscht, welches Soft-ware-Entwickler durch Leitfäden und Methoden unterstützt.

Nach dessen Entwicklung ist der Micro-service in einer Rechner-Infrastruktur zu verteilen (engl. deploy) und zu betrei-ben. Im Microservice-Umfeld kommen verstärkt Container-virtualisierte Infra-strukturen zum Einsatz, die den Vorteil einer effizienten Ressourcennutzung aufgrund vertikaler und horizontaler

Skalierungsmöglichkeiten bieten. Eine Herausforderung hierbei liegt bei dem Übergang von der Entwicklung hin zur Auslieferung und zum Betrieb von Soft-ware. Durch die Einführung eines Rah-menwerks, welches dem als DevOps (Development and Operations) bezeich-neten Paradigma folgt, wird diese Barriere aufgebrochen. Mittels definierter Prozesse und Template-basierter An-sätze werden Entwickler dazu befähigt, eigenständig Software auszuliefern und diese zu warten.

// Publikationen

Niklas Sängler, Sebastian Abeck: Authen-tication and Authorization in Microser-vice-Based Applications, INFORMATIK 2022, GI-Jahrestagung, Hamburg, 2022.

Michael Schneider, Stephanie Zieschinski et al.: A Test Concept for the Develop-ment of Microservice-based Applicati-ons, The Sixteenth International Confe-rence on Software Engineering Advan-ces (ICSEA), Barcelona, 2021.

Stefan Throner, Heiko Hütter, et. al.: An Advanced DevOps Environment for Microservice-based Applications, IEEE International Workshop on Service-Oriented System Engineering (SOSE), Oxford, 2021.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Melissa Alpman
Zinoula Tsiouma

Wissenschaftliches Personal
Niklas Sängler
Michael Schneider
Stefan Throner

// Website
cm.tm.kit.edu/



[Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour // Hochperformante Humanoide Technologien (H²T)]

Tamim Asfour ist seit 2012 Professor für Humanoide Robotik-Systeme und Leiter der Gruppe für Hochperformante Humanoide Technologien (H²T) am Institut für Anthropomatik und Robotik. Er studierte bis 1994 Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT), und promovierte dort 2003 in Informatik. Er war seit Beginn des SFB 588 „Humanoide Roboter“ im Jahr 2001 dort tätig und ist der maßgebliche Entwickler der humanoiden Roboterserie ARMAR.

Seine Forschung widmet sich der kognitiven humanoiden Robotik mit Fokus auf das Engineering ganzheitlicher humanoider Robotersysteme mit funktionalen Software-Hardware-Architekturen, das Greifen und die Manipulation sowie das Lernen aus Beobachtung des Menschen und aus Erfahrung. Er koordinierte mehrere europäische Projekte an der Schnittstelle zwischen Robotik, künstlicher Intelligenz und kognitiven Systemen.

Tamim Asfour ist Editor-in-Chief der Zeitschrift „IEEE Robotics and Automation Letters“ (2021–heute), Founding Editor-in-Chief des Editorial Boards von „IEEE-RAS Conference on Humanoid Robotics“ (2013–heute) und Founding Member des Board of Directors of euRobotics. Er ist seit 2015 Vorstandsvorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Robotik (DGR) und seit 2017 Mitglied des DFG Senats- und Bewilligungsausschusses für die Graduiertenkollegs. Er ist außerdem Wissenschaftlicher Sprecher des KIT-Zentrums Information · Systeme · Technologien (KCIST).

// Überblick und Allgemeines

Das H²T erforscht und entwickelt ganzheitliche humanoide Robotersysteme, die vielseitige Aufgaben ausführen. Die Forschungsthemen

umfassen die mechatronische Entwicklung humanoider Roboter mit deren kognitiven Architekturen, das visuell- und haptisch-gestützte Greifen, die zweihändige und mobile Manipulation, die Analyse und Synthese menschlicher Bewegungen sowie das Imitationslernen und Programmieren durch Vormachen. Dabei liegt der Fokus auf der Erforschung der Mechano-Informatik humanoider Roboter als die synergetische Integration von Methoden der Informatik, künstlichen Intelligenz und Mechatronik, um ganzheitliche humanoide Robotersysteme zu realisieren. Der Erkenntnisgewinn aus der Forschung wird herangezogen, um auch intelligente, tragbare Assistenzsysteme wie Exoskelette und Handprothesen zu entwickeln.

In der Lehre werden die genannten Themen durch die Vorlesungen „Robotik I: Einführung in die Robotik“, „Robotik II: Humanoide Robotik“, „Robotik III: Sensoren und Perzeption in der Robotik“, „Mechano-Informatik in der Robotik“, „Anziehbare Robotertechnologien“, „Riemmansche Methoden zum Lernen in der Robotik“ sowie begleitende Praktika und Seminare vertreten. Das H²T nimmt an der Schüler-Ingenieur-Akademie mehrerer Gymnasien in und um Karlsruhe teil und bietet jährlich die Robotik AG am Goethe Gymnasium Karlsruhe, das ScienceCamp Robotik und das Robotik-BOGY-Praktikum an. Mehrfach im Jahr können sich Besucher in Live-

Demonstrationen über die Roboter und die neuesten Forschungsergebnisse am H²T informieren.

// Ergebnisse und Erfolge

Das von der Carl-Zeiss-Stiftung geförderte Projekt JuBot „Jung bleiben mit Robotern“ startete mit dem Ziel humanoide Assistenzroboter und Exoskelette zu entwickeln, die personalisierte, lernende Assistenz für die Alltagsbewältigung von Seniorinnen und Senioren bieten. Ebenso startet das vom Ministerium für Wissenschaft und Forschung Baden-Württemberg geförderte Reallabor „Robotische KI“ mit dem Ziel, künstliche Intelligenz in vielfältigen Experimenten und in unterschiedlichen realen Umgebungen – von der Kita über die Schule bis zu Museum, Bibliothek und Krankenhaus – für Menschen erfahrbar zu machen.

Weiterhin war das H²T in 2022 bei zwei EU-Anträgen erfolgreich: das HARIA-Projekt „Human-Robot Sensorimotor Augmentation“ und das euROBIN-Netzwerk „European Robotics and AI Network“.

Zu den Ergebnissen zählen u. a. 1) die Realisierung eines episodischen Gedächtnisses als Teil der kognitiven Architektur der ARMAR-Roboter und dessen Nutzung zur Verbalisierung von Erfahrungswissen der Roboter, 2) Methoden zur semantischen Manipulation von Szenen basierend auf räumlichen Relationen und natürlichsprachlichen Instruktionen, 3) die Erweiterung der KIT Whole-Body Human Motion Database um Bewegungsdaten von komplexen, zweihändigen Haushaltsaufgaben für das Lernen von zweihändigen Manipulationsaufgaben, und 4) die Entwicklung des humanoiden Roboters ARMAR-DE sowie der sensorisierten KIT-Soft Hände.



// Ausgewählte Publikationen

Dreher, C. R. G. and Asfour, T., Learning Temporal Task Models from Human Bimanual Demonstrations, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2022

Jaquier, N., Zhou, Y., Starke, J. and Asfour, T., Learning to Sequence and Blend Robot Skills via Differentiable Optimization, IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L), vol. 7, no. 3, pp. 8431–8438, 2022

Starke, J., Weiner, P., Crell, M. and Asfour, T., Semi-autonomous control of prosthetic hands based on multimodal sensing, human grasp demonstration and user intention, Robotics and Autonomous Systems, vol. 154, 2022

Weiner, P., Starke, J., Rader, S., Hundhausen, F. and Asfour, T., Designing Prosthetic Hands with Embodied Intelligence: The KIT Prosthetic Hands, Frontiers in Neurobotics, vol. 16, pp. 1–14, 2022

Zhou, Y., Gao, J. and Asfour, T., Movement Primitive Learning and Generalization using Mixture Density Networks, IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 27, no. 2, pp. 22–32, 2020

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Diana Becker
Christine Grinewitsch
Katharina Verdion

Wissenschaftliches Personal

Dr. Byungchul An
Dr. Miha Dežman
Christian Dreher
Jianfeng Gao
Dr.-Ing. Markus Grotz
Jan Hausberg
Patrick Hegemann
Felix Hundhausen
D. Sc. Noémie Jaquier
Rainer Kartmann
Cornelius Klas
Franziska Krebs
Charlotte Marquardt
André Meixner
Dr.-Ing. Fabian Paus
Fabian Peller-Konrad
Christoph Pohl
Dr.-Ing. Samuel Rader
Fabian Reister
Julia Starke
Pascal Weiner

Technische Mitarbeitende

Hans Haubert
Janik Rabe
Stefan Reither

// Website
h2t.iar.kit.edu



[Prof. Dr. Bernhard Beckert // Anwendungsorientierte formale Verifikation]

Bernhard Beckert leitet die Forschungsgruppe „Anwendungsorientierte formale Verifikation“ am KASTEL – Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit des KIT und ist Dekan der KIT-Fakultät für Informatik. Er ist einer der Principal Investigators des Kompetenzzentrums für Angewandte Sicherheitstechnologie KASTEL, Mitglied des KIT-Zentrums „Information · Systeme · Technologien“ (KCIST) und zudem Direktor am FZI Forschungszentrum Informatik.

Er studierte von 1987 bis 1993 Informatik an der Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT), und promovierte dort 1998 mit einer Arbeit über automatische Deduktion. Von 2003 bis 2009 war er zunächst Juniorprofessor für Künstliche Intelligenz und dann Universitätsprofessor für Formale Methoden und Künstliche Intelligenz an der Universität Koblenz-Landau. Seit 2009 ist er Professor am Institut für Theoretische Informatik (ITI), seit 2021 am Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL) des KIT.

Beckert publizierte international über 170 Artikel. Von 2008 bis 2012 war er Chair der European COST Action on Formal Verification of Object-oriented Software.

Zudem ist er Vertrauensdozent der Studienstiftung des deutschen Volkes.

// Überblick und Allgemeines

Forschungsgebiet der Professur ist die Anwendung formaler, logikbasierter Methoden zur Spezifikation, Verifikation und Analyse von Software. Das Ziel ist, die Verlässlichkeit und Sicherheit kritischer Systeme zu erhöhen.

Die Forschung folgt dem Grundgedanken anwendungsorientierter theoretischer Informatik. Sie reicht von den theoretischen Grundlagen über die Entwicklung neuer formaler Methoden für funktionale Korrektheit und IT-Sicherheit bis zu deren Erschließung für die Praxis und der Entwicklung von Verifikationswerkzeugen.

Eine wesentliche Gemeinsamkeit der entwickelten Methoden ist, dass sie auf der Quellcodeebene ansetzen, also die Software selbst statt eines abstrakten Modells verifizieren. Aushängeschild ist dabei das „KeY-System“ zur Verifikation von Java-Programmen, ein langjähriges gemeinsames Projekt mit Partnern an der TU Darmstadt und der Chalmers University in Göteborg.

Zu den betrachteten Praxisszenarien gehören Anwendungen wie objektorientierte Software, Software zur Steuerung cyber-physikalischer Systeme, Wahlverfahren und -systeme, Quantensoftware und Blockchain-basierte Smart Contracts.

Die Professur koordiniert den Lehramtsstudiengang Informatik, betreibt das Lehr-Lern-Labor Informatik und betreut die Veranstaltung „Teamprojekt Lehramt Informatik“. An der Lehre beteiligt sie sich auch mit den Vorlesungen „Formale Systeme I/II“ und hat mit dem Lehrkonzept „Praxis der Forschung“ einen Schwer-

punkt in der Stärkung forschungsorientierter und interdisziplinärer Lehre.

// Ergebnisse und Erfolge

Mit dem Ziel, die Skalierbarkeit und Benutzbarkeit deduktiver Verifikation zu verbessern, wurden Möglichkeiten entwickelt, diese mit Typprüfern und Bounded Model Checking zu kombinieren, sowie die Korrektheit eines nur teilweise verifizierten Programms probabilistisch zu bemessen.

Als neues Anwendungsgebiet für deduktive Verifikation wurden Blockchain-basierte Smart Contracts erschlossen und Methoden entwickelt, um deren Sicherheit zu erhöhen. Dazu zählen eine Spezifikationsprache für Frame-Bedingungen und Methoden für beweisbar korrekte Zugriffskontrolle.

Außerdem wurde ein kompositionales Verfahren entwickelt, das automatisch bewiesen faire Wahlauszählverfahren mit formal korrekter Software generiert. Ein weiteres Verfahren generiert automatisch minimale Spielkarten-basierte kryptografische Protokolle zur sicheren Mehrparteienberechnung.

Als weiteres Anwendungsgebiet wurde Quantensoftware erschlossen. Da diese inhärent schwer zu testen und zu debuggen ist, bietet es sich an, ihre Korrektheit formal zu beweisen. Hierzu wurde im Rahmen des Kompetenzzentrums Quantencomputing Baden-Württemberg ein Ansatz zur vollautomatischen Fehlersuche entwickelt.

// Ausgewählte Publikationen

Beckert, B., J. Budurushi, A. Grunwald, R. Krimmer, O. Kulyk, R. Küsters, A. Mayer, J. Müller-Quade, S. Neumann und M. Volkamer. Aktuelle Entwicklungen im Kontext von Online-Wahlen und digitalen Abstimmungen. Techn. Ber. 46.23.01; LK 01. 2021.

Beckert, B., M. Herda, M. Kirsten und S. Tyszberowicz. Integration of Static and Dynamic Analysis Techniques for Checking Noninterference. In: Deductive Software Verification: Future Perspectives. Springer, LNCS 12345, 2020.

de Boer, M., S. de Gouw, J. Klamroth, C. Jung, M. Ulbrich und A. Weigl. Formal Specification and Verification of JDK's Identity Hash Map Implementation. In: iFM, 17th Int. Conf. Springer, LNCS 13274, 2022. Best Paper Award.

Koch, A., M. Schrempf und M. Kirsten. Card-Based Cryptography Meets Formal Verification. In: New Gener. Comput. 39.1: Spec. Issue on Card-Based Cryptography, 2021.

Krämer, J., L. Blatter, E. Darulova und M. Ulbrich. Inferring Interval-Valued Floating-Point Preconditions. In: TACAS, 28th Int. Conf. Springer, LNCS 13243, 2022.

Lanzinger, F., A. Weigl, M. Ulbrich und W. Dietl. Scalability and Precision by Combining Expressive Type Systems and Deductive Verification. In: PACMPL 5. OOPSLA, 2021.

Schiffli, J., M. Grundmann, M. Leinweber, O. Stengele, S. Friebe und B. Beckert. Towards Correct Smart Contracts: A Case Study on Formal Verification of Access Control. In: SACMAT, 26th ACM Symp., 2021.

Standl, B., A. Bentz, M. Ulbrich, A. Vielsack und I. Wagner. Design- and Evaluation-Concept for Teaching and Learning Laboratories in Informatics Teacher Education. In: ISSEP, 13th Int. Conf. Springer, LNCS 12518, 2020.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Simone Meinhart

Wissenschaftliches Personal

Dr. Lionel Blatter
Dr. Michael Kirsten
Jonas Klamroth
Florian Lanzinger
Wolfram Pfeifer
Jonas Schiffli
Samuel Teuber
Dr. Mattias Ulbrich
Annika Vielsack
Dr. Alexander Weigl

Technisches Personal

Ralf Kölmel

// Website

formal.kastel.kit.edu



[Prof. Dr. Michael Beigl // Pervasive Computing Systems / TECO]

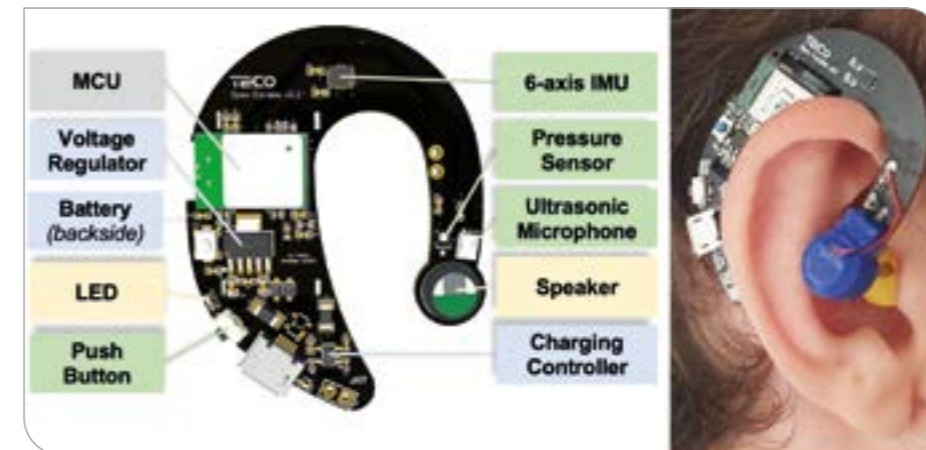
Michael Beigl ist Professor für Pervasive Computing Systems am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und Leiter des TECO-Forschungslabors. Zuvor war er von 2006–2010 Professor an der TU Braunschweig, 2005 Visiting Associate Professor an den Hide Tokuda Labs, Keio University, Japan und von 2001–2005 Forschungsdirektor des TECO, Universität Karlsruhe, (TH). Sein Diplom und seinen Dokortitel erwarb er ebenfalls an der Universität Karlsruhe. Von 2012–2015 war er Dekan der KIT-Fakultät für Informatik, seit 2014 leitet er das nationale Kompetenzzentrum für Big Data KI, das Smart Data Innovation Lab (SDIL) und das Landeskompetenzzentrum für Big Data KI in Baden-Württemberg, das Smart Data Solution Center (SDSC-BW).

// Überblick und Allgemeines

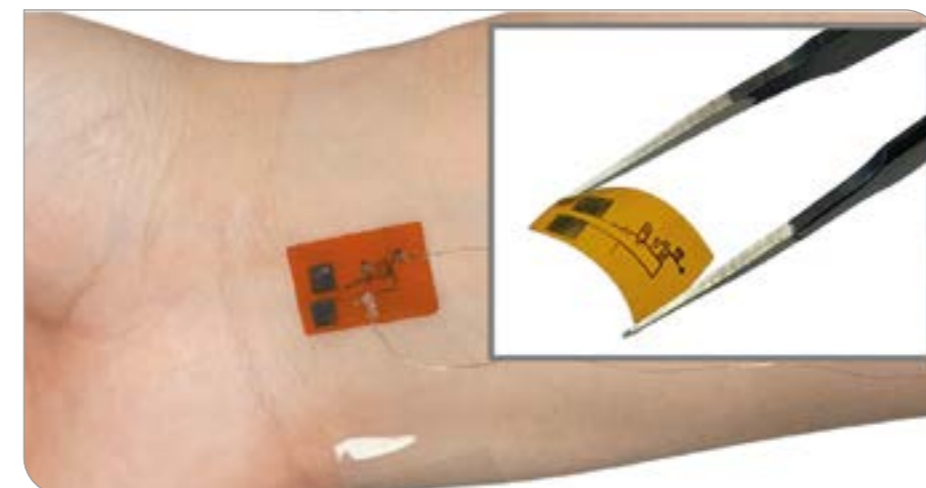
Forschungsfokus der Gruppe sind die Themen Smart Data Analytics mittels KI-Verfahren, Wearable Computing und HCI. Gerade im letzteren Themenfeld sind immer mehr Projekte auch im Bereich der Health Technology zu verorten (u. a. Hids4Health, Fit2Ear, VibCPR), während im Bereich der KI mit dem Machine-Learning Framework Edge-ML ein von der Forschungsgemeinde allgemein verwendetes Tool entstand. Mit der OpenEarable Hardware Sensing Plattform wurde zudem zusammen mit der Uni-

versität Lancaster und Universität Bath die erste frei verfügbare Plattform im Bereich der sogenannten Earables erstellt. Neuartige KI-basierte Signalauswertungsverfahren ermöglichen damit die Erkennung z. B. von Nahrungsaufnahme und Trinken, aber auch die Ableitung von Gesundheitsparametern z. B. für die Erkennung von Bruxismus. Gedruckte Elektronik von Sensoren und aktiven Komponenten erlaubt die Erfassung von Gesundheitsdaten direkt am Körper mittels sehr dünner und kleiner Pflaster. Im Bereich des KI-Engineering wird z. B. mit dem Validator-Framework an einem offenen Werkzeug zur diskreten und kontinuierlichen Evaluierung beliebiger KI-Modelle geforscht, mit Einsatz z. B. im Projekt CC-King. Insgesamt wurden im Berichtszeitraum über 10 akademischen Forschungsk Kooperationen, DFG-Projekte, BMBF-Projekte, vom Land Baden-Württemberg geförderte Projekte und EU-Projekten durchgeführt.

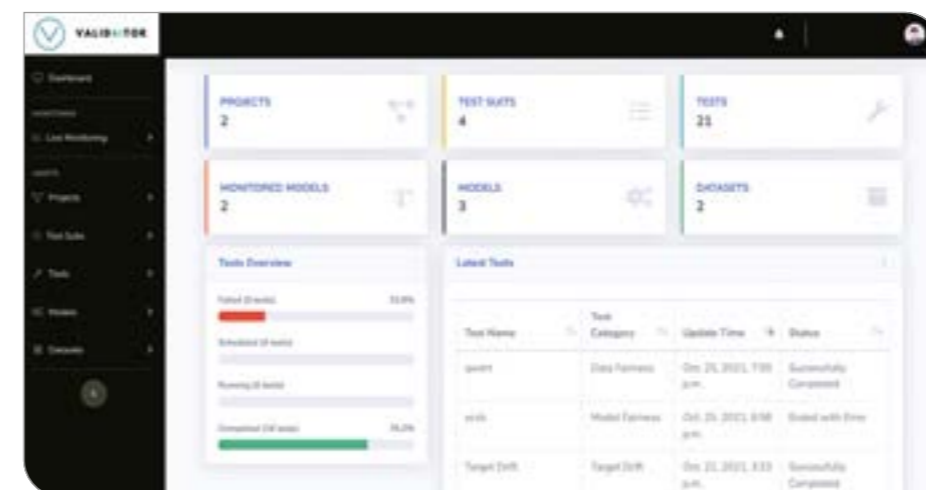
// Projekte und Erfolge



OpenEarable Forschungsplattform



Gedruckte Sensorik Elektronik inklusive aktiver Auswertungsbauteile für die Erfassung von Stresszuständen



Validator-Framework

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Melissa Alpman
Zina Tsiouma

Wissenschaftliches Personal

- Paula Breitling
- Yunus Bulut
- Rainer Duda
- Likun Fang
- Yiran Huang
- Tobias King
- Daniel Konegen
- Cahofan Li
- Erik Pescara
- Ployplearn Ravivangpong
- Till Riedel
- Tobias Röddiger
- Tim Schneegans
- Paul Tremper
- Haibin Zhao
- Yexu Zhou

// Website

www.teco.kit.edu



[Prof. Dr. Frank Bellosa // Betriebssysteme]

52 Frank Bellosa studierte Informatik mit Nebenfach Elektrotechnik an der Universität Erlangen-Nürnberg. 1998 erhielt er für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Betriebssysteme den Promotionspreis der Technischen Fakultät. 1998/99 arbeitete er als Systemsoftware-Entwickler an Vermittlungssystemen der Siemens AG. Bis zu seinem Ruf auf die Professur für Systemarchitektur der Universität Karlsruhe (TH) im Jahre 2004 forschte er als Assistent am Lehrstuhl für Betriebssysteme und Verteilte Systeme der Universität Erlangen-Nürnberg. Als Gastwissenschaftler und Gastprofessor forschte er 2000, 2008 und 2012 am IBM T.J. Watson Research Laboratory, an der Rutgers University und an der University of Cambridge.

In der Gesellschaft für Informatik (GI) war Frank Bellosa Sprecher der Fachgruppe „Betriebssysteme“ von 2008–2010. Von 2007–2011 vertrat er die ACM Special Interest Group on Operating Systems (SIGOPS) als Vice-Chair.

Forschungsorientierte Lehre ist eines seiner Kernanliegen. Daher war er 2008–2010 als Studiendekan aktiv und erhielt am KIT bislang 14 Lehrpreise und zweimal den Fakultätslehrpreis.

// Überblick und Allgemeines

Der Lehrstuhl für Betriebssysteme von Prof. Bellosa befasst sich mit dem Entwurf, der Implementierung und der Bewertung von Systemsoftware an der Schnittstelle zur Hardware.

Im Schwerpunkt *Systemanalyse* werden die Zugriffsmuster auf den flüchtigen und persistenten Speicher untersucht, um Fragen zur Konsistenz, Sicherheit und Performanz beantworten zu können. Durch neue Ansätze in den Problemfeldern Systemsimulation, Tracing und Replay kann das Zugriffsverhalten von Prozessoren und Ein-/Ausgabe-Komponenten für den kompletten Software-Stack (Hypervisor, Betriebssystem, Anwendung) seiteneffektfrei aufgezeichnet und analysiert werden.

Beim Schwerpunkt *Systemarchitektur* werden klassische Aufgaben des Betriebssystems (z. B. Dateisystem) in programmierbare Beschleuniger (FPGA, GPU) ausgelagert.

Im Schwerpunkt *Power Management* werden Lastverteilungsverfahren für Betriebssysteme entwickelt, die die Auswirkungen von Drosselungsverfahren der Hardware zur Vermeidung von Energiespitzen ausblenden.

In der Lehre richtet die Professur die Vorlesung „Betriebssysteme“ aus, die verpflichtend für alle Studierenden des Bachelorstudiengangs Informatik ist. Weitere Vorlesungen, Praktika und Seminare des Lehrstuhls spannen das Vertiefungsfach Systemarchitektur im Masterstudiengang analog zum Bachelorstudiengang Informatik auf.

// Erfolge

Für seine Arbeiten auf dem Gebiet der ereignisgesteuerten Energieverwaltung in Betriebssystemen erhielt Frank Bellosa 2019 einen ACM/IEEE Test-of-Time Award.

// Publikationen

Samuel Kalbfleisch, Lukas Werling, Frank Bellosa, Vinter: Automatic Non-Volatile Memory Crash Consistency Testing for Full Systems, ATC '22, USENIX Annual Technical Conference. July 11–13, 2022

Mathias Gottschlag, Philipp Machauer, Yussuf Khalil, Frank Bellosa, Fair Scheduling for AVX2 and AVX-512 Workloads, ATC '21, USENIX Annual Technical Conference. July 14–16, 2021

Mathias Gottschlag, Peter Brantsch, Frank Bellosa, Automatic Core Specialization for AVX-512 Applications, SYSTOR '20, 13th ACM International Systems and Storage Conference. October 13–15, 2020

Mathias Gottschlag, Tim Schmidt, Frank Bellosa, AVX Overhead Profiling: How Much Does Your Fast Code Slow You Down?, APSys '20, 11th ACM SIGOPS Asia-Pacific Workshop on Systems. August 24–25, 2020

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Andrea Engelhart

Wissenschaftliches Personal
Mathias Gottschlag
Thorsten Gröninger
Yussuf Khalil
Peter Maucher
Marc Rittinghaus
Lukas Werling

// Website
os.itec.kit.edu



[Prof. Dr. Jürgen Beyerer // Interaktive Echtzeitsysteme]

54 Professor Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer ist seit 2004 Inhaber der an der damaligen Universität Karlsruhe (TH) neu eingerichteten Professur für Interaktive Echtzeitsysteme IES am Institut für Anthropomatik und Robotik der KIT-Fakultät für Informatik. Gleichzeitig ist er Leiter des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe, Ettlingen, Ilmenau, Lemgo, Berlin, Görlitz, Oberkochen und Rostock. Er ist Sprecher des Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS, Mitglied des Präsidiums der Fraunhofer-Gesellschaft und stellv. Sprecher des Themennetzwerks Sicherheit bei der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech. Außerdem ist Professor Beyerer bei der „Plattform Lernende Systeme“ der Bundesregierung einer der beiden Leiter der AG7: Lernende Systeme in lebensfeindlichen Umgebungen. Professor Beyerer ist zudem Sprecher der im Juni 2022 eingerichteten DFG-Forschergemeinschaft „AI-based Methodology for the Fast Maturation of Immature Manufacturing Processes“ (DFG FOR 5339).

Professor Beyerer studierte von 1984-1989 Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe (TH), promovierte 1994 und habilitierte 1999 am Institut für Mess- und Regelungstechnik MRT der Universität Karlsruhe (TH) bei Prof. Franz Mesch. Danach war er von 1999-2004 Geschäftsführer der Fa. Hottinger Systems GmbH und stellvertretender Geschäftsführer der Hottinger Maschinenbau GmbH.

// Überblick und Allgemeines

Bilddaten sind Schwerpunkt der Forschung des IES (engl. **Vision and Fusion Laboratory**). Von der physikalischen Bildentstehung, über die Bilderfassung bis hin zur Auswertung erforschen wir neuartige Verfahren. Uns interessiert, wie die gewonnene Information in for-

malen Modellen repräsentiert und verknüpft werden kann. Dabei werden Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes in einem eigenen Forschungsfeld bearbeitet.

In der **Automatischen Sichtprüfung** werden Verfahren der bildgebenden Ellipsometrie, Spektroskopie, konfokalen Mikroskopie, Deflektometrie, Lasertriangulation, Lichtfelderfassung erforscht. Dabei wird nach der Methode des **Computational Imagings** vorgegangen, wobei die gesamte Kette von der Bildgewinnung über die Bildverarbeitung bis zur Nutzung der Bildinformation betrachtet und gesamtheitlich optimiert wird. Verfahren der Optik, der Signalverarbeitung, der Mustererkennung und der Informationsfusion werden zu einsetzbaren Systemen kombiniert. Besonders interessieren uns anspruchsvolle und bislang ungelöste Inspektionsaufgaben.

Bildauswertung und Maschinelles Lernen – Die Fähigkeit Objekte auf Bilddaten zu entdecken, wieder zu finden, zu klassifizieren und zu verfolgen ist für viele Anwendungen fundamental. Aktuelle Forschungsarbeiten behandeln die Posenschätzung und Aktivitätserkennung in Menschenmengen, Auswertung von Luftbildern, die effiziente Suche in großen Video-Datenbanken und die Wiedererkennung von Gesichtern im Falle von niedrig aufgelösten Bildern

schlechter Qualität. Dabei werden unterschiedlichste maschinelle Lernverfahren erforscht und aktiv weiterentwickelt.

Im Kontext **Semantische Umweltmodellierung** erforschen wir, wie die durch Sensoren wahrgenommene Umwelt in formalen Modellen (Objektorientierte Weltmodelle (OOWM)) repräsentiert werden kann. Relevante Objekte und Relationen sind zu modellieren und mit Beobachtungen sowie Hintergrundwissen zu verknüpfen. Insbesondere interessiert hierbei die Überwindung der Closed World Assumption, wenn Systeme mit zur Entwurfszeit Unbekanntem konfrontiert werden. OOWM können in intelligenten technischen Systemen wie Robotern, autonomen Fahrzeugen, Überwachungssystemen und in der Automatisierungstechnik eingesetzt werden.

Security und Privacy – Mittels Verfahren der Anomaliedetektion kann ein verändertes Verhalten (beispielsweise ein stattfindender Datendiebstahl) in bekannten Systemen detektiert werden. Aktuelle Forschungsarbeiten behandeln die Absicherung von industriellen IT-Systemen. Auf dem Gebiet des Datenschutzes werden Lösungen erforscht, die zum einen den Datenschutz auf technische Weise sicherstellen und zum anderen eine möglichst hohe Akzeptanz bei den Nutzern erreichen. Eine weitere Forschungsarbeit beschäftigt sich mit der zweckgebundenen Weitergabe von Daten an Dritte mit integriertem und verifizierbarem Datenschutz und Datennutzungskontrolle. Schwerpunkt ist außerdem die Cybersicherheit automatisierter Produktionsanlagen, die im Rahmen KASTEL erforscht und bearbeitet wird.

// Ausgewählte Publikationen 2022

Fast and Lightweight Online Person Search for Large-Scale Surveillance Systems
Specker, A.; Moritz, L.; Cormier, M.; Beyerer, J.
Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV, IEEE) Workshops, 2022

Where Are We With Human Pose Estimation in Real-World Surveillance?
Cormier, M.; Clepe, A.; Specker, A.; Beyerer, J.
Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV, IEEE) Workshops, 2022

Modelling Ambiguous Assignments for Multi-Person Tracking in Crowds
Stadler, D.; Beyerer, J.
Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV, IEEE) Workshops, 2022

Quantifying Trustworthiness in Decentralized Trusted Applications
Wagner, P. G.; Beyerer, J.
Proceedings of the 2022 ACM Workshop on Secure and Trustworthy Cyber-Physical Systems (Sat-CPS'22), 2022

Visual inspection via anomaly detection by automated uncertainty propagation
Meyer, J., Hartrumpf, M., Längle, T., Beyerer, J.
Unconventional Optical Imaging III, SPIE Photonics Europe, 2022

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Gaby Gross

Wissenschaftliches Personal

Andreas Specker
Ankush Meshram
Arno Appenzeller
Benedikt Fischer
Chengzhi Wu
Chia-wei Chen
Daniel Stadler
Dr. Johannes Meyer
Jonas Vogl
Josephine Rehak
Maximilian Becker
Mickael Cormier
Paul Georg Wagner
Petra Schumacher
Raphael Hagmanns
Stefan Wolf
Thomas Golda
Dr. Tim Zander
Zeyun Zhong

// **Website**
ies.iar.kit.edu/



[T.T.-Prof. Dr. Thomas Bläsius // Skalierbare Algorithmen]

Von 2006 bis 2015 studierte und promovierte Thomas Bläsius am KIT. Während seiner Promotion erforschte er verschiedene algorithmische Fragestellungen im Bereich der Graphentheorie und der algorithmischen Geometrie, die durch Anwendungen im Bereich der Visualisierung von Graphen motiviert sind. Von 2015 bis 2020 forschte er als Postdoc am Hasso-Plattner-Institut (HPI) in Potsdam. Dabei beschäftigte er sich hauptsächlich mit der Analyse von Algorithmen auf zufällig generierten Graphen mit zugrundeliegender hyperbolischer Geometrie, sowie mit Aufzählproblemen in Hypergraphen. Seit 2020 leitet Thomas Bläsius die Arbeitsgruppe „Skalierbare Algorithmen“ am KIT, wo er der Frage nachgeht, wie sich verschiedene strukturelle Eigenschaften von Graphen auf die Performanz von Algorithmen auswirken.

// Überblick und Allgemeines

Die Performanz vieler in der Praxis eingesetzter Algorithmen hängt maßgeblich von strukturellen Eigenschaften der Eingabe ab. So ist der Entwurf effizienter Algorithmen für spezifische Anwendungen besonders erfolgreich, wenn es gelingt, die Eigenschaften der für diese Anwendung typischen Instanzen auszunutzen und damit den Worst-Case zu schlagen. In der Praxis bedeutet dies meist, dass es Expertinnen und Experten für verschiedene Domänen gibt, die im Laufe der Zeit ein gutes Gefühl dafür entwickeln, welche algorithmischen Methoden auf ihren Instanzen gut funktionieren.

Die Arbeitsgruppe „Skalierbare Algorithmen“ beschäftigt sich domänenübergreifend mit der Frage, wie sich verschiedene Eigenschaften der Eingabe auf die Performanz von Algorithmen auswirken. So weisen beispielsweise technische Kommunikationsnetze und soziale Netzwerke gewisse Unterschiede auf, sie haben aber auch viele strukturelle Eigenschaften gemein. Ein fundiertes Verständnis dafür, welche Eigenschaften vielen Netzwerken gemein sind und wie diese sich algorithmisch ausnutzen lassen, kommt daher domänenübergreifend dem Entwurf effizienter Algorithmen zugute.

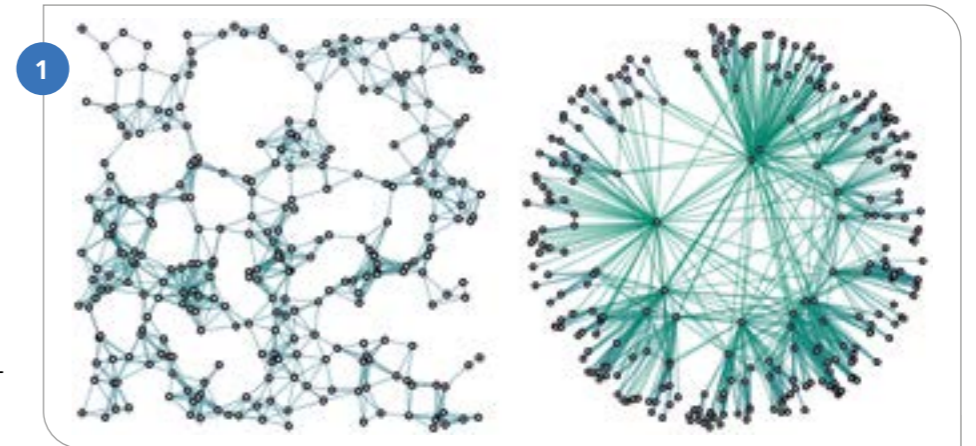
Methodisch wird dieses Ziel auf zwei Arten vorangetrieben. Auf der theoretischen Seite werden grundlegende Graphprobleme in Abhängigkeit von verschiedenen Grapheigenschaften analysiert. Stärker an der Praxis orientiert beschäftigt sich die Arbeitsgruppe außerdem mit dem Entwurf effizienter Algorithmen für Netzwerke aus konkrete Domänen, insbesondere für Transport- und Energienetze.

// Einblicke in die Forschung

Die beiden abgebildeten Graphen unterscheiden sich insofern, dass die Knoten links alle etwa den selben Grad haben. Im rechten Graphen hingegen gibt es wenige Knoten in der Mitte mit sehr hohem Grad, wohingegen die meisten Knoten einen kleinen Grad haben. Die Gradverteilung des linken Graphen nennt man auch homogen und die des rechten heterogen. Neben diesem Unterschied teilen sich die beiden Graphen aber auch eine wichtige Eigenschaft: In beiden Graphen sind die Kanten in dem Sinne lokal, dass sie tendenziell Knoten verbinden, die auch über andere kurze Pfade schon miteinander verbunden sind. Insbesondere gibt es in beiden Graphen viele Dreiecke. (Abb. 1)

Wie kann man das Wissen über diese Eigenschaften algorithmisch nutzen? Möchte man beispielsweise den kürzesten Pfad zwischen einem Start- und einem Zielknoten berechnen, so kann man beweisen, dass eine bidirektionale Suche (ausgehend von Start und Ziel) in dem homogenen Graphen links keine substantielle Beschleunigung erzielt, in dem heterogenen Graphen rechts aber schon. Mit diesem Wissen kann man abhängig von der zu erwartenden Homogenität der Eingabe abschätzen, wie lange die Berechnung eines kürzesten Wegs dauert. Eine solche Abschätzung kann dann die Entscheidungen beim Entwurf eines Algorithmus, der ggf. mehrfach kürzeste Wege berechnen muss, lenken.

Ein weiteres Beispiel liefert die oben genannte Lokalität der Kanten, die in beiden dargestellten Graphen gegeben ist. So wissen wir, dass Lokalität für verhältnismäßig kleine Separatoren sorgt. Das ist unabhängig davon, ob der Graph



homogen oder heterogen ist und gilt damit für beide dargestellten Graphen. Kleine Separatoren sind zum Beispiel für Teile-und-Herrsche Algorithmen nützlich.

// Ausgewählte Publikationen 2022

- Efficient Shortest Paths in Scale-Free Networks with Underlying Hyperbolic Geometry (ACM Transactions on Algorithms)
Thomas Bläsius, Cedric Freiberger, Tobias Friedrich, Maximilian Katzmann, Felix Montenegro-Retana, Marianne Thieffry
- An Efficient Branch-and-Bound Solver for Hitting Set (ALENEX)
Thomas Bläsius, Tobias Friedrich, David Stangl, Christopher Weyand
- On the External Validity of Average-Case Analyses of Graph Algorithms (ESA)
Thomas Bläsius, Philipp Fischbeck

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Isabelle Junge

Wissenschaftliches Personal

Adrian Feilhauer
Max Göttlicher
Maximilian Katzmann
Christopher Weyand
Marcus Wilhelm
Michael Zündorf

Technisches Personal

Ralf Kölmel

// Website

scale.iti.kit.edu/



[Prof. Dr. Franziska Boehm // Immaterialgüterrechte]

Professor Dr. Franziska Boehm studierte Rechtswissenschaften in Frankfurt/Oder, Nizza (Licence en droit) und Gießen (1. Staatsexamen und MJI) und promovierte an der Universität Luxemburg zu einem datenschutzrechtlichen Thema. Nach einer kurzen Zeit als Post-doc an der Universität Luxemburg am Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust (SnT) folgte 2012 eine Juniorprofessur für IT-Recht am Institut für Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht (ITM) an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Seit November 2015 ist sie als Professorin am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und als Bereichsleiterin für Immaterialgüterrechte in verteilten Informationsinfrastrukturen (IGR) bei FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur tätig. Diese Professur ist als gemeinsame Berufung ausgestaltet.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsschwerpunkte der Professur bilden das Datenschutzrecht, urheberrechtliche Fragestellungen und Fragen rund um die Themen IT-Recht, Informationsrecht und Forschungsdatenmanagement.

// Einblicke in die Forschung

Datenschutzrecht – Der Schutz (sensibler) Daten ist eine zentrale Herausforderung allgemein und für Informationsinfrastrukturen und Datenmanagementsysteme im Besonderen, etwa bei der Ver-

arbeitung, Aufbereitung, Langzeitspeicherung und Nutzung von Daten, vor allem in verteilten Informationssystemen – wie z. B. bei global betriebenen Datenbanken. Die Umsetzung der EU-Datenschutzreform und die Anpassung von Infrastrukturen an diese Änderungen stehen im Mittelpunkt der Arbeit des Bereichs. Neben dem Drittstaatentransfer sind neue Instrumente wie die Datenschutzfolgenabschätzung (DSFA) oder die Regulierung von Algorithmen thematisch aufzuarbeiten. Im Bereich **Urheberrecht und Immaterialgüterrechte** setzt sich die Professur mit allen urheberrechtlichen Fragestellungen auseinander, die im Rahmen von Forschungsinfrastrukturen auftauchen. Diese betreffen u. a. die Rechte an unkörperlichen Gegenständen/Gütern. Dazu zählen auch die Rechte an Daten (z. B. Forschungsdaten) und Datenbanken, der Schutz von Persönlichkeitsrechten und die Gewährleistung dieser Rechte durch IT-sicherheitsrechtliche Lösungen in Infrastrukturen und Informationssystemen. **IT-Recht** und hier insbesondere der Themenbereich IT-Sicherheit, auch im Bereich des Forschungsdatenmanagements, ist eine der großen Herausforderungen der nächsten Jahre für Informationsinfrastrukturen. Die Professur betreut in diesem Themenfeld mehrere EU- und nationale Projekte, die sowohl am KIT als auch bei FIZ Karlsruhe angesiedelt sind.

// Projekte und Erfolge

Die Professur arbeitet an verschiedenen Projekten zu rechtlichen Fragestellungen des Forschungsdatenmanagements sowie zu Datenschutz- und IT-Sicherheitsrelevanten Themen. Prof. Dr. Boehm ist Sprecherin der Rechtssektion im NFDI-Verein.

// Übersicht Projekte 2022:

DFG:

Indigo: <https://project-indigo.eu/>
NFDI4culture: <https://nfdi4culture.de/>
NFDI4Chem: <https://www.nfdi4chem.de/>
NFDI4DS: <https://www.nfdi4datascience.de/>

BMBF:

FAIRDS: <https://websites.fraunhofer.de/fair-ds/>
Pandia: <https://www.pandia-projekt.de/>
TreuMoDa: <https://www.treumoda.de/>
Wachmann: <https://itsec.cs.uni-bonn.de/wachmann/>

EU:

ITFLOWS <https://www.itflows.eu/>
Baden-Württemberg:
MoMaF <https://momaf.scc.kit.edu/>

// Ausgewählte Publikationen

Rack/Boehm/Pasdzierny/Schmidt, NFDI-4culture: Forschungsdaten in den Kulturwissenschaften, in Schör/Fischer/Beaucamp/Hondors, Tipping Points – Interdisziplinäre Zugänge zu neuen Fragen des Urheberrechts, Weizenbaum Institut, Nomos 2020 Baden-Baden: Nomos, 2020; ISBN 978-3-8487-6957-5, S. 253 bis 274.

Volkamer, M.; Sasse, M.A.; Boehm, Franziska: Phishing-Kampagnen zur Steigerung der Mitarbeiter-Awareness – Analyse aus verschiedenen Blickwinkeln: Security, Recht und Faktor Mensch DuD 2020, Heft 8, S. 518–521

F. Boehm: Kommentierung der Artikel 51–55 und 57–59 Datenschutzgrundverordnung. In: Buchner/Kühling, Großkommentar zur Datenschutzgrundverordnung. 3. Auflage, Beck Verlag, 2020.

F. Boehm: Kommentierung des Kapitels VIII (Artikel 77–84) der Datenschutzgrundverordnung. In: Hornung/Spiecker/Simitis, Großkommentar zur Europäischen Daten-schutz-Grundverordnung. Nomos Verlag, 2018.

F. Boehm: Information sharing and data protection in the Area of Freedom, Security and Justice – Towards harmonised data protection principles for EU-internal information exchange. Springer, 2012.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Christina Hilpp (FIZ)

Wissenschaftliches Personal

Constantin Bress (FIZ)
Dr. jur. Diana Dimitrova (FIZ)
Dr. jur. Dara Hallinan (FIZ)
Dr. jur. Paulina Jo Pesch (KIT)
Dr. jur. Oliver Vettermann (FIZ)
Fabian Rack (FIZ)
Francesca Pichierrì (FIZ)
Hanna Buerkele (FIZ)
Johannes Faessler (KIT)
PD Dr. Dr. jur. Grischka Petri
Stephanie von Maltzahn (KIT/FIZ)
Thilo Gottschalk (FIZ)
Thomas Hartmann (FIZ)

// Website

www.fiz-karlsruhe.de/de/forschung/immaterialgueterrechte

www.zar.kit.edu/mitarbeitende_franziska.boehm.php



**[Prof. Dr. Klemens Böhm //
Systeme der Informationsverwaltung]**

Klemens Böhm ist seit 2004 Inhaber der Professur für Datenbanken und Informationssysteme am KIT. Davor war er gut zwei Jahre Professor für Angewandte Informatik/Data and Knowledge Engineering an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Von 1998 bis 2002 war er Oberassistent an der ETH Zürich in der Datenbankgruppe, von 1993 bis 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH am Darmstädter Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme (IPSI). Klemens Böhm promovierte 1997 an der Technischen Hochschule Darmstadt mit einer Arbeit über die Verwaltung semi-strukturierter Daten mit Datenbanksystemen. Er studierte Informatik mit Nebenfach Betriebswirtschaftslehre in Frankfurt, Darmstadt und Lissabon (Diplom von der TH Darmstadt 1993).

Derzeitige Forschungsthemen der Gruppe sind die Entwicklung von Analysetechniken für große Datenbestände und die Verwaltung wissenschaftlicher Daten. Unsere inhaltlichen Schwerpunkte sind dabei insbesondere Datenqualität, die sinnvolle Berücksichtigung von Domänenwissen und Anwenderwissen oder die Generierung synthetischer Daten. Der Lehrstuhl arbeitet viel mit anderen Lehrstühlen, seien sie Informatik, seien sie aus anderen Disziplinen, und mit Anwendern zusammen, seien sie Wissenschaftler, seien sie aus der Industrie. Klemens Böhm ist Sprecher des 2015 bewilligten DFG-Graduiertenkollegs „Energiezustandsdaten – Informatik-Methoden zur Erfassung, Analyse und Nutzung“, in dem KIT-Forscherinnen und -Forscher aus unterschiedlichen Disziplinen datengestützt an der Entwicklung effizienter, nachhaltiger, robuster und benutzerfreundlicher Energiesysteme arbeiten.

// Überblick und Allgemeines

Die derzeitigen Forschungsthemen der Professur sind die Entwicklung von Analysetechniken für große Datenbestände und die Verwaltung wissenschaftlicher Daten. Ein wichtiges Forschungsziel ist das Erkennen von Auffälligkeiten, insbesondere in Datenbeständen hoher Dimensionalität (also beispielsweise Datenobjekte mit sehr vielen Attributen) oder in Zeitreihen bzw. Datenströmen. Daraus ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für Anwender, beispielsweise bessere Verfahren für die Wartung von Maschinen und Anlagen. Außerdem interessiert uns die Effizienz und Skalierbarkeit der Analysetechniken. Ein konkretes Problem ist beispielsweise das Auffinden von Paaren von Zeitreihen, deren zeitliche Verläufe maximal ähnlich zueinander sind, gegeben eine sehr große Menge solcher Zeitreihen.

Während ein vorherrschendes Forschungsziel darin besteht, Auffälligkeiten möglichst gut zu erkennen, ist auch die „umgekehrte“ Frage wichtig, wie gut die zugrunde liegenden Daten sein sollten, um das Erkennen von Auffälligkeiten mit einer bestimmten Qualität zu ermöglichen. Denn die Ausgestaltung/Dimensionierung der Infrastruktur für die Erfassung der Daten hängt erheblich davon ab. Zum anderen lassen sich deutliche Verbesserungen bei jener Erkennung dadurch erzielen, dass man Domänenwis-

sen bzw. Anwenderwissen berücksichtigt – die weitgehend offene Frage ist aber, wie das in den Erkennungsprozess einfließen sollte. Schließlich geht es uns auch darum, ausgehend von bestehenden Datenbeständen Auffälligkeiten synthetisch zu generieren, um dadurch zusammen mit Anwendern ein tieferes Verständnis für sie zu bekommen.

Unsere Forschungsthemen passen gut zur thematischen Ausrichtung in der Lehre, insbesondere zu Datenbanktechnologie und zur Datenanalyse, seien es Vorlesungen, Seminare oder Praktika.

// Ergebnisse und Erfolge

Das DFG-Graduiertenkolleg „Energiezustandsdaten – Informatik-Methoden zur Erfassung, Analyse und Nutzung“, dessen Sprecher Herr Professor Böhm ist, hat nach einer wissenschaftlichen Begutachtung mit anschließender Verlängerung um weitere 4,5 Jahre seine inhaltliche Arbeit fortgesetzt. Dazu gehört u. a. auch die Durchführung eines Workshops zum Thema ‚Energiedaten‘ als international sichtbare wissenschaftliche Veranstaltung.

Herr Dr. Edouard Fouché, ehemaliger Doktorand bei Professor Böhm, wurde von der Helmholtz-Gemeinschaft im Fachbereich „Information“ mit dem Doktorandenpreis 2020 ausgezeichnet. Der Titel seiner Doktorarbeit lautet „Estimating Dependency, Monitoring and Knowledge Discovery in High-Dimensional Data Streams“. Herr Dr. Fouché wurde außerdem ins Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Baden-Württemberg-Stiftung aufgenommen. Sein Projekt „Sequential Decision Making Algorithms for Knowledge Discovery from Data Streams“ wird von der Stiftung drei Jahre lang gefördert.

// Ausgewählte Veröffentlichungen

Florian Kalinke, Pawel Bielski, Snigdha Singh, Edouard Fouché, Klemens Böhm. An Evaluation of NILM Approaches on Industrial Energy-Consumption Data. The 12th ACM International Conference on Future Energy Systems (e-Energy 2021), (online) Turin, Italien, Juni/Juli 2021.

Vadim Arzamasov, Klemens Böhm. REDS: Rule Extraction for Discovering Scenarios. SIGMOD International Conference on Management of Data, (online) Xi’an, China, Juni 2021.

Gabriela Suntaxi, Aboubakr Achraf El Ghazi, Klemens Böhm: Preserving Secrecy in Mobile Social Networks. ACM Trans. Cyber Phys. Syst. 5(1): 5:1–5:29 (2021)

Georg Steinbuss, Klemens Böhm: Generating Artificial Outliers in the Absence of Genuine Ones – A Survey. ACM Trans. Knowl. Discov. Data 15(2): 30:1–30:37 (2021)

Georg Steinbuss, Klemens Böhm: Benchmarking Unsupervised Outlier Detection with Realistic Synthetic Data. ACM Trans. Knowl. Discov. Data 15(4): 65:1–65:20 (2021)

Fabian Laforet, Christian Olms, Rudolf Biczok, Klemens Böhm: An Ensemble Technique for Better Decisions Based on Data Streams and its Application to Data Privacy. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 33(12): 3662–3674 (2021)

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Barbara Breitenstein
Bettina Wagner

Wissenschaftliches Personal
Vadim Arzamasov
Jakob Bach
Daniel Betsche
Pawel Bielski
Béla Böhnke
Adrian Enghard
Edouard Fouché
Marco Heyden
Florian Kalinke
Federico Matteucci
Jutta Mülle
Elaheh Ordoni
Moritz Renftle

Technisches Personal
Christian Möck
Herma Teune

// Website
dbis.ipd.kit.edu



[T.-T.-Prof. Dr. Barbara Bruno // Socially Assistive Robotics with Artificial Intelligence (SARAI)]

Barbara Bruno joined the Karlsruhe Institute of Technology in May 2023 as a Tenure Track W1 Professor at the Institute for Anthropomatics and Robotics. Her research interests lie in Socially Assistive Robotics and Human-Robot Interaction. Barbara holds a M.Sc. degree and Ph.D. degree in Robotics from the University of Genoa, Italy. Upon completion of her PhD, thanks to a “Smart & Start” grant she received from the Italian Ministry of Economic Development, Barbara co-founded the start-up company Teseo, Italy, focusing on assistive technologies for older adults.

In 2017-2019 she was Technical Manager of the H2020 project CARESSES, which developed a culturally competent care robot for older adults. In 2019-2023, as a Postdoctoral Researcher and lab deputy head at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland, she contributed to various funded projects on social robotics, including the SNSF flagship initiative NCCR-Robotics, the MSCA ANIMATAS focusing on the development of socially assistive robots for education and the French-Swiss project iReChECk on the development of robotic technologies to assist children with handwriting difficulties. She is Associate Editor for the IEEE “Robotics & Automation Letters” journal and the Springer journal “Intelligent Service Robotics” and has contributed as organiser, invited speaker or panellist to several workshops and conferences on assistive robotics, personalised robotics and child-robot interaction.

// Overview and general information

The SARAI lab designs, develops, and evaluates robots that aid humans by establishing a social interaction with them. Typical applications for such Socially Assistive Robots include encouraging older adults to train their physical and cognitive abilities, helping people adhere to doctors’ prescriptions and recommendations (e.g., concerning rehabilitation exercises, medicine intake, or diet), supporting children in acquiring curricular (such as reading, writing, second language learning or computational thinking) and extra-curricular skills (such as emotional awareness, collaboration or respect), and even promoting positive behaviours among the general population, such as correct waste disposal.

Developing robots for such applications requires tackling a number of fascinating open challenges, including:

- How can the robot assess effectively, autonomously and in real-time, all the user variables that are relevant for a given application scenario and task (e.g. whether a child is learning)?
- What actions can the robot take to help its user reach the goal and how can the robot assess their effectiveness in real-time?

// Selected publications

- How can the robot adapt, possibly also on-the-fly, its actions and interaction to person-specific traits and contextual elements?
- How can expertise from end users, domain experts and practitioners (such as children, older adults, their families, teachers, doctors and nurses, learning scientists, psychologists) be incorporated in the robot design, to increase the robot’s acceptability and efficacy?

To answer the above questions, our research leverages state-of-the-art solutions in AI and ML for robot perception, user modelling and planning and relies on participatory design approaches and user studies to identify and model the factors that affect a person’s perception of, and interaction with, a robot, in the short and long-term.

// Projects and successes

The SARAI lab, together with other groups from the IAR and ITAS institutes of KIT, is a partner of the Reallabor “Robotics and Artificial Intelligence” project, aiming to bridge between AI and robotics research at KIT and public institutions. The project brings AI-powered humanoid robots into contexts such as kindergartens, hospitals, and museums, to promote awareness of AI technologies and experimentally gain new insights for the development of future robots.



Maure, R., Bruno, B.: Participatory design of a social robot and robot-mediated storytelling activity to raise awareness of gender inequality among children. In 2023 32nd IEEE Int Conf on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 1-8). IEEE, 2023.

Bruno, B., Amirova, A., Sandygulova, A., Lugrin, B., & Johal, W.: Culture in Social Robots for Education. In Cultural Robotics: Social Robots and Their Emergent Cultural Ecologies (pp. 127-145). Springer Series on Cultural Computing. Springer, Cham, 2023.

Rohlfing, K. J., Altvater-Mackensen, N., Caruana, N., van den Berghe, R., Bruno, B., Tolkendorf, N. F., & Hanulíková, A.: Social/dialogical roles of social robots in supporting children’s learning of language and literacy—A review and analysis of innovative roles. *Frontiers in Robotics and AI*, p. 251, 2022.

El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Barroso, E. M., Mondada, F., Zufferey, J. D., Bruno, B.: The competent computational thinking test: Development and validation of an unplugged computational thinking test for upper primary school. *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), p. 1818-1866, 2022.

Wright, L. L., Kothiyal, A., Arras, K. O., & Bruno, B.: How a Social Robot’s Vocalization Affects Children’s Speech, Learning, and Interaction. In 2022 31st IEEE Int Conf on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 279-286). IEEE, 2022.

// Staff

Administration
Christine Grinewitsch
Katharina Verdion

Scientific Staff
Romain Maure

// Website
sarai.iar.kit.edu

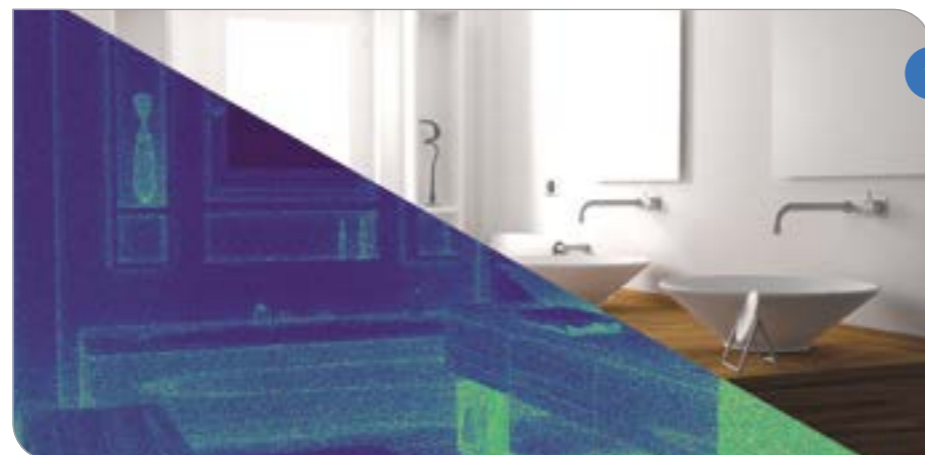


[Prof. Dr. Carsten Dachsbacher // Computergrafik]

64 Carsten Dachsbacher studierte Informatik an der Universität Erlangen-Nürnberg und promovierte 2006 am dortigen Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung. Er erhielt ein Marie Curie Intra-European Fellowship um am INRIA Sophia-Antipolis/Frankreich zu forschen, und war von 2007 bis 2010 Juniorprofessor an der Universität Stuttgart. 2010 erhielt er einen Ruf auf die Professur für Computergrafik am Institut für Visualisierung und Datenanalyse des KIT. Er ist Mitglied im Exekutivkomitee der Eurographics (European Association for Computer Graphics), stellvertretender Sprecher des Fachbereichs Graphische Datenverarbeitung und Sprecher der Fachgruppe Bildsynthese der Gesellschaft für Informatik.

// Überblick und Allgemeines

Die Arbeitsgruppe befasst sich mit einem breiten Spektrum an Themen aus der Computergrafik und Visualisierung. Die Forschungsschwerpunkte liegen insbesondere auf den folgenden Themen:



Die Lichttransportsimulation mittels Monte Carlo-Verfahren spielt eine zentrale Rolle für die fotorealistische Computergrafik, wie sie in Filmproduktionen oder Produktentwicklung eingesetzt wird (Abb. 1). Ebenso bildet sie die Grundlage für sensorrealistische Simulationen (multispektral, time-of-flight, polarisiert) wie sie für die Generierung von Trainingsdaten für KI, der digitalen Fabrikation und allgemein der Analyse und Optimierung von Systemen zur Messung des Lichttransports benötigt wird. In der Visualisierung von wissenschaftlichen Daten aus Sensoren oder numerischen Simulationen (z. B. Strömungen) adressieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Herausforderungen bei der Verarbeitung immer größerer Datenmengen aufgrund steigender räumlicher und zeitlicher Auflösung, sowie die Entwicklung neuer Visualisierungstechniken zur Analyse komplexer Strukturen (Abb 2).

Ein übergreifendes Thema ist die Hochleistungsgrafik zur Darstellung komplexer virtueller Szenen und Visualisierungsdaten in Echtzeit unter Ausnutzung massiv paralleler Hardwarearchitekturen (insb. Grafikhardware). Anwendungen sind beispielsweise die virtuelle und erweiterte Realität, Fahr- oder Flugsimulatoren oder (Serious) Games.

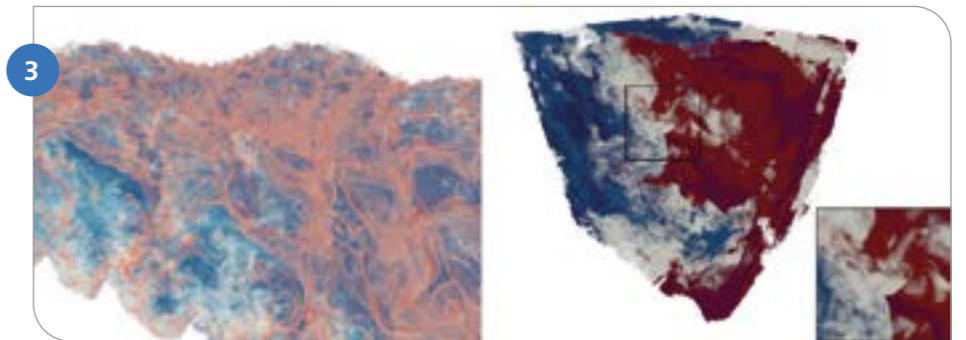
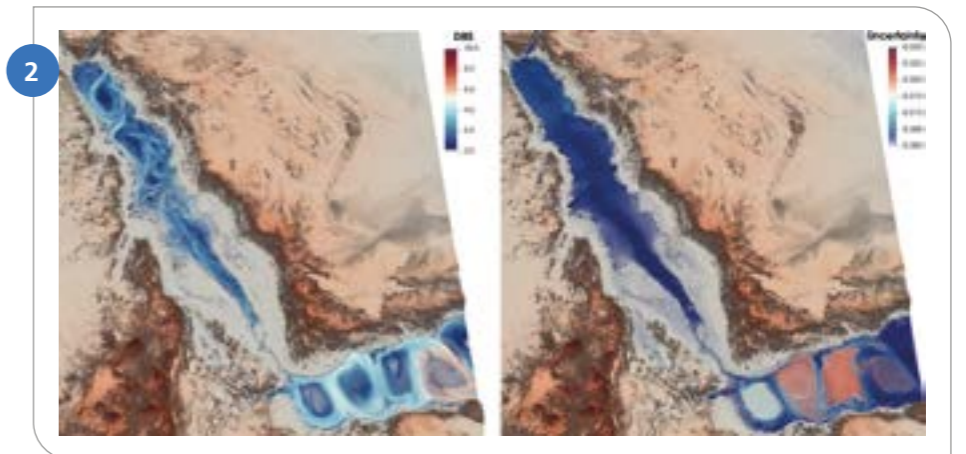
In der Lehre werden diese Forschungsschwerpunkte durch die Vorlesungen „Interaktive Computergrafik“, „Fotorealistische Bildsynthese“ und „Visualisierung“ vertreten, begleitet von weiteren Lehrveranstaltungen, z. B. Praktika zum Thema GPU-Computing.

// Einblicke in die Forschung

Die Forschungsthemen werden auch im Rahmen von Drittmittelprojekten durchgeführt und decken die gesamte Breite von Grundlagenforschung bis hin zu anwendungsnaher Forschung und Entwicklung ab. Dies zeigt sich an den regelmäßigen Publikationen in den wichtigsten Organen des Feldes (ACM SIGGRAPH, IEEE VIS, TOG, TVCG, Computer Graphics Forum), sowie Kooperationen mit weltweit führenden Industriepartnern.

Zuletzt wurden unter anderem neue Lernverfahren für Lichttransportsimulationen vorgestellt, die eine robustere und effizientere Berechnung bei komplexer Lichtausbreitung ermöglichen. Neue Materialmodelle erhöhen den Realismus bei der Darstellung virtueller Szenen.

Eine neue bildbasierte Repräsentation und Darstellungstechnik ermöglicht eine interaktive in-situ-Visualisierung von Volumendaten aus sehr aufwändigen Simulationen (Abb. 3).



// Ausgewählte Publikationen

T. Rapp, C. Peters, C. Dachsbacher: Image-based Visualization of Large Volumetric Data Using Moments. In IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (Proc. PacificVis) 28(6), 2022

V. Schübler, J. Schudeiske, A. Jung, C. Dachsbacher: Path guiding with Vertex Triplet Distributions. In Computer Graphics Forum (Proc. Eurographics Symposium on Rendering), 41(4), 2022

K. Herveau, P. Pfaffe, M. Tillmann, W. F. Tichy, C. Dachsbacher: Analysis of Acceleration Structure Parameters and Hybrid Autotuning for Ray Tracing. In IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, 2021

T. Zirr, C. Dachsbacher: Path Differential-Informed Stratified MCMC and Adaptive Forward Path Sampling. In ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia), 39(6), 2020

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Dipl.-Phys. Diana Kheil

Wissenschaftliches Personal

B.Sc. Mikhail Dereviannykh
M.Sc. Addis Dittebrandt
M.Sc. Reiner Dolp
M.Sc. Moritz Grauer
M.Sc. Killian Herveau
M.Sc. Alisa Jung
Dr. Hisanari Otsu
M.Sc. Max Piochowiak
Dr. Johannes Schudeiske
M.Sc. Vincent Schübler
M.Sc. Mahmoud Zeidan

// Website
cg.ivd.kit.edu



[Prof. Dr. Thomas Dreier // Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR)]

66 Professor Dr. Thomas Dreier, M.C.J. (New York University) studierte in Bonn, Genf, New York und München Jura sowie Kunstgeschichte. Seit 1999 ist er Leiter des Zentrums für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und des Instituts für Informations- und Wirtschaftsrecht am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und zugleich Honorarprofessor an der Universität Freiburg sowie Senior Fellow des Bonner Käte-Hamburger-Kollegs „Recht als Kultur“. Gastprofessuren führten ihn nach Israel, Singapur und New York. Zuvor arbeitete er als Referatsleiter am Münchner Max-Planck-Institut für Innovation und Wettbewerb.

Er ist Vorsitzender des Fachausschusses Urheberrecht der Deutschen Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht (GRUR), Mitbegründer und Mitherausgeber der Open Access Zeitschrift „Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law (JIPITEC)“, Mitherausgeber mehrerer Schriftenreihen sowie Mitglied einiger Herausgeberbeiräte rechtswissenschaftlicher Zeitschriften.

Sein hauptsächliches Forschungsinteresse gilt den Rechtsfragen der Informationsgesellschaft, insbesondere der urheberrechtlichen Einordnung von Geschäftsmodellen auf der Grundlage von Daten, Informationen und Wissen einschließlich der kulturwissenschaftlichen Implikationen digitaler Technologien. Bei der Erarbeitung des Urheberrechts-Wissensgesellschafts-Gesetzes sowie der Umsetzung der DSM-Richtlinie hat er u. a. das Bundesministerium der Justiz beraten.

// Überblick und Allgemeines

Das Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und unter seinem Dach das Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR) widmet sich am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) der wissenschaftlichen Begleitung des Rechts der Informationsgesellschaft. Zugleich sind ZAR und IIWR für die rechtswissenschaftliche Lehre am KIT auf den Gebieten des Bürgerlichen, des Handels- und Gesellschafts-, des Arbeits- und Steuer- sowie des Rechts des geistigen Eigentums (Patent-, Marken und Urheberrecht) einschließlich des Rechts der Daten zuständig. Die Ergebnisse der rechtswissenschaftlichen Forschung werden in wissenschaftlichen Veröffentlichungen und mittels Vortragsreihen öffentlichkeitswirksam kommuniziert. Studierende und die Fach- sowie die interessierte Öffentlichkeit werden so über die neuesten Rechtsentwicklungen auf dem Gebiet des Informationsrechts informiert und für neue rechtliche Fragestellungen sensibilisiert. Zum Bundesministerium für Justiz besteht ebenso Kontakt wie zu den in Karlsruhe ansässigen Gerichten, allen voran zu den Richterinnen und Richtern des Bundesverfassungsgerichts und des Bundesgerichtshofs.

// Einblicke in die Forschung

Aufgrund des rasanten Zuwachses an deutscher und vor allem europäischer Gesetzgebung befasst sich das ZAR/IIWR gegenwärtig schwerpunktmäßig zum einen mit den Folgen der Umsetzung der europäischen Richtlinie zum Urheberrecht im digitalen Binnenmarkt (DSM-Richtlinie) und zum anderen mit dem anstehenden Brüsseler Gesetzespaket von Digital Services Act (DSA), Digital Governance Act (DGA), Digital Market Act (DMA), Data Act (DA) und Artificial Intelligence Act (AI Act). Die Forschungsgruppe „Informationsrecht für technische Systeme und Rechtsinformatik“ unter Leitung von apl. Prof. Dr. iur. Oliver Raabe wirkt weiterhin am Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie KASTEL (www.kastel.kit.edu) mit.

// Projekte und Erfolge

Die DFG bewilligte einen Antrag auf Förderung und Durchführung einer internationalen und interdisziplinären Tagung zum Thema digitaler Bildethik in der deutsch-italienischen Villa Vigoni. Aus Anlass seines 65. Geburtstages erhielt Prof. Dreier eine von seinen Schülern herausgegebene 670-seitige, im C.H.Beck-Verlag erschienene Festschrift mit dem Titel „Gestaltung der Informationsrechtsordnung“. Die Übergabe fand im Juni 2022 in München durch den Verleger Dr. Hans-Dieter Beck statt.



// Ausgewählte Publikationen

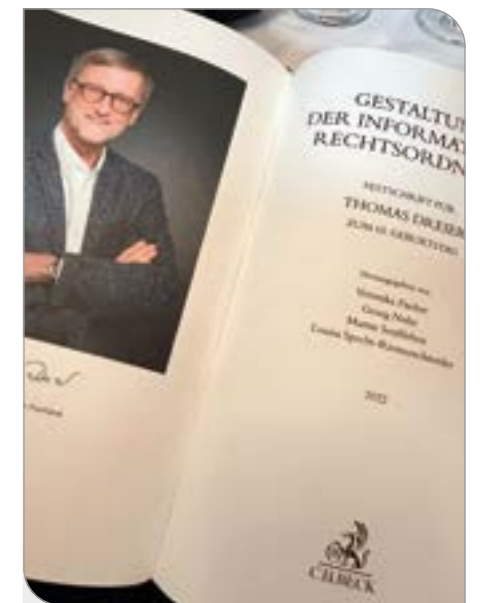
T. Dreier/G. Schulze, Urheberrecht – Kommentar, 7. Aufl., Beck, München 2022

T. Dreier/T. Andina (Hrsg.), Digital Ethics – The Issue of Images, Nomos, Baden-Baden 2022

T. Dreier, Copyright – Urheberrecht versus Netzkultur, Reihe Digitale Bildkulturen, Wagenbach, Berlin 2022

T. Dreier/M. Weller/N. Kemle/K. Kuprecht (Hrsg.), Raubkunst und Restitution – Zwischen Kolonialzeit und Washington Principles, Nomos, Baden-Baden 2020

T. Dreier/O. Jehle (Hrsg.), Original – Kopie – Fälschung, Nomos-, Baden-Baden 2020



// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Anja Pflittner
Sandra Schommer

Wissenschaftliches Personal
Dr. iur. Franziska Brinkmann, M.A.
Melissa Ducar
Olivia Hägle
Fabian Herr
Dr. iur. Lisa Käde
Marina Kastner
Dr. iur. Felicitas Kleinkopf
Dr. rer. pol. Yvonne Matz
Hon. Prof. Dr. iur. Klaus-J. Melullis
Prof. Dr. iur. Oliver Raabe
Leonie Sterz
Ass. iur. Christoph Werner

Technisches Personal
Bianca Crusius
Jan Droll
Andreas Laub

// Website
www.zar.kit.edu/index.php



[T.T.-Prof. Dr. Pascal Friederich // Künstliche Intelligenz für die Materialwissenschaften (AiMat)]

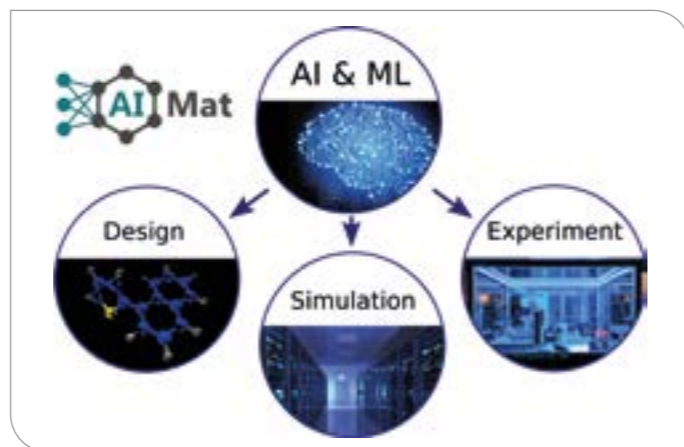
Nach seinem Studium der Physik am KIT promovierte Pascal Friederich 2016 am Institut für Nanotechnologie zum Thema Simulation und computergestütztes Design von Materialien für die organische Elektronik. Nach einem Aufenthalt als Gastwissenschaftler an der Georgia Tech Universität in Atlanta (USA) schloss sich Pascal Friederich 2018 als Marie-Sklodowska Curie Stipendiat der Gruppe von Alán Aspuru-Guzik an, wo er zuerst an der Harvard Universität in Cambridge (USA) und später dann an der Universität in Toronto (Kanada) an Methoden des virtuellen Hochdurchsatz-Screenings von Materialien und an der Entwicklung von Methoden des maschinellen Lernens fürs Design von Molekülen forschte.

2019 bekam Pascal Friederich einen Ruf als Tenure-Track Professor an der Fakultät für Informatik des KIT, wo er an der Entwicklung und Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens für die Materialwissenschaften forschet. Ziel seiner interdisziplinären Forschung ist es, eine Brücke zwischen der methodenorientierten Forschung in der Informatik und der anwendungsorientierten Forschung in den Materialwissenschaften und der Chemie aufzubauen. Für seine Forschung wurde Pascal Friederich unter anderem mit dem Otto Haxel Preis sowie dem Heinz Maier-Leibnitz Preis der DFG 2022 ausgezeichnet.

// Einblicke in die Forschung

Einer der **Schlüsselfaktoren** zur Lösung der **größten Herausforderungen der Menschheit**, wie zum Beispiel der Bekämpfung des Klimawandels durch nachhaltige Formen der Energiegewinnung und -speicherung, oder auch der Entwicklung neuartiger medizinischer Therapien und Medikamente, ist die

Entwicklung neuer Materialien. Eine der großen Herausforderungen und gleichzeitig auch Chancen der Materialwissenschaften und der Chemie ist die schier unendliche Vielzahl möglicher denkbarer Materialien und Moleküle. Herkömmliche experimentelle und computergestützte Methoden zur Erkundung dieses sogenannten „chemischen Raums“ aller Materialien sind häufig aufwändig und teuer.



// Maschinelles Lernen für die Materialwissenschaften

Die Forschung der AiMat („AI for Materials Science“) Forschungsgruppe beschäftigt sich mit einer neuen Herangehensweise an die Herausforderungen der Materialentwicklung – der **Entwicklung und Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens.** Daten-getriebene Methoden werden neben Experimenten, Theorie und

Simulationen bereits häufig als vierte Säule der Naturwissenschaften diskutiert. Sie ermöglichen nicht nur deutliche Geschwindigkeitsvorteile gegenüber konventionellen Methoden, sondern erlauben auch eine engere Verzahnung von Experiment, Theorie und Simulation. Das Vorhandensein eines wachsenden Datenschatzes über Materialien und ihre Eigenschaften ermöglicht den Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens zur Beschleunigung der Materialentwicklung.

Die AiMat Gruppe arbeitet in drei unterschiedlichen Bereichen der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens für die Materialwissenschaften:

- Ein Schwerpunkt der Gruppe ist die Entwicklung von maßgeschneiderten Regressionsmodellen, insbesondere **Graph neuronalen Netzen**, zur Vorhersage von Material- und Moleküleigenschaften. Desweiteren werden **generative Modelle für inverses Materialdesign** entwickelt und verwendet: Anstatt für gegebene Materialien die entsprechenden Eigenschaften vorauszusagen, können mit generativen Modellen für gewünschte Eigenschaften direkt mögliche Material- und Molekülkandidaten vorgeschlagen werden.
- Ein weiterer Schwerpunkt ist der Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens zur **Beschleunigung von Materialsimulationen.** Diese werden häufig als „computational microscope“ bezeichnet, da sie Einblick in die Struktur und Funktionalität von Materialien ermöglichen, der selbst mit hochaufgelösten Mikroskopieverfahren nicht erreicht werden kann. Hier tragen Methoden des maschinellen Lernens zu einer erheblichen Beschleunigung der Simulationen bei. Gekoppelt mit Methoden der Unsicherheitsquantifizierung und des aktiven Lernens wird die Erforschung bisher unbekannter Materialien bei gleichzeitig hoher Verlässlichkeit ermöglicht.
- Häufig ist die Materialentwicklung direkt auf Experimente angewiesen. Hier liegt die Herausforderung darin,

eine Vielzahl freier experimenteller Parameter simultan zu optimieren. Der dritte Schwerpunkt der AiMat Gruppe ist die Entwicklung von Algorithmen zur **autonomen Entscheidungsfindung in automatisierten Materialexperimenten**, insbesondere basierend auf Optimierung- und aktiven Lernverfahren. So können hochdimensionale experimentelle Parameterräume mithilfe von adaptiven Algorithmen erforscht werden. Gemeinsam mit experimentellen Kooperationspartnern arbeitet die AiMat Gruppe am Einsatz der neu entwickelten Methoden in einer Vielzahl relevanter Anwendungsgebiete.

// Ausgewählte Publikationen 2022

Friederich, P., Häse, F., Proppe, J. and Aspuru-Guzik, A., 2021. Machine-learned potentials for next-generation matter simulations. *Nature Materials*, 20(6), pp.750-761.

Reiser, P., Eberhard, A. and Friederich, P., 2021. Graph neural networks in TensorFlow-Keras with RaggedTensor representation (kgcnn). *Software Impacts*, 9, p.100095.

Luo, Y., Bag, S., Zaremba, O., Cierpka, A., Andro, J., Wuttke, S., Friederich, P. and Tsotsalas, M., 2022. MOF Synthesis Prediction Enabled by Automatic Data Mining and Machine Learning. *Angewandte Chemie International Edition*, 61(19), p.e202200242.

Friederich, P., Krenn, M., Tamblyn, I. and Aspuru-Guzik, A., 2021. Scientific intuition inspired by machine learning-generated hypotheses. *Machine Learning: Science and Technology*, 2(2), p.025027.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Stephanie Wolf

Wissenschaftliches Personal
André Eberhard
Chen Zhou
Luca Torresi
Marlen Neubert
Dr. Navid Haghmoradi
Dr. Patrick Reiser
Dr. Payam Kalhor
Dr. Tobias Schlöder

// Website
aimat.science



**[Prof. Dr. Kathrin Gerling //
Mensch-Maschine-Interaktion
und Barrierefreiheit]**

Kathrin Gerling leitet ab Dezember 2022 die Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Interaktion und Barrierefreiheit. Nach Abschluss ihres Studiums in Angewandter Kognitionswissenschaft und Medienwissenschaft an der Universität Duisburg-Essen schloss sie 2014 ihre Promotion in Informatik an der University of Saskatchewan, Kanada, zum Thema bewegungsbaasierte spielerische Interaktion für ältere Menschen ab. Im Anschluss arbeitete sie als Lecturer an der University of Lincoln in England, und war von 2018 bis 2022 Assistant Professor an der KU Leuven in Belgien, wo sie zu Themen der Barrierefreiheit und spielerischen Interaktion forschte.

Kathrin Gerling ist Mitglied des Steering Committees des ACM SIGCHI Annual Symposium in Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY), Track Chair des Editorial Boards der Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, und trägt regelmäßig zu Organisations- und Programmkomitees der führenden Konferenzen im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion bei. Zuletzt war sie Mitglied des Programmkomitees der ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Paper Chair der Mensch & Computer 2022, und General Chair der ACM SIGCHI CHI PLAY 2022.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur „Mensch-Maschine Interaktion und Barrierefreiheit“ forscht zum Thema digitale Barrierefreiheit mit Fokus auf neuen und assistiven Technologien zur Verbesserung der Lebensqualität von Menschen mit Behinderung. Aus technischer Perspektive liegt der Schwerpunkt

auf interaktiven, sensorbasierten und tragbaren Systemen, die im engen Zusammenspiel mit dem Körper der Nutzerinnen und Nutzer stehen. Zentral für die Arbeit der Forschungsgruppe ist die Fragestellung, wie diese Systeme so gestaltet werden können, dass erlebniszentrierte Barrierefreiheit – also Barrierefreiheit, die über den reinen Abbau von Barrieren hinaus geht und zudem auf positive, bereichernde Nutzererlebnisse abzielt – erreicht werden kann. Die Forschungsgruppe ist am Reallabor „Barrierefreiheit“ beteiligt. Von besonderem Interesse sind hier die Gestaltung und gesellschaftlicher Einbindung von assistiven und rehabilitativen Technologien, die dazu beitragen sollen, behinderten Menschen Werkzeuge für ein unabhängiges Leben zur Verfügung zu stellen. Weiterhin liegen neue und interaktive Technologien zur Förderung der Inklusion im Forschungsfokus. Im Bereich der Lehre trägt die Gruppe in den Themengebieten Mensch-Maschine-Interaktion, Barrierefreiheit, und partizipative Technologiegestaltung bei.

// Ausgewählte Publikationen 2022

Liam Mason, Kathrin Gerling, Patrick Dickinson, Jussi Holopainen, Lisa Jacobs, and Kieran Hicks. 2022. Including the Experiences of Physically Disabled Players

in Mainstream Guidelines for Movement-Based Games. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ,22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 86, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3491102.3501867> – Best Paper Award

Bert Vandenberghe, Kathrin Gerling, Luc Geurts, and Vero Vanden Abeele. 2022. Maker Technology and the Promise of Empowerment in a Flemish School for Disabled Children. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ,22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 546, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3491102.3501853>

Kymeng Tang, Kathrin Gerling, and Luc Geurts. 2022. Virtual Feed: Design and Evaluation of a Virtual Reality Simulation Addressing the Lived Experience of Breastfeeding. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ,22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 438, 1–17. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517620>

Kathrin Gerling, Kay Kender, Katta Spiel, Saskia Van der Oord, Dieter Baeyens, Arno Depoortere, Maria Aufheimer. 2022. Reflections on Ableism in Partici-

patory Technology Design. In: Marky, K., Grünefeld, U. & Kosch, T. (Hrsg.), Mensch und Computer 2022 – Workshopband. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V.. DOI: 10.18420/muc2022-mci-ws02-224

**// Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter**

Wissenschaftliches Personal

Meshael Alsheil
Maria Aufheimer
Alemitu Bezabih (extern)
Liam Mason (extern)
Mari Naaris (extern)
Kymeng Tang (extern)
Bert Vandenberghe (extern)
Dimitri Vargemidis (extern)

// Website

hci.iar.kit.edu/deutsch



[Prof. Dr. Veit Hagenmeyer // Institut für Automation und angewandte Informatik]

72 Veit Hagenmeyer studierte Technische Kybernetik an der Universität Stuttgart. Während des Studiums war er als Fulbright Scholar an der „University of California, Berkeley“. Sein weiterer Weg führte ihn als Stipendiat an das „Laboratoire des Signaux et Systèmes, C.N.R.S.-Supélec-Universität Paris-Sud“ (Frankreich). Die Promotion zum „Docteur en automatique et traitement de signal avec label européen an der Université Paris-Sud XI“ (Frankreich) erfolgte mit der Arbeit „Robust nonlinear tracking control based on differential flatness“.

Nach einem Postdoktorat am Institut für Systemdynamik und Regelungstechnik der Universität Stuttgart wechselte Herr Hagenmeyer 2003 zur BASF. Er war als Forschungsingenieur und Fachgruppenleiter im Anwendungsfeld „Optimierung der Prozessführung“ tätig, gefolgt von Tätigkeiten als Senior Consultant der BASF-Werke in Europa. Nach seiner Zeit als persönlicher Assistent des Werksleiters Europa war Herr Hagenmeyer von 2010 bis 2014 als Kraftwerksdirektor für drei Kraftwerke und das Energienetz der BASF am Standort Ludwigshafen verantwortlich.

Im Jahr 2014 folgte Herr Hagenmeyer dem Ruf auf die Professur für Energieinformatik in der KIT-Fakultät Informatik und als Direktor ans Institut für Automation und Angewandte Informatik (IAI) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Er ist amtierender Programmsprecher des Programms Energiesystemdesign im Helmholtz-Forschungsbereich Energie und verantwortet die Arbeiten der Helmholtzgemeinschaft im KASTEL Security Lab Energie.

// Überblick und Allgemeines

Das Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI) ist ein Forschungsinstitut des Karlsruher

Instituts für Technologie (KIT) in der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF). Es betreibt Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet innovativer, anwendungsorientierter Informations-, Automatisierungs- und Systemtechnik für zukunftsfähige Energiesysteme sowie komplexe Industrie- und Laborprozesse.

Die Arbeiten des IAI sind in das Programm Energiesystemdesign (ESD) im HGF-Forschungsbereich Energie und in die Programme „Engineering Digital Futures: Supercomputing, Data Management and Information Security for Knowledge and Action“, Natural, Artificial and Cognitive Information Processing (NACIP), Material Systems Engineering (MSE) sowie KASTEL im HGF-Forschungsbereich Information des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren integriert.

// Einblicke in die Forschung und Lehre

Künstliche Intelligenz: Mehrere Arbeitsgruppen im IAI arbeiten an der Entwicklung, Analyse, Implementierung und Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz für das Energiesystem. Dazu gehören beispielsweise Methoden des Deep Learning zur Prognose und zur Erkennung und Behandlung von Anomalien, das auf Python basierende Open-

Source-Paket pyWATTS (<https://github.com/KIT-IAI/pyWATTS>) und Anwendungen zum Thema intelligente Ladestrategien für Elektrofahrzeuge. Zusätzlich soll im Rahmen von Helmholtz AI (www.helmholtz.ai) eine Tenure Track-Professur (W1/W3) für Künstliche Intelligenz für das Energiesystem besetzt werden.

Lehre am Energy Lab 2.0: Das Master-Praktikum Smart Energy System Lab (Förderung als Exzellenzuniversitätsvorhaben „Research Infrastructures in Research-Oriented Teaching“) wird als neue Lehraktivität am Energy Lab 2.0 des KIT angeboten. Im Rahmen dieses zweiwöchigen Laborpraktikums bearbeiten Studierende in intensiver Zusammenarbeit mit dem Team am IAI unterschiedliche Projektthemen aus dem Bereich der Energiesysteme. Dabei werden die Einrichtungen des Smart Energy System Simulation and Control Center (SEnSiCC) und die Experimentalgebäude des Living Lab Energy Campus (LLEC) mit eingebunden.

KASTEL@IAI: Im Rahmen der Arbeiten im Kompetenzzentrum für Angewandte Sicherheitstechnik (KASTEL) werden Forschungsaktivitäten zur Gewährleistung der Verlässlichkeit in Energiesystemen durchgeführt. Eines der Hauptziele im KASTEL Security Lab Energie, wofür das IAI zuständig ist, ist die Entwicklung umfassender Sicherheitsansätze im Anwendungsfeld Energiesystem. Um dieses Ziel zu erreichen, werden neue Bedrohungen in Energiesystemen modelliert sowie Sicherheitsstandards integriert und neue Erkennungs- und Reaktionssysteme entwickelt. Mehrere nationale und internationale Kooperationen mit industriellen und akademischen Partnern auf dem Gebiet der Cybersicherheit in Energiesystemen wurden etabliert.

// Projekte und Erfolge

- Erfolgreicher Aufbau und Inbetriebnahme des Energy Lab 2.0 und des KASTEL Security Lab Energie.

- Lehrpreise des KIT für die Vorlesung Energieinformatik I & II.
- Etablierung des Praktikums Smart Energy System Lab im Masterstudium am KIT.

// Ausgewählte Publikationen

Heidrich, B., Turowski, M., Ludwig, N., Mikut, R., & Hagenmeyer, V. (2020, June). Forecasting energy time series with profile neural networks. In Proceedings of the Eleventh ACM International Conference on Future Energy Systems (pp. 220-230).

Ordiano, J. Á. G., Gröll, L., Mikut, R., & Hagenmeyer, V. (2020). Probabilistic energy forecasting using the nearest neighbors quantile filter and quantile regression. *International journal of forecasting*, 36(2), 310–323.

Frysztacki, M. M., Hörsch, J., Hagenmeyer, V., & Brown, T. (2021). The strong effect of network resolution on electricity system models with high shares of wind and solar. *Applied Energy*, 291, 116726.

Rydin Gorjão, L., Jumar, R., Maass, H., Hagenmeyer, V., Yalcin, G. C., Kruse, J., ... & Schäfer, B. (2020). Open database analysis of scaling and spatio-temporal properties of power grid frequencies. *Nature communications*, 11(1), 1–11.

Mühlpfordt, T., Dai, X., Engelmann, A., & Hagenmeyer, V. (2021). Distributed power flow and distributed optimization-formulation, solution, and open source implementation. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 26, 100471.

Weber, M., Turowski, M., Çakmak, H. K., Mikut, R., Kühnapfel, U., & Hagenmeyer, V. (2021). Data-driven copy-paste imputation for energy time series. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 12(6), 5409–5419.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Bernadette Lehmann

Wissenschaftliches Personal
Stephan Allgeier, Sophie Xing An, Kaibin Bao, Sebastian Beichter, Hüseyin Kemal Çakmak, Sine Canbolat, Malte Chlosta, Xinliang Dai, Gökhan Demirel, Nicolas Doms, Ömer Ekin, Ghada Elbez, Martha Frysztacki, Kevin Förderer, Johannes Galenzowski, Andreas Geiger, Simon Grafenhorst, Karl-Heinz Haefele, Benedikt Heidrich, Steffen Hempel, Matthias Hertel, Andreas Hofmann, Richard Jumar, Mohamed Anis Koubaa, Wojtech Kumpost, Michael Kyesswa, Uwe Kühnapfel, Chang Li, Jianlei Liu, Qi Liu, Richard Lutz, Jörg Matthes, Stefan Meisenbacher, Ralf Mikut, Peter Moster, Aneeqa Mumrez, Friedrich Münke, Oliver Neumann, Ulrich Oberhofer, Kaleb Phipps, Rafael Poppenborg, Markus Reischl, Tim Scherr, Marcel Schilling, Thorsten Schlachter, Jan Schweikert, Benjamin Schäfer, Jan Schützke, Jannik Sidler, Luigi Spatafora, Karl-Uwe Stucky, Wolfgang Suess, Anne-Christin Süß, Marian Turowski, Jan Lukas Wachter, Simon Waczowicz, Moritz Weber, Dorina Werling, Marcel Weißbecher, Friedrich Wiegel, Frederik Zahn, Yingcong Zhong, Philipp Adrian Zwickel,

Technische Mitarbeitende
Nico Berwanger, Jan Dillmann

// Website
www.iai.kit.edu



[Prof. Dr. Uwe D. Hanebeck // Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS)]

Uwe D. Hanebeck ist Leiter der Professur für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS). Von 2005 bis 2015 war er Sprecher des DFG-Graduiertenkollegs GRK 1194 „Selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke“.

Professor Hanebeck promovierte 1997 und habilitierte sich 2003 an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität München (TUM). Seine Forschungsinteressen liegen in der Informationsfusion, der nichtlinearen Zustandsschätzung und Regelung, der Systemmodellierung und der Systemidentifikation mit dem Fokus auf theoretische Grundlagen. Die theoretischen Resultate werden in verschiedenen Anwendungen in Robotik, Telepräsenz, Luftfahrt, Medizintechnik und Sensornetzwerken genutzt.

Er ist Autor und Koautor von mehr als 550 Publikationen in verschiedenen hochrangigen internationalen Zeitschriften und Konferenzen. Professor Hanebeck war General Chair der 2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI 2006), Program Co-Chair der 11th International Conference on Information Fusion 2008, Program Co-Chair der MFI 2008, Regional Program Co-Chair für Europa der 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2010), General Chair der 19th International Conference on Information Fusion 2016, General Chair der MFI 2016 und General Co-Chair der MFI 2019, Technical Co-Chair der FUSION 2018, Publicity Chair des IFAC World Congress 2020, General Chair der MFI 2020) und General Chair der MFI 2021. Er ist ständiges Mitglied des Board of Directors der International Society of Information Fusion (ISIF).

// Überblick und Allgemeines

Die Professur für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS) befasst sich mit der Informationsverarbeitung in Anwendungen wie Ortung, Mensch-Roboter-Kooperation, Sensor-Aktor-Netzwerken, verteilten Messsystemen und Telepräsenz. Es werden neuartige schätztheoretische Verfahren entwickelt, mit deren Hilfe unsichere Größen, basierend auf verrauschten Sensordaten, geschätzt werden können. Der Fokus liegt dabei auf nichtlinearen Systemen sowie periodischen Größen, beispielsweise Winkeln.

Diese Erkenntnisse kommen in Forschungsarbeiten zur Verfolgung ausgedehnter Objekte sowie Multi-Target-Tracking zum Einsatz. Zudem werden Arbeiten in den Bereichen der stochastischen Regelung und der verteilten Schätzung durchgeführt. Die theoretischen Erkenntnisse stellen die Grundlage für viele Anwendungen dar. Dazu gehört die Dekontamination von Altlasten und Deponien im Kompetenzzentrum Robdekon. Ein Telepräsenzsystem des ISAS ermöglicht den virtuellen Besuch entfernter oder virtueller Orte, beispielsweise virtuelle Abbilder („e-Installations“) realer Medienkunstinstallationen.

Industrielle Anwendung finden die Verfahren des ISAS in intelligenten Bandsortieranlagen des „Tracksort“-Projektes,

einer Kooperation mit dem Fraunhofer IOSB. Dabei wird Schüttgut auf einem Förderband verfolgt, klassifiziert und anschließend sortiert.

In der Lehre werden mehrere Vorlesungen, Übungen, ein Praktikum sowie (Pro-)Seminare angeboten. So erhalten Studierende einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten. Diese Lehrveranstaltungen wurden von der KIT-Fakultät für Informatik mit mehr als 30 Lehrpreisen ausgezeichnet.

// Ergebnisse und Erfolge

- Promotionen: Susanne Radtke (2022), Florian Rosenthal (2022), Kailai Li (2021)
- 2021: 28 Publikationen in hochwertigen Zeitschriften und auf internationalen Konferenzen
- Kailai Li, Florian Pfaff, und Uwe D. Hanebeck erhielten den Jean-Pierre Le Cadre **Best Paper Award**, First Runner-Up der „25th International Conference on Information Fusion (Fusion 2022), Linköping, Sweden“ „Circular Discrete Reapproximation“
- Uwe D. Hanebeck wurde zum Präsidenten der International Society of Information Fusion (ISIF) für das Jahr 2023 gewählt und zum Vize-Präsidenten für 2022.
- Projektantrag „Gaußprozess-Modellierung auf Richtungsmannigfaltigkeiten zur datengetriebenen Schätzung von Starrkörperbewegungen“ wurde von der Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt
- ISAS organisierte sowohl die 2020 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration (MFI 2020) als auch die MFI 2021
- Der ISAS-Absolvent Dr. Igor Gilit-schenski wird tenure track Assistenzprofessor für Robotik im Department of Computer Science der University of Toronto und im Department of Mathematical and Computational Sciences der University of Toronto Mississauga (UTM). Er erhielt seinen Dokortitel am

ISAS im April 2015 mit der Arbeit Deterministic Sampling for Nonlinear Dynamic State Estimation.

// Ausgewählte Publikationen

Michael Fennel, Antonio Zea, Uwe D. Hanebeck, **Optimization-Driven Design of a Kinesthetic Haptic Interface with Human-Like Capabilities**, IEEE Transactions on Haptics, 2021.

Florian Pfaff, Kailai Li, Uwe D. Hanebeck, **The State Space Subdivision Filter for Estimation on SE(2)**, Sensors, September, 2021.

Kailai Li, Meng Li, Uwe D. Hanebeck, **Towards High-Performance Solid-State-LiDAR-Inertial Odometry and Mapping**, IEEE Robotics and Automation Letters, July, 2021.

Susanne Radtke, Benjamin Noack, Uwe D. Hanebeck, **Fully Decentralized Estimation Using Square-Root Decompositions**, Journal of Advances in Information Fusion, 16(1):3–16, June, 2021.

Michael Fennel, Antonio Zea, Johannes Mangler, Arne Roennau, Uwe D. Hanebeck, **Haptic Rendering of Arbitrary Serial Manipulators for Robot Programming**, IEEE Control Systems Letters, June, 2021.

Kailai Li, Florian Pfaff, Uwe D. Hanebeck, **Unscented Dual Quaternion Particle Filter for SE(3) Estimation**, IEEE Control Systems Letters, 5(2):647–652, April 2021.

Susanne Radtke, Benjamin Noack, Uwe D. Hanebeck, **Fully Decentralized Estimation Using Square-Root Decompositions**, Proceedings of the 23rd International Conference on Information Fusion (Fusion 2020), Virtual, July 2020.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Dr. Dagmar Gambichler

Wissenschaftliches Personal
Ziyu Cao
Michael Fennel
Daniel Frisch
Dr.-Ing. Kailai Li
Dr.-Ing. Florian Pfaff
Dominik Prossel
Marcel Reith-Braun
Markus Walker
Dr.-Ing. Antonio Zea

Technische Mitarbeiter
Sascha Faber
Achim Langendörfer
Alexander Riffel

// Website
isas.iar.kit.edu/de/index.php



[Prof. Dr. Hannes Hartenstein // Dezentrale Systeme und Netzdienste]

Hannes Hartenstein ist seit Oktober 2003 Leiter der Forschungsgruppe „Dezentrale Systeme und Netzdienste“ (DSN). Von Oktober 2010 bis September 2013 war er Geschäftsführender Direktor des Steinbuch Centre for Computing (SCC), von Oktober 2015 bis März 2017 Dekan der Fakultät für Informatik und von April 2017 bis April 2020 Bevollmächtigter für die Informationsverarbeitung und -versorgung (IV-B) des KIT.

Er studierte Mathematik an der Universität Freiburg. Seine Promotion erlangte er 1998 am dortigen Institut für Informatik über ein Thema zur Kompression von Bildern. Anschließend arbeitete er im Bereich „Mobile Networks“ in der Forschungsabteilung von NEC Europe Ltd. in Heidelberg mit Fokus auf Vehicular Ad Hoc Networks und Vehicle-to-X Communication.

Hannes Hartenstein ist Principal Investigator im Helmholtz-Topic „Engineering Secure Systems“ im Programm „Engineering Digital Futures“. Darüber hinaus ist er u. a. Mitglied der ständigen Kommission „Digitalisierung“ der Hochschulrektorenkonferenz, des Ausschusses für Recht und Sicherheit des Deutschen Forschungsnetzes sowie des Aufsichtsrats des Leibniz-Zentrums für Informatik Schloss Dagstuhl.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe „Dezentrale Systeme und Netzdienste“ untersucht Möglichkeiten und Grenzen dezentraler Systeme, d. h. verteilter und vernetzter technischer Systeme, die von mehreren Parteien weitestgehend unabhängig voneinander betrieben werden. Im Fokus stehen derzeit Blockchains und Distributed Ledger Technologies,

Broadcast- und Konsensverfahren, sichere Smart Contracts, Peer-to-Peer-Netze und ihr Monitoring, dezentrales Messaging am Beispiel von Matrix, Identitätsmanagement und Zugriffskontrolle sowie sichere und privatsphärengerechte Datenverarbeitung in bedingt vertrauenswürdigen Umgebungen.

// Einblicke in Forschung und Projekte

Seit dem Jahr 2015 beobachten wir das Bitcoin Peer-to-Peer-Netz (siehe <https://www.dsn.kastel.kit.edu/bitcoin/>). Aktuelle Beobachtungen zeigen etwa Sicherheitsvorfälle, die ihrerseits wiederum zu Erkenntnissen über das Peer-to-Peer-Netz führen. So konnte beispielsweise eine massive Spamwelle im Jahr 2021 genutzt werden, um den Knotengrad der Bitcoin-Peers in bisher unerreichter Genauigkeit festzustellen.

Wir analysieren die theoretischen Eigenschaften der populären dezentralen Messaging-Plattform Matrix und konnten nachweisen, dass es sich bei der zugrundeliegenden Datenstruktur um einen sogenannten Conflict-Free Replicated Data Type handelt, der sogar die Eigenschaft der Toleranz gegen byzantinische Angreifer vorweisen kann.

Im Rahmen des Helmholtz-Topics „Engineering Secure Systems“ forschen wir an

Sicherheit und Privatsphäre am Beispiel von Mobility-as-a-Service. Wir entwickeln und untersuchen Systeme, die unabhängigen Parteien eine schnelle Konsensfindung ermöglichen, ohne dabei Geheimnisse offenbaren zu müssen, sowie Systeme, mit denen Bezahlungen effizient ausgeführt und abgerechnet werden können. Für die Konsensfindung evaluieren wir den Nutzen von Trusted Execution Environments, die die Verwendung von effizienteren Konsensalgorithmen ermöglichen. Für die Bezahlung von Tickets untersuchen wir die Verwendung von Payment Channel Networks.

Wir erforschen zudem die Tauglichkeit von dezentralen Plattformen wie Ethereum zur Erstellung und Nutzung von Softwareidentitäten. Basierend auf diesen Softwareidentitäten haben wir ein Konzept entwickelt und implementiert, mit denen digitale Objekte einem unabhängigen Review-Prozess unterzogen werden können, der auf einer öffentlichen Blockchain koordiniert und dokumentiert wird. So können Softwareidentitäten mit unabhängig überprüften Attributen hinsichtlich ihrer Sicherheitseigenschaften oder Funktionalität versehen werden.

Wir sind am vom BMWK geförderten Forschungsprojekt Software-Defined Car (SofDCar) beteiligt. Weil im Lebenszyklus automobiler Software verschiedene Parteien Informationen über die Software sammeln sowie Entscheidungen über ihren Einsatz treffen müssen, untersuchen wir dezentrale Ansätze für das Management von Identitäten und Zugriffen automobiler Software.

Im von der Carl-Zeiss-Stiftung geförderten Projekt „JuBot: Jung bleiben mit Robotern“ forschen wir an humanoiden Assistenzrobotern, die in Pflegeeinrichtungen und Haushalt in vielseitiger Weise die zu pflegenden als auch die betreuenden Personen unterstützen können. Unser Ziel ist das Co-Design von physischen Räumen, Assistenzrobotern und zugehörigen virtuellen Räumen hinsichtlich Zutritts-, Zugriffs-, und Nutzungsverfahren.



// Ausgewählte Publikationen 2022

M. Grundmann, M. Baumstark und H. Hartenstein, „On the Peer Degree Distribution of the Bitcoin P2P Network,“ 2022 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC), 2022, S. 1–5

F. Jacob, S. Bayreuther und H. Hartenstein, „On CRDTs in Byzantine Environments: Conflict Freedom, Equivocation Tolerance, and the Matrix Replicated Data Type,“ Sicherheit 2022: Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit. Hrsg.: C. Wressnegger, Gesellschaft für Informatik e. V., 2022, S. 113–128

M. Leinweber, N. Kannengießer, H. Hartenstein, A. Sunyaev, „Leveraging Distributed Ledger Technology for Decentralized Mobility-as-a-Service Ticket Systems,“ in Towards the New Normal in Mobility. Hrsg.: H. Proff, erscheint bei Springer, 2022

O. Stengele, C. Westermeyer and H. Hartenstein, „Decentralized Review and Attestation of Software Attribute Claims,“ in IEEE Access, vol. 10, 2022, S. 66694-66710

S. Bayreuther, F. Jacob, M. Grotz, R. Kartmann, F. Peller-Konrad, F. Paus, H. Hartenstein, und T. Asfour, „BlueSky: Combining Task Planning and Activity-Centric Access Control for Assistive Humanoid Robots,“ in Proc. 27th ACM on Symposium on Access Control Models and Technologies (SACMAT '22). ACM, New York, NY, USA, 2022, S. 185–194.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Astrid Hopprich

Wissenschaftliches Personal
Matthias Grundmann
Florian Jacob
Marc Leinweber
Oliver Stengele
Christina Westermeyer

// Website
dsn.kastel.kit.edu



[Prof. Dr. Jörg Henkel // Chair for Embedded Systems (CES)]

Jörg Henkel erhielt Diplom und Doktorgrad (Summa cum laude) von der Technischen Universität Braunschweig. Danach forschte er sieben Jahre bei den NEC Laboratories in Princeton, NJ, USA. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich des Entwurfs und der Architekturen von Eingebetteten Systemen mit einem Fokus auf Embedded Machine Learning.

Professor Henkel erhielt 2008 den DATE Best Paper Award, 2009 den IEEE/ACM William J. McCalla IC-CAD Best Paper Award sowie den ESWeek (CODES+ISSS) Best Paper Award in den Jahren 2011, 2014 und 2015.

Professor Henkel ist General Chair der 60. ACM/IEEE Design Automation Conference DAC 2023. Er ist z. Z. Vice President Publications des IEEE CEDA (Council on Electronic Design Automation).

Er war sechs Jahre Editor-in-Chief des ACM Transactions on Embedded Computing Systems und ebenfalls sechs Jahre EiC des IEEE Design & Test Magazins. Er war Conference Chair und Vice Chair von ACM SIGDA. Er ist/war Steering Committee Member und Chair in den wichtigen Konferenzen im EDA-Bereich. Professor Henkel hat mehr als zehn Keynote-Vorträge auf internationalen Tagungen gegeben. Er ist Initiator und Sprecher des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1500 „Zuverlässige Eingebettete Systeme“, Standortkoordinator (KIT) des SFB/Transregio TR89 „Invasive Computing“ sowie Mitglied des IEEE.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur für Eingebettete Systeme widmet sich der Forschung und dem Entwurf von Eingebetteten Systemen. Der momentane Fokus liegt auf Mehrkernarchitekturen, Zuverlässigkeit und Low Power Design. Aktuell gibt es Forschungsgruppen zu den Themen Sicherheit für Cyber-Physikalische Systeme, Zuverlässige Hardware, Low Power und Zuverlässigkeit, Adaptive und Selbstorganisierende Systeme und Internet der Dinge sowie Embedded Machine Learning.

Professor Henkel ist der KIT-Standortkoordinator des SFB-geförderten Transregio-Sonderforschungsbereichs „Invasives Rechnen“ (weitere Standorte sind FAU und TUM), der sich mit allen Aspekten von Vielkern-Prozessorarchitekturen beschäftigt. Im Januar 2018 richtete die Professur für Eingebettete Systeme die DFG-Begutachtung der Ergebnisse der zweiten Förderperiode aus und wenige Monate später stand dann die Entscheidung fest, dass auch die innovative dritte Förderphase mit 10 Mio. Euro über 4 Jahre gefördert werden wird. In den bisherigen Phasen wurden Hardwarearchitekturen und Konzepte für eine komplexe Prozessorarchitektur mit hunderten bis tausenden von Kernen entwickelt und die Verwendbarkeit durch neue Programmierparadigmen

und skalierbare Ressourcenverwaltungen wurde erforscht und anhand von praktischen Anwendungen erprobt. Ein Schwerpunkt der dritten Phase wird darauf liegen, für das entwickelte Gesamtsystem bessere Vorhersagbarkeit zu erzielen (z. B. Zeit-, Leistungs- oder Sicherheitseigenschaften), bzw. solche Eigenschaften zur Laufzeit durchzusetzen. Der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme trägt mit seinen drei Projekten maßgeblich zu diesen Zielen bei: (i) rekonfigurierbare Prozessoren für garantierbare Rechenleistung, (ii) Sicherheit für verteilte Ressourcenverwaltung und (iii) Temperaturmanagement durch künstliche Lernverfahren.

// Ausgewählte Publikationen

M. Rapp, R. Khalili, K. Pfeiffer, J. Henkel, „DISTREAL: Distributed Resource-Aware Learning in Heterogeneous Systems“. AAAI 2022: 8062-8071, 2022.

O Spantidi, G Zervakis, I Anagnostopoulos, J Henkel, „Energy-efficient DNN Inference on Approximate Accelerators Through Formal Property Exploration“, IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, 2022.

G Zervakis, O Spantidi, I Anagnostopoulos, H Amrouch, J Henkel, „Control vari-



ate approximation for dnn accelerators“, 58th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC), 2021.

F. Samie, L. Bauer, J. Henkel: From Cloud Down to Things: An Overview of Machine Learning in Internet of Things. In: IEEE Internet of Things Journal (IoT-J). 2019.

M. Shafique; W. Ahmad, R. Hafiz; J. Henkel, “A low latency generic accuracy configurable adder“, IEEE/ACM 52nd Design Automation Conference (DAC 2015).

S. Kobbe, L. Bauer, D. Lohmann, W Schroeder-Preikschat, J. Henkel, „DistRM: Distributed resource management for on-chip many-core systems“, Embedded Systems Week, IEEE International Conference on Hardware-Software Co-design and System Synthesis (CODES+ISSS'11).

H. Khdr, S. Pagani, M. Shafique, J. Henkel, “Thermal constrained resource management for mixed ILP-TLP workloads in dark silicon chips“, IEEE/ACM 52nd Design Automation Conference (DAC 2015).

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Gull-Nida Amjad

Wissenschaftliches Personal
Dr.-Ing. Tanfer Alan
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Hussam Amrouch
Konstantinos Balaskas
Dr.-Ing. Lars Bauer
Jeferson Gonzalez
Sajjad Hussain
Dr.-Ing. Heba Khdr
Hassan Amr Adel Nassar
Kilian Pfeiffer
Om Prakash
Dr.-Ing. Martin Rapp
Mohammed Bakr Sikal
Lokesh Siddhu
Dr.-Ing. Georgios Zervakis

Technische Mitarbeitende
Martin Buchty
Peter Kretzler

// Website
ces.itec.kit.edu/



**[Prof. Dr. Wolfgang Karl //
Rechnerarchitektur und
Parallelverarbeitung]**

Wolfgang Karl studierte von 1979 bis 1986 Informatik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Er promovierte 1992 mit einer Arbeit über parallele Prozessorarchitekturen und ihren Codegenerierungstechniken an der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München. Im Jahr 2002 habilitierte er sich dort mit einer Arbeit über die Architektur und effiziente Programmierung von Cluster-Systemen. Seit 2003 ist er Professor für Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Am Institut für Technische Informatik (ITEC) leitet er die Forschungsgruppe Rechnerarchitektur und Parallelverarbeitung.

Zu den Forschungsschwerpunkten von Wolfgang Karl gehören die Architektur und die effiziente Nutzung heterogener paralleler Rechnerstrukturen.

In der Gesellschaft für Informatik (GI) war er von 2010–2013 und von 2020–2021 Mitglied des erweiterten Vorstands und ist seit 2010 Mitglied des Präsidiums. Er ist Sprecher des GI / ITG Fachbereichs Technische Informatik. In der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE ist er Mitglied im wissenschaftlichen Beirat.

Seit 2009 ist Wolfgang Karl Vorsitzender der Konrad-Zuse-Gesellschaft e. V.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe Rechnerarchitektur und Parallelverarbeitung befasst sich mit heterogenen parallelen Rechnerarchitekturen, die durch ein hohes Maß an Parallelverarbeitung auf den verschiedenen Systemebenen sowie durch Diversität beispielsweise auf Knotenebene durch Multi-core Prozessorarchitekturen, die durch Beschleuniger-Architekturen ergänzt werden, gekennzeichnet sind. Für den Anwendungsprogrammierer stellt sich die Aufgabe der effizienten Parallelisierung seiner Anwendung mit Hilfe (zum Teil verschiedenen) parallelen Programmiermodellen, zum anderen erfordern die unterschiedlichen Programmierschnittstellen der Zielressourcen umfangreiche und detaillierte Kenntnisse der zugrundeliegenden Zielplattform für deren effiziente Nutzung. Das Ziel ist, Methoden und Werkzeuge zu erforschen, mit denen die Komplexität der zugrundeliegenden Zielplattform vor dem Anwendungsprogrammierer verborgen werden kann und gleichzeitig eine effiziente Nutzung der verfügbaren Rechenressourcen ermöglicht wird.

Mit HALadapt ist ein Laufzeitsystem für heterogene parallele Rechnerarchitekturen entstanden und weiterentwickelt worden, das von der zugrundeliegenden Hardware abstrahiert und unabhängig vom Programmierer für eine Aufteilung und Abbildung der Arbeitslast auf die

zur Verfügung stehenden Zielressourcen sorgt. Gemäß den Prinzipien der Selbstorganisation beobachtet HALadapt das Laufzeitverhalten von Programmen und trifft auf der Basis der gesammelten Informationen Entscheidungen über die Anwendungsverteilung im Hinblick der aktuellen Situation des Systems und seiner Umgebung und unter Berücksichtigung mehrerer Optimierungsziele wie Laufzeit, Energie und Temperatur. Damit die Abbildungsentscheidung möglichst effizient und schnell getroffen wird, verwendet HALadapt ein Regelsystem zur Gewichtung der Systemoptimierungsziele. Diese Regeln beinhalten Vorhersagen über das zukünftige Systemverhalten und ermöglichen daher eine proaktive und nicht nur reaktive Abbildungsentscheidung. Um das Regelsystem einzulernen, verwendet HALadapt einen Reinforcement Learning Ansatz. Zusätzlich bietet HALadapt die Möglichkeit mehrere parallele Prozesse auf einem Rechenknoten mittels eines Co-Scheduling Mechanismus zu koordinieren. Dies bietet die Möglichkeit, Anwendungen, welche die vom System zur Verfügung gestellte Parallelität im Einzelnen nicht vollständig nutzen können, zu kombinieren und somit die Systemeffizienz zu verbessern.

Trotz einer möglichst guten Anpassung von Algorithmen an die zugrunde liegende heterogene parallele Hardware, existieren Anwendungsbereiche, in denen die Leistungsfähigkeit oder die Energieaufnahme des betrachteten Systems nicht zufriedenstellend ist. Einen weiteren Schwerpunkt bildet deshalb die Erforschung von Approximate Computing Ansätzen. Diese betrachten die gezielte Approximation in Systemen, um eine Abwägung zwischen Berechnungsgüte und benötigten Ressourcen gezielt steuern zu können. Hierbei wird die Ge-

nauigkeit der Ergebnisse einer Berechnung als Parameter in einem System berücksichtigt, so dass unter tolerierbaren Verlust der Genauigkeit Optimierungsziele wie Energieverbrauch, Rechenleitung oder Einhaltung von Echtzeitbedingungen verbessert werden können. Approximate Computing Ansätze können in Software- oder in Hardware integriert werden. Das sinnvolle Zusammenspiel verschiedener Verfahren in einem System zu erforschen ist ein wesentliches Ziel der Arbeiten in diesem Bereich. So werden neue genauigkeitsbewusste Ansätze im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens erforscht. Für Anwendungen aus den Bereichen der Bildverarbeitung oder des maschinellen Lernens kann die gezielte Ausnutzung inhärenter Toleranzen hinsichtlich approximierter Berechnungen sinnvoll sein.

Ein Beispiel ist ein neuer Ansatz zur Simulation von Strömungen mit Hilfe von Neuronalen Netzen (NN). Dieser basiert auf einer Bild-zu-Bild Translation und ermöglicht eine schnelle und realitätsnahe visuelle Darstellung der Strömung, ohne eine aufwändige Berechnung der Strömungsparameter mittels numerischer Löser durchführen zu müssen. Weiterhin wird in diesem Bereich die effiziente Umsetzung von neuartigen NN-Architekturen erforscht. Als Kriterium wird die Unterbrechbarkeit dieser NN im Hinblick auf die Abwägung der Genauigkeit des Ergebnisses und die Einhaltung von Echtzeitbedingungen untersucht.

**// Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter**

Verwaltungspersonal
Gull-Nida Amjad

Wissenschaftliches Personal
Thomas Becker
Markus Hoffmann
Roman Lehmann
Rebecca Seelos

// Website
capp.itec.kit.edu



[Prof. Dr. Anne Koziolk // MSCE – Modelling for Continuous Software Engineering]

Anne Koziolk leitet seit 2013 die Forschungsgruppe „Modelling for Continuous Software Engineering“ am Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL), zunächst als Juniorprofessorin und seit Januar 2019 als Professorin. Sie studierte bis 2007 Informatik an der Universität Oldenburg. Im Anschluss begann sie ihr Promotionsvorhaben am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wurde dafür ab 2008 von der Studienstiftung gefördert und erlangte die Promotion im Juli 2011. Anschließend arbeitete sie als Oberassistentin in der „Requirements Engineering Research Group“ von Martin Glinz an der Universität Zürich. Sie ist eine der Principal Investigators des Graduiertenkollegs „Energiezustandsdaten – Informatik-Methoden zur Erfassung, Analyse und Nutzung“ und der „Helmholtz Data Science School for Health“ (HIDSS4Health). Sie ist Mitglied des Steuerkomitees der IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), der international führenden akademischen Konferenz für Software-Architektur und war Vorsitzende des Programmkomitees von mehreren internationalen Konferenzen und Workshops. Sie ist Gutachterin für renommierte internationale Zeitschriften, darunter IEEE Transactions on Software Engineering, und ist Mitglied in den Programmkomitees von zahlreichen internationalen Konferenzen. Sie ist Mitglied der GI, der ACM und der IEEE.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur Modelling for Continuous Software Engineering von Prof. Koziolk beschäftigt sich mit den frühen Phasen und Aktivitäten in der Software-Entwicklung und allgemein in der Entwicklung software-intensiver technischer Systeme. Insbesondere geht es in den frühen Phasen um die Ermittlung und Validierung von Soft-

ware- und System-Anforderungen. Fehler, die in diesen Aktivitäten gemacht werden, sind nachgewiesenermaßen häufig besonders teuer und einer der Hauptgründe für das Fehlschlagen von Software-Projekten. In ihrer Forschung beschäftigt sich die Gruppe insbesondere mit der engen nötigen Verzahnung von Anforderungsanalyse und Entwurfsentscheidungen. Swartout und Balzert haben das „unvermeidbare Verwoben-Sein“ von Spezifikation und Implementierung („inevitable intertwining of specification and implementation“) bereits 1982 beschrieben. Heute wird diese Beobachtung vom Erfolg iterativ-inkrementeller Software-Entwicklungsmethoden bestätigt, bei denen kurze Feedback-Zyklen diese Verwobenheit ermöglichen. Modellbildung ist ein Kennzeichen aller ausgereiften Ingenieurdisziplinen, wird allerdings im Kontext heutiger agiler Software-Entwicklung häufig nur ansatzweise und informell verwendet. Die Gruppe arbeitet daran, die Vorteile von iterativ-inkrementellen Vorgehen mit modellbasierter Software-Entwicklung zu verbinden, indem sie die Modellerstellung in iterativ-inkrementellen Projekten vereinfacht und teilweise automatisiert und damit systematische Entwurfsraumexploration ermöglicht.

// Ergebnisse und Erfolge

Im Bereich Modellerstellung in iterativ-inkrementellen Projekten wurde ein Werkzeug für die inkrementelle Kalibrierung von Performance-Modellen mit parametrischen Abhängigkeiten entwickelt. Weiterhin wurde ein Verfahren zum Sicherstellen von Konsistenz zwischen verschiedenen Artefakten der Software-Entwicklung erarbeitet. Anne Koziolk erhielt drei Most Influential Paper Awards: In 2020 und 2021 von der ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering sowie 2021 von der IEEE International Conference on Software Architecture. Des Weiteren erhielt MCSE-Mitglied Kai Marquardt den Preis der KIT-Fakultät für Informatik für die beste Abschlussarbeit des Abschlussjahrgangs 2021/22. Der Verein der Karlsruher Software-Ingenieure (VKSII) zeichnete MCSE-Mitglieder Larissa Schmid und Dominik Fuchß mit dem VKSI-Förderpreis 2021 bzw. einer Anerkennung für ihre Masterarbeiten aus. In 2022 war Anne Koziolk Mitglied der Programmkomitees der jeweils beiden wichtigsten Konferenzen im Bereich Software Engineering allgemein und Software-Architektur im speziellen: der 44th ACM/IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE 2022), der IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE 2022), der 19th IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA 2022) sowie der European Conference on Software Architecture (ECSA 2022). Weiterhin war Anne Koziolk bei der 50. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik für die Programmkoordination verantwortlich sowie Workshop Chair beim First International Workshop on Properties of Software Engineering Research (PROPSER) 2021.

// Ausgewählte Publikationen

Hajjabadi, H.; Mamontova, I.; Prizak, R.; Pancholi, A.; Koziolk, A.; Hilbert, L.: Deep-learning microscopy image reconstruction with quality control reveals second-scale rearrangements in RNA polymerase II clusters. 2022. In: PNAS Nexus.

Ananieva, S.; Greiner, S.; Kehrer, T.; Krüger, J.; Kühn, T.; Linsbauer, L.; Grüner, S.; Koziolk, A.; Lönn, H.; Ramesh, S.; Reussner, R.: A conceptual model for unifying variability in space and time: Rationale, validation, and illustrative applications. 2022. In: Empirical Software Engineering.

Schmid, L.; Copik, M.; Calotoiu, A.; Werle, D.; Reiter, A.; Selzer, M.; Koziolk, A.; Hoefler, T.: Performance-Detective: Automatic Deduction of Cheap and Accurate Performance Models. In: Proceedings of the 36th ACM International Conference on Supercomputing (ICS'22).

Konersmann, M.; Kaplan, A.; Kuhn, T.; Heinrich, R.; Koziolk, A.; Reussner, R.; Jurjens, J.; al-Doori, M.; Boltz, N.; Ehl, M.; Fuchs, D.; Groser, K.; Hahner, S.; Keim, J.; Lohr, M.; Saglam, T.; Schulz, S.; Toberg, J.-P.: Evaluation Methods and Replicability of Software Architecture Research Objects. In: 2022 IEEE 19th International Conference on Software Architecture (ICSA).

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Nicole Schumacher

Wissenschaftliches Personal
Dominik Fuchß
Hamideh Hajjabadi
Jan Keim
Yves Richard Kirschner
Kai Marquardt
Manar Mazkatli
Larissa Schmid
Sophie Schulz
Snigdha Singh
Thomas Weber
Dominik Werle
Daniel Zimmermann

// Website
mcsce.kastel.kit.edu/



[T.-T.-Prof. Dr. Rudolf Lioutikov // Intuitive Robots Lab]

Rudolf Lioutikov ist derzeit Forschungsgruppenleiter am Karlsruher Institut für Technologie und hat vor kurzem den Ruf auf die Tenure-Track-Professur für Maschinelles Lernen und Robotik an der Fakultät für Informatik angenommen.

Zuvor gründete Lioutikov das Intuitive Robots Lab im Juni 2021 am KIT, nachdem er von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in das Emmy Noether-Programm aufgenommen wurde. Die Gruppe entwickelt neue Lernmethoden für Roboter, die sich auf die Mensch-Roboter-Interaktion mit Laien konzentrieren.

Davor war er Assistenzprofessor der Praxis an der University of Texas in Austin. Er entwickelte und unterrichtete den Robot Learning Stream der Freshmen Research Initiative. Gleichzeitig war Rudolf Postdoctoral Fellow am Personal Autonomous Robotics Lab, wo er neue Methoden für Bereiche wie Roboterlernen, Reinforcement Learning, Imitationslernen und Mensch-Roboter-Zusammenarbeit entwickelte.

Bevor er zum UT Computer Science Department wechselte, arbeitete Rudolf Lioutikov als Doktorand am Intelligent Autonomous Systems Lab in Darmstadt. In seiner Dissertation entwickelte er eine Pipeline zum Imitationslernen, die eine Bibliothek von Bewegungsprimitiven und eine verständliche Verhaltensrepräsentation aus nicht annotierten Daten erlernt.

Lioutikov hat 2018 an der Technischen Universität Darmstadt mit Auszeichnung promoviert und seine Dissertation wurde von der European Robotics Federation als Finalist für den Georges Giralt PhD Award nominiert.

// Vorstellung des Intuitive Robots Labs

Das Intuitive Robots Lab entstand im Juni 2021 aus dem Emmy-Noether Projekt „Intuitive Robot Intelligence: Efficiently Learning and Improving of Explainable Skills and Behaviors for Intuitive Human-Robot Interaction.“

Ziel der Gruppe ist die Entwicklung neuer Methoden des maschinellen Lernens die sich darauf fokussieren die Interaktion und Kollaboration zwischen Mensch und Robotern intuitiver zu gestalten.

Eine große Herausforderung hierbei ist, dass zukünftige Roboter in engem Kontakt mit Menschen interagieren werden, die nur wenig Erfahrung und technisches Verständnis bezüglich Robotern haben, d.h. Laien in Bezug auf Robotik und Maschinellem Lernen. Aktuelle Methoden der Künstlichen Intelligenz sind dieser Herausforderung in vielen Aspekten nicht gewachsen. So werden zum Beispiel oft Demonstrationen in einer Menge und Qualität benötigt, die für einen Laien nicht plausibel sind. Weiterhin benötigen erfolgreiche Interaktionen und Kollaborationen mit Laien nicht nur intelligente, sondern darüber hinaus **Intuitive Roboter**. Zum einen bedeutet dies, dass das Verhalten des Roboters dem Laien als intuitiv erscheint. Zum an-

deren sollte der Roboter die Intention des Menschen in sein Verhalten und seine Lernprozesse einbinden. Entsprechend fokussiert sich das **Intuitive Robots Lab** auf die Entwicklung von Methoden die zu solchen Intuitivem Verhalten und Lernprozessen für und in Kollaboration mit Laien führen.

// Forschungsausrichtung der neuen Arbeitsgruppe

Ziel der Arbeitsgruppe ist es, den Stand der Forschung des Robot Learnings und vor allem der Intuitive Human-Robot Interaction voranzutreiben. Die Arbeitsgruppe forscht an Reinforcement Learning, Imitation Learning und Mensch-Roboter Kollaboration und entwickelt neue Methoden, um intuitive Interaktionen mit künstlichen Assistenten und Kollaborateuren zu ermöglichen. Wir untersuchen Ansätze, um beabsichtigte und unbeabsichtigte akustische, visuelle und körperliche Zusatzinformationen in Mensch-Roboter Interaktionen effizient zu nutzen. Die Kernfragen die wir dabei erforschen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen.

- **Human-Centered Robot Learning:** Wie können Menschen und insbesondere Laien effizient in diverse Lernprozesse wie Imitation Learning, Reward Inference und Reinforcement Learning integriert werden?
- **Data- and Goal-driven Explainability:** Wie können Bewegungen und Verhalten in interpretierbaren Strukturen repräsentiert werden und wie kann ein Roboter sein eigenes Verhalten zielorientiert darstellen und erklären?
- **Learning from Weakly Labeled Data:** Wie können Roboter neue Aufgaben und Strategien von suboptimalen Demonstrationen lernen die über keine detaillierte Annotation verfügen

und damit kein spezialisiertes Wissen des Menschen benötigen?

- **Leveraging Humans for Auxiliary Information:** Wie können verbale und nonverbale Zusatzinformationen die bei Mensch-Roboter Interaktionen entstehen effizient in diverse Lernprozesse eingebunden werden um deren Performance bezüglich Datenmengen und Verhalten zu optimieren?
- **Learning through Active Interaction:** Wie kann ein Roboter gezielte Interaktionen mit Laien hervorrufen, um neues Verhalten effizient zu lernen und bekanntes Verhalten zwischen verschiedenen Aufgaben zu transferieren?
- **Scene, Task and Relational Representations:** Wie können verschiedene relevante Aspekte einer Interaktion in Strukturen dargestellt werden, die effizient vom Roboter gelernt werden können, jedoch gleichzeitig interpretierbar für den Menschen sind?

Die Verarbeitung von Zusatzinformationen bei Mensch-Roboter Interaktionen bieten spannende Aussichten für antizipatives Verhalten, aktives Lernen durch Interaktion und insbesondere zielorientierte erklärable künstliche Intelligenz in interaktiven Szenarien. Weitere Forschungsthemen sind unter anderem Aufgaben- und Rollenidentifikation in kollaborativen Szenarien, robotergestütztes Lernen der menschlichen Motorik, transfer und lebenslanges Lernen.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Christine Brand

Wissenschaftliches Personal
Maximilian Li
Moritz Reuss
Hongyi Zhou

Technische Mitarbeitende
Andreas Rhein

// Website
irl.iar.kit.edu



[Prof. Dr. Raffaella Mirandola // Self-Adaptive Software Intensive Systems]

From September 2023, I'm Full Professor at KIT. I was Full Professor at Politecnico di Milano until September 2023. I am an active member of the scientific community and I regularly serve in international program committees and as a referee for top-ranked journals. I'm Special Issue co-Editor Journal of System and Software. I have organized several international conferences as Program Chair (SEAMS 2021 and 2023, ECSA 2015, ICPE 2011, QoSA2009) and co-organized two Dagstuhl Seminars.

My main research interests are in: (i) Software quality requirements modeling, analysis and verification, (ii) Formal methods for (self-)adaptive dependable IT systems, (iii) Model-driven software engineering and the application of the theories, approaches and techniques specific to the above research areas to service-oriented and component-based systems, adaptive systems, mobile systems, and cloud computing. The research has been funded by several national and international projects.

In the last 12 years, I have published three papers in the IEEE Trans. on Software Engineering, one paper on IEEE Trans. on Reliability, one paper on the ACM Trans. on Computing Education, two papers on the ACM Trans. on Adaptive and Autonomous Systems, and two papers on Future Generation Computer Systems. In total, I have published 180+ peer-reviewed papers in international journals and conferences/symposia.

// Insights into future research

Software-driven autonomous and heterogeneous systems are becoming widely available as an open-ended collection of systems, collaborating to improve our lives. However, our world is dynamic, user behaviour changes and computer and communication infrastructures fail due to unforeseen events, including malicious attacks. Consequently, the need for our technical systems to automatically adapt to new situations and counter unforeseen events and deal with imprecise data is increasing considerably.

To achieve their full potential, these adaptive autonomous systems must be resilient, i.e., they must continue to provide the required functionality despite the uncertainty, change, faults, failure, adversity, and other (anticipated and unforeseen) disruptions present in their real-world operating environments. Numerous methods for developing resilient (adaptive) autonomous systems have been independently proposed or are being explored by different projects worldwide.

The ability of adaptive autonomous systems to achieve their goals in open real-world environments can be further increased by making them antifragile. Antifragile systems benefit from exposure to uncertainty and disruption, by learning from encounters with such difficulties, so that they can handle future oc-

currences of similar types of uncertainty and disruption faster, more efficiently, with less loss of functionality and lower user impact, etc. The inspiration for antifragility comes from nature, where antifragile systems are ubiquitous. For example, the immune system responds to exposure to pathogens by producing antibodies that help protect against future infections. The engineering of adaptive autonomous systems with analogous antifragility capabilities has been advocated recently but this promising research area is currently underexplored.

Despite recent advances in autonomous technologies, the research on resilient adaptive autonomous systems remains fragmented, and the research on antifragile autonomous systems is in its infancy. As these closely related research areas play a key role in the realisation of the societal and economic benefits of autonomous systems, it is now key to devote effort and to identify synergies across these disciplines to shape the research in the next future.

// Selected Publications

Camilli M., Mirandola R., Scandurra P.: Enforcing Resilience in Cyber-physical Systems via Equilibrium Verification at Runtime. *ACM Transactions on Adaptive and Autonomous Systems*, online first, <https://doi.org/10.1145/3584364>

Alasmari N., Calinescu R., Paterson C., Mirandola R.: Quantitative verification with adaptive uncertainty reduction. *Journal of Systems and Software*, Elsevier 188: 111275 (2022). doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111275>

Alongi F., Bersani M. M., Ghielmetti N.,

Mirandola R., Tamburri D. A.: Event-sourced, observable software architectures: An experience report. *Software: Practice and Experience*, Wiley, vol.52, no10, pp 2127-2151, 2022. <https://doi.org/10.1002/spe.3116>

Bersani M. M., Camilli M., Lestingi L., Mirandola R., Rossi M. G., Scandurra P.: Architecting Explainable Service Robots Proceedings of the 17th European Conference on Software Architecture, ECSA2023, to appear

Bersani M. M., Camilli M., Lestingi L., Mirandola R., Rossi M. G.: Explainable Human-Machine Teaming using Model Checking and Interpretable Machine Learning Proceedings of the 11th IEEE/ACM International Conference on Formal Methods in Software Engineering Formali SE2023, pp. 18-28. <https://doi.org/10.1109/FormaliSE58978.2023.00010>.

Camilli M., Mirandola R., Scandurra P.: Taming Model Uncertainty in Self-adaptive Systems Using Bayesian Model Averaging. Proceedings of the International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems, SEAMS2022, pp. 25-35. <https://doi.org/10.1145/3524844.3528056>

Acosta M., Hahner S., Koziolok A., Kühn T., Mirandola R., Reussner R. H.: Uncertainty in coupled models of cyberphysical systems. Proceedings of the 25th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings, MODELS 2022, pp. 569-578. <https://doi.org/10.1145/3550356.3561539>

Grassi V., Mirandola R., Perez-Palacin D.: Towards a Conceptual Characterization

of Antifragile Systems. Proceedings of the 20th International Conference on Software Architecture, ICSA Companion 2023, pp. 121-125. <https://doi.org/10.1109/ICSA-C57050.2023.00036>

// Website

<https://sasis.kastel.kit.edu>



[Prof. Dr. Katja Mombaur // Optimization & Biomechanics for Human-Centred Robotics]

Katja Mombaur hat seit Mai 2023 die von der Hector-Stiftung geförderte W3-Professur Optimization & Biomechanics for Human-Centred Robotics am IAR inne und leitet das KIT BioRobotics Lab. Sie ist außerdem seit 2020 Professorin und Canada Excellence Research Chair (CERC) in Human-Centred Robotics & Machine Intelligence an der University of Waterloo in Kanada. Von 2010-2020 war sie W3-Professorin an der Universität Heidelberg und leitete die Forschungsgruppe Optimierung, Robotik & Biomechanik (ORB). Ihre internationalen Erfahrungen umfassen Forschungstätigkeiten am LAAS-CNRS in Toulouse und an der Seoul National University, sowie in den USA. Sie hat Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität Stuttgart und der SupAéro in Toulouse studiert und an der Universität Heidelberg in Mathematik promoviert.

Ihre Forschung konzentriert sich auf das Verständnis menschlicher Bewegungen durch einen kombinierten Ansatz aus modellbasierter Optimierung und Experimenten sowie die Nutzung dieses Wissens zur Verbesserung der Bewegungen von humanoiden Robotern und der Interaktion von Menschen mit Exoskeletten, Prothesen und externen Assistenzrobotern.

Katja Mombaur engagiert sich in der IEEE Robotics & Automation Society, aktuell u.a. als ExCom Secretary und AdCom Member und ab 2024 als Vice President Member Activities. Sie ist Senior Editor bei den IEEE Transactions on Robotics und hat zuvor diverse Editorenrollen bei Konferenzen und Special Issues ausgeübt.

Unsere Forschungsvision ist es, einen Beitrag zur Entwicklung menschenzentrierter Robotersysteme zu leisten, die einen wirklichen Mehrwert für die Menschheit schaffen. Menschenzentrierte Robotik umfasst verschiedenen Arten von Robotern, die direkt mit dem Menschen interagieren, ihn bei seinen Bewegungen unterstützen, oder ihn in unangenehmen Situationen ersetzen – von humanoiden Robotern über tragbare Roboter (Exoskelette, Orthesen und Prothesen) bis hin zu externen Mobilitätsassistenzrobotern. Unsere Forschungen stützen sich auf alle drei Säulen der Wissenschaft: Theorie, praktische Experimente und wissenschaftliches Rechnen.

// **Forschungsziele**

1. Entwicklung von Robotersystemen, die Menschen mit und ohne Beeinträchtigungen im Alltag unterstützen können
2. Ausstattung von Robotern mit Bewegungsintelligenz (auch als verkörperte künstliche Intelligenz bezeichnet), d.h. der Fähigkeit, menschliche Bewegungen vorherzusagen, sicher mit Menschen zu interagieren und sie zu unterstützen
3. Erreichen eines fundamentalen qualitativen und quantitativen Verständnisses menschlicher Bewegungen
4. Entwicklung und Implementierung effizienter Algorithmen für die optimale Bewegungsanalyse, -erzeugung, -regelung und das Bewegungslernen, die komplexe modellbasierte und modellfreie Ansätze kombinieren

// **Forschungsthemen**

Im Bereich der **Assistenzrobotik und anziehbaren Robotik** adressieren wir Probleme der Mensch-Roboter-Interaktion in unmittelbarer Nähe und Entwicklung von individuellen Lösungen, die die Co-Adaptation von Mensch und Roboter berücksichtigen. Im Einzelnen untersuchen wir:

- Exoskelette, insbesondere für die untere Extremität und die Wirbelsäule, zur Rehabilitation, Bewegungsassistenz und Schmerzvermeidung
- Mobilitätshilfsmittel für ältere Menschen, insbesondere Roboterrollatoren
- Prothesen für die untere Extremität: passive Prothesen im Sport und maßgeschneiderte aktive Prothesen für spezielle Nutzergruppen
- Funktionelle elektrische Stimulation (FES) von Hemiplegikern und Tetraplegikern
- Robotersysteme und digitale Technologien zum Bewegungslernen und Stabilitätstraining

Im Bereich der **humanoiden Robotik** gilt unser Hauptinteresse zweibeinigen, laufenden Humanoiden, aber - für Anwendungen in Medizin und Pflege - auch Robotern mit humanoiden Oberkörpern auf einer stabilen rollenden Plattform. Wir untersuchen u.a.

- die Erzeugung und Regelung autonomer Bewegungen in anspruchsvollen Umgebungen
- Stabilitätskriterien und -kontrolle für zweibeinige Roboterbewegungen
- systematisches Benchmarking von Humanoiden für reale Anwendungen
- Interaktion von Humanoiden mit komplexen Objekten, Tools und Personal Transporters
- Physisch-soziale Interaktionen zwischen Menschen und Humanoiden.

Auf dem Gebiet der **Biomechanik menschlicher Bewegungen** untersuchen wir durch Kombination von Motion Capture und algorithmische Ansätze:

- Aktivitäten des täglichen Lebens wie Gehen, Hinsetzen, Aufstehen, Heben und Tragen von Gegenständen

den

- Bewegungen in Sportarten wie Laufen, Springen, Tauchen, Turnen, Slacklining, Kampfsport und Tanz, und Entwicklung von Metriken
- Emotionale Körpersprache und spezifische Bewegungsstile beim Menschen und ihre Wirkung auf andere
- Veränderung von Bewegungen und motorischen Fähigkeiten über die Lebensspanne
- Bewegungen von Menschen mit körperlichen oder psychischen Beeinträchtigungen

Zusätzlich zu einer gründlichen mechanischen Analyse dieser Bewegungen sind wir an einer quantitativen Bewertung der Stabilität und Robustheit bzw. der Vermeidung von Instabilitäten interessiert.

Inspiziert einerseits durch die Annahme inhärenter Optimalitätsprinzipien in natürlichen Prozessen und andererseits durch den Wunsch, die Leistung technischer Systeme zu optimieren, stellen **modellbasierte Optimierung und optimale Steuerung** Schlüsseltechnologien für unsere Forschung dar, sowohl in der Biomechanik als auch in der Robotik. Sie werden mit modellfreien Methoden kombiniert, um die Effizienz und Präzision zu erhöhen. Dazu gehören die folgenden Aspekte:

- Mathematische Modelle von Menschen, Robotern und der Mensch-Roboter-Interaktion:
- Methoden der Optimierung & optimalen Steuerung zur Bewegungsanalyse, -synthese – regelung und zur inverse Optimalsteuerung
- Kombination von Optimierung mit modellfreien Ansätzen zur adaptiven Bewegungsregelung
- Erforschung von datengesteuerten Ansätzen zur Bewegungsklassifizierung und Komponentenbeschreibung.

// **Kooperationen**

Durch den Canada Excellence Research Chair von Katja Mombaur besteht eine enge Vernetzung mit dem Team an der University Waterloo, einer wichtigen

Partnerinstitution des KIT. Außerdem betreiben wir viele interdisziplinäre Kooperationen mit Partnern aus Medizin, Sportwissenschaften, Psychologie, Philosophie, Ethik und Kognitionswissenschaften.

// **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter**

Verwaltungspersonal

Branca da Costa*
Francesca Morreale

Wissenschaftliches Personal

Dr. Marko Ackermann
Dr. Francisco Andrade Chavez*
Dr. Jonas Grosse Sundrup*
Jan Lau
Peter Q. Lee*
Peter Sengjune Lee
Dr. Jonathan Lin*
Anas Mahdi**
Giorgos Marinou***
Christian Mele**
Dr. Mahsa Parsapour*
Sagar Rajendran*
Will Thibault**
Dr. Ilknur Umay*

* HCRMI, University of Waterloo
** Cotutelle PhD KIT / University of Waterloo
*** ORB, Heidelberg University

// **Website**

<https://hcr.iar.kit.edu>



[Prof. Dr. Jörn Müller-Quade // Kryptographie und Sicherheit]

Nach dem Studium der Informatik in Erlangen und Karlsruhe promovierte Jörn Müller-Quade 1998 an der Universität Karlsruhe (TH) im Bereich Computeralgebra und arbeitete von 1999 bis 2001 als Postdoc am Imai-Laboratory der Universität von Tokyo. In den Jahren 2001 bis 2003 leitete er den Karlsruher Teil des BMBF-Verbundprojekts Quantenkryptographie. Als Emmy Noether-Nachwuchsgruppenleiter erforschte er 2003 bis 2008 langfristig sichere Kryptographie.

In den Jahren 2008 und 2014 wurde Jörn Müller-Quade und seiner Arbeitsgruppe der Deutsche IT-Sicherheitspreis für das Wahlverfahren „Bingo Voting“ und das Softwareschutz-Verfahren „Blurry Box“ verliehen. Er wurde 2008 als Experte vom Bundesverfassungsgericht zu Wahlmaschinen angehört. Jörn Müller-Quade trat 2009 die Professur für Kryptographie und Sicherheit am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) an und ist seit 2010 ein Direktor am FZI Forschungszentrum Informatik. Im Jahr 2011 initiierte er das Kompetenzzentrum KASTEL, das 2020 über die Helmholtzgemeinschaft verstetigt wurde. Bei der nationalen Akademie für Technikwissenschaften acatech fungiert er seit 2017 als Sprecher des Themennetzwerks Sicherheit und seit 2018 als Gruppenleiter in der Plattform Lernende Systeme.

Im Dialog mit der Öffentlichkeit über Kryptographie veröffentlichte Jörn Müller-Quade u. a. Werke im Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM) in den Ausstellungen „Future Cinema“, „Lichtkunst aus Kunstlicht“, „Global Control and Censorship“ und „Open Codes“.

// Überblick und Allgemeines

In der Kryptographie und IT-Sicherheit schützt man Systeme vor einem intelligenten Angreifer. Sich lediglich gegen bekannte Angriffe abzusichern, führt nur zu einer kurzfristigen Sicher-

heit, bis neue Angriffe gefunden werden. Wir folgen daher dem Paradigma der beweisbaren Sicherheit: Mathematische Beweise zeigen, dass in einem Modell der Wirklichkeit unter explizit gegebenen Annahmen die klar definierten Sicherheitsziele nicht verletzt werden können. Werden dennoch Angriffe bekannt, so waren das zugrundeliegende Modell oder die verwendeten Annahmen nicht realistisch genug. Mit diesem Erkenntnisgewinn können nun das Modell verbessert oder einige Annahmen verworfen werden.

Ein Ziel unserer Forschung ist es, Protokolle für verteilte Berechnungen auf geheimen Daten zu entwickeln. Verfahren zur sicheren Mehrparteienberechnung (MPC) erlauben es z. B., Statistiken über sensible Daten zu berechnen, ohne die einzelnen Daten zu erfahren. Es ist aber nicht ausreichend, einzelne Bausteine nur für sich genommen zu betrachten. Sicherheitslücken können sich auch aus dem Zusammenwirken von Komponenten eines Systems ergeben. Das „Universal Composability“-Framework (UC) ist ein Sicherheitsmodell, das speziell entwickelt wurde, um eine modulare Herangehensweise zu ermöglichen: Sind einzelne Komponenten als sicher bewiesen, dann bleibt die Sicherheit bewiesenermaßen auch beim Zusammenspiel der Komponenten erhalten.

//

Projekte und Erfolge

Um den starken Begriff der UC-Sicherheit zu erreichen, sind Voraussetzungen notwendig, die oft nicht garantiert werden können. Wir konnten unter der erstmaligen Verwendung von „timed assumptions“ einen UC-ähnlichen Sicherheitsbegriff entwickeln, der im betrachteten Setting bisher nicht erreichte wichtige Eigenschaften hat (TCC 2021).

Im Umfeld der sicheren Mehrparteienberechnungen haben wir auf der PETS 2021 einen Sicherheitsbegriff und ein Protokoll veröffentlicht, das erstmals die Vertraulichkeit und Integrität von Geheimnissen ehrlicher Parteien schützt, selbst wenn diese während der Protokollausführung korumpiert werden. Dies konnte mithilfe von „unhackbaren“ Hardwarebausteinen wie z. B. Datendioden oder Schaltern erreicht werden. Mit MPC oder vertrauenswürdiger Hardware können auf sensiblen Daten sichere Berechnungen durchgeführt werden. Wir haben eine generische Methode für eine privatsphäre-schützende Datenanalyse entwickelt und diese zur Erkennung von Betrug im digitalen Zahlungsverkehr verwendet (PETS 2022).

Der Aspekt der langfristigen Sicherheit gewinnt immer mehr Bedeutung, u. a. durch mögliche Angriffe mit zukünftigen Quantencomputern. Im BMBF-Projekt PQC4MED werden Lösungen zur langfristigen Sicherheit von eingebetteten Systemen in der Medizintechnik erarbeitet. Ein Fokus liegt auf der Modellierung von atomaren Updates der einzelnen Komponenten auf quanten-resistente Kryptographie. Mit Hilfe von post-quanten-sicheren Verschlüsselungsverfahren haben wir eine effiziente Konstruktion eines neuen beweisbaren Sicherheitsbegriffs für kryptographische Authentifikation gefunden (PKC 2022).

Im BMBF-Projekt VE-ASCOT sind wir dabei eine „Chain of Trust“ Plattform zu entwickeln, die eine vertrauenswürdige Produktionskette und eine sichere Inbe-

triebnahme von Halbleiterkomponenten ermöglicht.

Gemeinsam mit SAP SR entwickeln wir im Projekt „Secure Federated Machine Learning“ ein Protokoll, mit dem ein neuronales Netz so auf Trainingsdaten mehrerer Parteien trainiert werden kann, dass die Daten jeder Partei vor den anderen Parteien geheim bleiben.

// Ausgewählte Publikationen

W. Beskorovajnov, F. Dörre, G. Hartung, A. Koch, J. Müller-Quade, T. Strufe: Contra Corona: Contact Tracing against the Coronavirus by Bridging the Centralized-Decentralized Divide for Stronger Privacy. ASIACRYPT 2021, Ed.: M. Tibouchi, Vol. 2, 665–695, Springer Verlag.

W. Beskorovajnov, R. Gröll, J. Müller-Quade, A. Ottenhues, R. Schwerdt: A New Security Notion for PKC in the Standard Model: Weaker, Simpler, and Still Realizing Secure Channels. PKC 2022, Ed.: G. Hanaoka. Vol. 2, 316–344, Springer Verlag.

B. Broadnax, A. Koch, J. Mechler, T. Müller, J. Müller-Quade, M. Nagel: Fortified Multi-Party Computation: Taking Advantage of Simple Secure Hardware Modules. PETS 2021 (4), 312–338.

B. Broadnax, J. Mechler, J. Müller-Quade: Environmentally Friendly Composable Multi-party Computation in the Plain Model from Standard (Timed) Assumptions. TCC 2021, Ed.: K. Nissim, Vol. 1, 750–781, Springer Verlag.

V. Fetzer, M. Keller, S. Maier, M. Raiber, A. Rupp, R. Schwerdt: PUBA: Privacy-Preserving User-Data Bookkeeping and Analytics. PETS 2022 (2), 447–516.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Carmen Manietta

Wissenschaftliches Personal

Dr. Thomas Agrikola
Saskia Bayreuther
Laurin Benz
Robin Marius Berger
Felix Dörre
Valerie Fetzer
Clemens Friedrich Fruböse
Dr. Willi Geiselman
Michael Kloob
Dr. Alexander Koch
Sven Maier
Jeremias Mechler
Augusto Modanese
Astrid Ottenhues
Markus Raiber
Rebecca Schwerdt
Marcel Tiepelt
Dr. Thomas Worsch

Technisches Personal

Holger Hellmuth

// Website
crypto.iti.kit.edu



**[Prof. Dr. Bernhard Neumair //
Management komplexer IT-Systeme
(Am Steinbuch Centre For Computing)]**

Bernhard Neumair studierte an der TU München Informatik und Elektrotechnik, promovierte dort mit einem Thema aus dem Bereich Netzmanagement und war anschließend wissenschaftlicher Assistent an der LMU München. In den Folgejahren war er in mehreren Wirtschaftsunternehmen verantwortlich für Planung und Realisierung von Kommunikationslösungen und netznahen Anwendungen für Großkonzerne und später für Design und Realisierung eines internationalen Telekommunikationsnetzes. In 2003 wurde er auf einen Lehrstuhl für praktische Informatik an der Universität Göttingen berufen und mit der Geschäftsführung der GWDG mbH betraut. Im Jahr 2010 wechselte er dann an das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) als Technisch-Wissenschaftlicher Direktor des Steinbuch Centre for Computing (SCC) und Professor für das Management komplexer IT-Systeme an der KIT-Fakultät für Informatik. Seit Oktober 2013 ist er geschäftsführender Direktor des SCC. Mit den Vorlesungen „Data and Storage Management“ und „Integriertes Netz- und Systemmanagement“ verbindet er das Rechenzentrum mit der Lehre für die Studiengänge Informatik und Informationswirtschaft. Von 2005 bis 2014 war er Mitglied im Verwaltungsrat und stellvertretender Vorsitzender des DFN-Vereins und seit 2006 Vorsitzender des Betriebsausschusses. Im Jahr 2003 wurde er in den beratenden Ausschuss für EDV-Anlagen der Max-Planck-Gesellschaft und im Jahr 2012 in den Fachbeirat der Technischen Informationsbibliothek Hannover berufen.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur Management komplexer IT-Systeme ist eng mit dem Steinbuch Centre for Computing (SCC) verknüpft. Das SCC ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung und das Informationstechnologiezentrum des

KIT. Es bietet ein breit gefächertes Dienstleistungsangebot in allen Bereichen der Informationsversorgung für die Studierenden und Beschäftigten und plant und betreibt die IuK-Infrastruktur und zentrale Anwendungen wie z. B. die ERP-Systeme und das Campusmanagement. Weitere Aufgaben stellen der Betrieb von Großgeräten für wissenschaftliches Hochleistungsrechnen und datenintensive Wissenschaften und Forschung auf den Gebieten wissenschaftliches Rechnen und Datenanalyse, Management großskaliger Forschungsdaten und datenintensives Rechnen dar.

// Ergebnisse und Erfolge

Seit dem Jahr 2021 betreibt das SCC ein besonders energieeffizientes Tier-2-Hochleistungsrechnersystem mit mehr als 60.000 Prozessorkernen, 668 GPUs, über 220 Terabyte Hauptspeicher und einer Peak-Leistung von mehr als 17 PetaFLOPS in einem Rechnergebäude am Campus Nord, für das das KIT mit dem deutschen Rechenzentrumspreis in der Kategorie „neu gebaute, energie- und ressourceneffiziente Rechenzentren“ ausgezeichnet wurde. Der Installation mit einem Investitionsvolumen von insgesamt 15 Mio. € ging ein 2-stufiges Antrags- und Begutachtungsverfahren im Forschungsbautenausschuss mit einem folgenden positiven Votum von Wissenschaftsrat und GWK voraus.



Für das Tier-3-HPC-System (bwUniCluster 2.0), das das SCC betreibt, ist eine Erneuerung/Erweiterung in der Beschaffung. Ab der für Q4/2022 geplanten Installation wird das System aus mehr als 60.000 Prozessorkernen, 196 GPUs, über 165 Terabyte Hauptspeicher und mehr als 1 PByte NWMe bestehen. Hierfür wurden in 2018 im Rahmen eines DFG-Begutachtungsverfahrens Fördermittel in Höhe von ca. 2 Mio. € eingeworben.

Gemeinsam mit dem Telecooperation Office (TECO) betreibt das SCC das „Smart Data Innovation Lab“ (SDIL, www.sdil.de) und das „Smart Data Solution Center Baden-Württemberg“ (SDSC-BW, www.sdsc-bw.de). In 2022 wurde eine Verlängerung der Förderung des SDSC-BW durch das MWK um weitere 3 Jahre erreicht. Das vom SCC und der Universität Ulm geleitete Projekt „bwHPC-S5: Scientific Simulation and Storage Support Services“ soll in Baden-Württemberg im Rahmen der HPC-Landesstrategie eine integrierte landesweite Rechen- und Dateninfrastruktur umsetzen und laufend erweitern und optimieren. Nach einer erfolgreichen Evaluierung in 2020 wird das Projekt für weitere 2,5 Jahre durch das MWK gefördert. Eine erfolgreiche Zwischenevaluierung in 2022 hat die Basis für eine erneute Verlängerung der Förderung gelegt. In 2021 konnte das vom SCC koordinierte Projekt bwCampusnetz einge-



worben und gestartet werden, in dem Netzwerkarchitektur und-design für ein Next-Generation-Campusnetz entworfen und prototypisch implementiert werden sollen.

// Ausgewählte Publikationen

P. Tremouilhac, C. Lin, P. Huang, Y. Huang, A. Nguyen, N. Jung, F. Bach, R. Ulrich, B. Neumair, A. Streit, S. Bräse: The Repository Chemotion: Infrastructure for Sustainable Research in Chemistry, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2020

J. Potthoff, P. Tremouilhac, P. Hodapp, B. Neumair, S. Bräse, N. Jung: Procedures for Systematic Capture and Management of Analytical Data in Academia; *Analytica Chimica Acta*: X, Elsevier 2019, DOI:10.1016/j.acax.2019.100007

P. Müller, B. Neumair, H. Reiser, G. Dreo-Rodosek (Hrsg.): Proceedings des 11. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, *Lecture Notes in Informatics*. S. 283, 2018.

P. Krauß, T. Kurze, A. Streit, B. Neumair: A Novel Framework for Simulating Computing Infrastructure and Network Data Flows Targeted on Cloud Computing. In: *Proc. of The Seventh International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization*. Rom, Italien, 2016.

P. Johannes, J. Potthoff, A. Roßnagel, B. Neumair, M. Madiesh, S. Hackel: *Beweissicheres elektronisches Laborbuch – Anforderungen, Konzepte und Umsetzung zur langfristigen, beweiswerterhaltenden Archivierung elektronischer Forschungsdaten und -dokumentation*. Nomos-Verlag, 2013

// Website
scc.kit.edu



[Prof. Dr. Gerhard Neumann // Autonome Lernende Roboter (ALR)]

Gerhard Neumann ist seit 2020 Professor für Autonome Lernende Roboter am Institut für Anthropomatik und Robotik. In seiner Forschung widmet er sich der Entwicklung neuer Methoden des maschinellen Lernens für die Robotik, mit einem Fokus auf Reinforcement Learning und Imitation Learning Methoden.

Gerhard Neumann studierte bis 2005 an der TU Graz an welcher er auch 2012 in der Informatik promovierte. 2011 wechselte er als Post-Doktorand an die TU Darmstadt und wurde dort auch im Jahr 2014 Assistant Professor (W1). Im Jahr 2016 wechselte er als Full Professor and die University of Lincoln. Im Jahr 2019 kehrte er nach Deutschland zurück und wurde auf eine Industry on Campus Professur an der Universität Tübingen berufen, welche vom Bosch Center für Artificial Intelligence finanziert wurde. Im Januar 2020 wechselte er schlussendlich ans KIT als W3 Professor.

Gerhard Neumann hat an mehreren internationalen Projekten zum Thema Robotik und künstliche Intelligenz mitgewirkt oder auch geleitet. Des Weiteren war er Co-Program Chair bei der Conference of Robot Learning (CoRL) 2021 und ist als Area-Chair und Senior Area Chair für Top-Tier Machine Learning und Robotik Konferenzen wie zum Beispiel ICLR, NeurIPS, CoRL und RSS tätig.

// Überblick und Allgemeines

Für den zukünftigen Einsatz von Robotertechnologien müssen Roboter mit sehr vielen Herausforderungen einer realistischen menschlichen Umgebung umgehen können. Die echte Welt ist meist völlig unstrukturiert und besteht aus oft unbekanntem Objekten mit oder auch anderen Agenten wie

zum Beispiel Menschen mit unbekanntem Verhalten.

Eine reine Programmierung des Roboters für solche Umgebungen scheint für solche Anwendungen unrealistisch. Daher entwickelt das ALR neue Lernalgorithmen, welche es einem Roboter erlauben neues Wissen und neue Fähigkeiten mittels der Interaktion mit seiner Umgebung oder auch mit einem menschlichen Lehrer zu erlernen.

// Einblicke in die Forschung

Unsere Forschung konzentriert sich auf die Schnittstellen zwischen Maschinellem Lernen, Robotik, Human-Roboter Interaktion und Computer Vision. Für die Methodenentwicklung fokussieren wir uns auf die folgenden Problemstellungen:

- **Reinforcement Learning (RL):** Hier untersuchen wir wie ein Roboter sein Verhalten selbständig verbessern kann in dem er aus Erfahrungen lernt. RL Algorithmen lassen den Roboter seine Umgebung und seine Aktionen explorieren und geben ständiges Feedback über die Güte des gezeigten Verhaltens.
- **Bewegungsrepräsentationen:** Wir entwickeln neue flexible Methoden, um Bewegungen darzustellen. Hierzu werden in der Regel Bewegungsprimitive verwendet. Unser Ansatz ist es

probabilistische Repräsentationen zu verwenden, welche einerseits auch die Variabilität der Bewegungen modellieren können, aber auch mittels probabilistischer Operationen an die momentane Situation angepasst werden können.

- **Lernen vom Menschen:** Komplexes Verhalten kann oft vom Menschen vorgezeigt werden und der Roboter lernt dieses Verhalten zu reproduzieren. Hier beschäftigen wir uns mit dem Lernen von vielseitigen Demonstrationen, also wenn der Mensch eine Aufgabe auf verschiedene Art und Weisen vorzeigt.
- **Lernen von Modellen:** Hier wollen wir komplexe Dynamik Modelle von nicht Markovschen Systemen, wie zum Beispiel hydraulischen Robotern oder Kontaktmodelle von Robotern lernen. Hierzu verwenden wir neuartige neuronale Netz Architekturen welche Unsicherheiten in die Abschätzung der Dynamik integrieren können.
- **Perzeption:** Wir arbeiten daran, komplexe sensorische Inputs wie zum Beispiel Punktwolken in den Lernprozess des Roboters zu integrieren.

Unsere Vision ist es nicht nur die State-of-the-Art für diese einzelnen Felder des Maschinellen Lernens zu verbessern, sondern wir wollen ein optimales Zusammenspiel dieser Methoden entwerfen, um schlussendlich ein vollkommen autonom lernendes Roboter-System zu erhalten

// Projekte und Erfolge

Der Lehrstuhl hat für seine Veröffentlichungen schon viele Best-Paper Awards und Best-Paper Finalist Auszeichnungen bekommen. In diesem Jahr kam ein Best-Paper Award für die Robotics: Sci-

ence and Systems Konferenz hinzu. Bezüglich Projekte war Gerhard Neumann schon mit mehreren internationalen Konsortien bei der EU oder bei chist-ERA erfolgreich. Anfang nächsten Jahres startet die DFG Forschergruppe "Ertüchtigung unreifer Prozesse", bei dem Gerhard Neumann auch als Co-Sprecher fungiert.

// Ausgewählte Publikationen

What Matters for Meta-Learning Vision Regression Tasks? Gao, N. et al., CVPR, 2022

Push-to-See: Learning Non-Prehensile Manipulation to Enhance Instance Segmentation via Deep Q-Learning, Serhan, B.; et al., ICRA 2022

Specializing Versatile Skill Libraries using Local Mixture of Experts, Celik, O. et al., CoRL 2021

Differentiable Trust Region Layers for Deep Reinforcement Learning, Fabian, O. et. al, ICLR 2021

Residual Feedback Learning for Contact-Rich Manipulation Tasks with Uncertainty, Ranjbar, A. IROS 2021

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Christine Brand

Wissenschaftliches Personal
Philipp Becker
Mevlüt Onur Celik
Philipp Dahlinger
Niklas Freymuth
Maximilian Hüttenrauch
Ge Li
Vaisakh Shaj Kumar
Nicolas Schreiber
Michael Volpp

Technische Mitarbeitende
Andreas Rhein

// **Website**
alr.iar.kit.edu



[Prof. Dr. Jan Niehues // Künstliche Intelligenz für Sprachtechnologien]

Jan Niehues ist Professor für Künstliche Intelligenz für Sprachtechnologien (AI4LT) am Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR). Sein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von Sprachtechnologien mittels künstlicher Intelligenz, im Besonderen Methoden des „Deep Learnings“. Die Forschung umfasst die maschinelle Übersetzung, die Übersetzung gesprochener Sprache, die automatische Spracherkennung sowie die Dialogmodellierung.

Jan Niehues studierte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und promovierte 2014 zum Thema „Adaptation in Machine Translation“. Nach seiner Postdoc Zeit am KIT mit Aufhalten bei LIMSI-CNRS in Frankreich und an der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA war er von 2019-2022 Assistant Professor an der Universität Maastricht. Seit 2022 ist Jan Niehues Professor am KIT und leitet die Gruppe „Künstliche Intelligenz für Sprachtechnologien“.

Jan Niehues hat an dem Erfolg zahlreicher EU-Projekte (Elitr, QT21, EU-BRIDGE) mitgewirkt sowie mehrere Industriekooperationen (Facebook, SAP) koordiniert. Er verfasste bislang über 100 wissenschaftliche Arbeiten. Darüber hinaus ist er einer der Organisatoren der International Conference on Spoken Language Translation (IWSLT) sowie Mitglied in den Programmkomitees von zahlreichen internationalen Konferenzen im Bereich der Verarbeitung natürlicher Sprache.

// Überblick

Die Forschungsgruppe „Künstliche Intelligenz für Sprachtechnologien“ am Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR) entwickelt Sprachtechnologien, die mittels künstlicher Intelligenz eine natürliche Kommunikation zwischen Mensch und Maschine ermöglichen sowie die Kommunikation zwischen Menschen verbessern. Die Forschung umfasst die maschinelle Übersetzung, die Übersetzung gesprochener Sprache, die automatische Spracherkennung sowie die Dialogmodellierung.

// Einblicke in die Forschung

Im täglichen Leben profitieren wir heutzutage schon permanent von Technologie, die die Verarbeitung von natürlicher Sprache verwendet. Wir benutzen z. B. Tools zur automatischen Übersetzung von Text oder Sprache, wenn wir uns im Ausland aufhalten oder benutzen digitale Assistenten um unsere Umgebung zu steuern.

Am AI4LT entwickeln wir Methoden, um den Nutzen dieser Technologie zu erweitern. Dabei erforschen und adaptieren wir Methoden der künstlichen Intelli-

genz, im Besonderen des „Deep Learnings“. Ein Fokus liegt dabei auf der Entwicklung von Methoden, die weniger Daten benötigen. Wir untersuchen zum Beispiel Techniken, um Gemeinsamkeiten zwischen Sprachen zu modellieren. Damit möchten wir nicht mehr nur zwischen den meist verwendeten Sprachen der Welt übersetzen, sondern auch Übersetzung von und nach weniger verbreiteten Sprachen ermöglichen.

Außerdem interessieren wir uns für Methoden, die Systeme der Verarbeitung natürlicher Sprache effizient an die jeweiligen Bedürfnisse der Benutzer und Anwendungen anpassen.

// Projekte

- „Computational Language Documentation by 2015“: In dem DFG-geförderten Projekt entwickeln wir automatische Methoden zur Unterstützung der Dokumentation von Sprachen, die vom Aussterben bedroht sind.
- „Kontext MT“: In Zusammenarbeit mit SAP entwickeln wir Methoden, die kontextuelle Informationen in ein Übersetzungssystem integrieren. Damit möchten wir die Übersetzung von Benutzerschnittstellen verbessern.

// Ausgewählte Publikationen

Liu, Danni, Jan Niehues, James Cross, Francisco Guzmán, und Xian Li. „Improving Zero-Shot Translation by Disentangling Positional Information“. In Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers), 1259–73.

Niehues, Jan. „Continuous Learning in Neural Machine Translation using Bilingual Dictionaries“. In Proceedings of the 16th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (EACL 2021). Kyiv, Ukrain, 2021.

Dinh, Tu Anh, Danni Liu, und Jan Niehues. „Tackling Data Scarcity in Speech Translation Using Zero-Shot Multilingual Machine Translation Techniques“. In ICASSP 2022 – 2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 6222–26, 2022.

Jeuris, Pedro, und Jan Niehues. „LibriS2S: A German-English Speech-to-Speech Translation Corpus“. European Language Resources Association (ELRA), 2022.

Koneru, Sai, Danni Liu, und Jan Niehues. „Unsupervised Machine Translation On Dravidian Languages“. In Proceedings of the First Workshop on Speech and Language Technologies for Dravidian Languages, 55–64. Kyiv.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Silke Dannenmaier (Sekretariat)

Wissenschaftliches Personal
Danni Liu
Sai Koneru
Tu Anh Dinh
Zhaolin Li

// Website

ai4lt.anthropomatik.kit.edu/



[T.T.-Prof. Dr. Peer Nowack // KI in den Klima- und Umweltwissenschaften]

Seit März 2023 leitet Peer Nowack den Lehrstuhl für KI in den Klima- und Umweltwissenschaften. Seine interdisziplinäre Gruppe arbeitet an Methoden des Maschinellen Lernens zur Lösung zentraler Herausforderungen in diesen Wissenschaftsbereichen. Diese Forschung hat zum Beispiel Unsicherheiten in globalen Klimawandelsimulationen anhand von Satellitendaten reduziert.

Vor seinem Ruf ans KIT hatte Peer Nowack über 10 Jahre im Ausland studiert, gelehrt und geforscht. Nach einem Studium der Interdisziplinären Naturwissenschaften an der ETH Zürich (Schweiz), promovierte er im Bereich der numerischen Klimamodellierung an der University of Cambridge (UK). Kurz darauf, von 2017 bis 2021, übernahm er die Leitung einer Nachwuchsforschungsgruppe zum Thema „Machine learning to advance climate science“ am Imperial College London (UK). Schon im Januar 2020 nahm er gleichzeitig ein permanentes Lectureship in „Atmospheric Chemistry and Data Science“ an der University of East Anglia (UK) an, wo er bis zu seinem Übergang ans KIT lehrte und forschte. Im Sommer 2022 war er Gastforscher am National Center for Atmospheric Research (USA).

Für seine Forschung erhielt Peer Nowack mehrere nationale und internationale Forschungspreise, inklusive zweier Auszeichnungen für herausragende Leistungen im Doktorat von der University of Cambridge und zwei Outstanding Student Paper Awards bei den jährlichen Fall Meetings der American Geophysical Union.

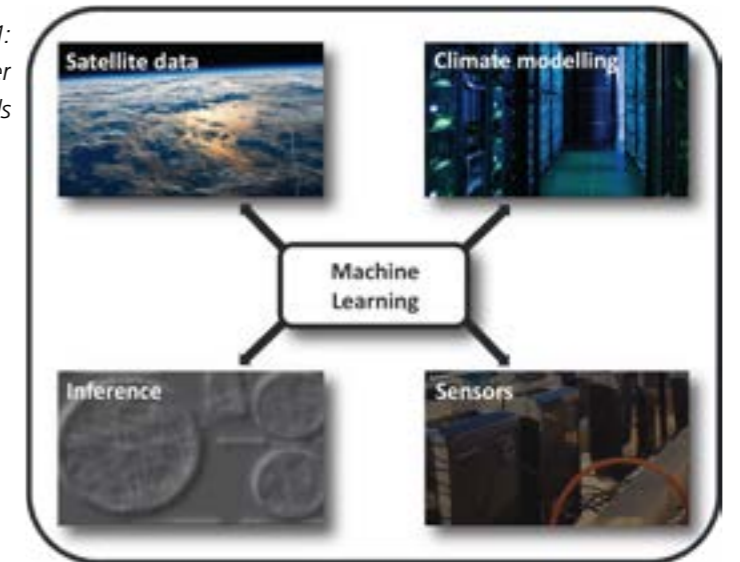
// Einblicke in die Forschung

Unser Lehrstuhl arbeitet an einer Reihe von hochaktuellen Themen in der Klima- und Umweltforschung, gegliedert in vier Bereiche (Abb. 1).

Maschinelles Lernen (ML) um Unsicherheiten in Vorhersagen des Klimawandels zu reduzieren („Satellite Data“). Klimawandelvorhersagen von z.B. regionalen Temperaturveränderungen sind immer noch von großen Modellunsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten zu verringern ist eine der größten Herausforderungen der Klimawissenschaft. Wir entwickeln neue Methoden welche ML, Klimamodelle und Satellitendaten kombinieren, um diese Unsicherheiten zu reduzieren. Diese Forschung beschäftigt sich nicht nur mit Temperaturveränderungen an der Erdoberfläche, sondern u.a. auch mit Veränderungen in der Stratosphäre, welche die lebenswichtige Ozonschicht der Erde beheimatet.

ML für die Klimamodellierung („Climate Modelling“). Globale Klimamodelle, die für Klimawandelvorhersagen gebraucht werden, zielen darauf ab die hauptsächlich physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse des Klimasystems zu repräsentieren. Ein wichtiger Flaschenhals in Anwendungen ist ihr hoher Rechenaufwand: für viele Klima-

Abb.1: Übersicht der vier Forschungsbereiche des Lehrstuhls



prozesse reichen selbst die schnellsten Supercomputer auf absehbare Zeit nicht aus um sie global überall aufzulösen (z.B. Wolkenbildung). Mittels ML arbeiten wir daran Klimamodelle besser, schneller und somit auch energieeffizienter zu machen. Zum Beispiel entwickeln wir neue ML-Parametrisierungen um besonders rechenaufwändige aber wichtige Modellkomponenten zu ersetzen. Darüber hinaus arbeiten wir an ML-basierten Ersatzsimulatoren ganzer Klimamodelle. Einmal trainiert, können diese schnell eine große Anzahl von Szenarien für die wichtigsten Vorhersagevariablen simulieren, zu einem Bruchteil der Kosten des eigentlichen Klimamodells.

ML für das Verständnis des Klimasystems („Inference“). Die Unterscheidung kausaler Wechselwirkungen von reinen Korrelationen in Daten ist eine der Schlüsselfragen in vielen Forschungsbereichen, wie eben der Klimawissenschaft. In der Wetter- und Klimaforschung werden z.B. wichtige dynamische Wechselwirkungen zwischen Wetterextremen oft mittels einfacher Korrelationen studiert. Hier bieten insbesondere die Erklärbare KI und Kausalitätsalgorithmen einen Mittelweg um das System in größerer Komplexität zu studieren, aber immer noch in der Lage zu sein die gefundenen Interaktionen wissenschaftlich zu erklären.

ML für bessere Messungen der Umwelt („Sensors“). Luftverschmutzung (z.B. Ozon, Stickoxide, Aerosolpartikel) ist weiterhin das Umweltproblem mit den größten Folgen für die öffentliche Gesundheit in Europa. Akkurate Messungen und schnelle Vorhersagen von extremen Luftverschmutzungsepisoden sind daher von großer praktischer Bedeutung. Wir entwickeln ML-basierte

Methoden um (a) Messgeräte der Luftverschmutzung zu verbessern und (b) empirische Modelle zur Vorhersage und zum Verständnis von Luftverschmutzung zu entwickeln.

// Ausgewählte Publikationen

Nowack P. et al. (2023). Response of stratospheric water vapour to warming constrained by satellite observations, *Nature Geoscience*, doi:10.1038/s41561-023-01183-6.

Ceppi P. and Nowack P. (2021). Observational evidence that cloud feedback amplifies global warming, *PNAS* 118, e2026290118, doi:10.1073/pnas.2026290118.

Nowack P. et al. (2020). Causal networks for climate model evaluation and constrained projections, *Nature Communications* 11, 1415, doi:10.1038/s41467-020-15195-y.

Runge J., Nowack P., et al. (2019). Detecting and quantifying causal associations in large nonlinear time series datasets, *Science Advances* 5, eaau4996, doi:10.1126/sciadv.aau4996.

Nowack P. et al. (2018). Using machine learning to build temperature-based ozone parameterizations for climate sensitivity simulations, *Environmental Research Letters* 13, 104016, doi:10.1088/1748-9326/aae2be.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Astrid Hopprich

Wissenschaftliches Personal
Sarah Berk
Yiling Ma
Xiang Weng
Sophie Wilkinson
Dr. Sarah Wilson-Kemsley

// Website
ki-klima.iti.kit.edu



[Prof. Dr. Andreas Oberweis // Betriebliche Informationssysteme]

Andreas Oberweis ist Professor am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) und Mitglied der kollegialen Institutsleitung. Daneben ist er Direktor und wiss. Vorstand im FZI Forschungszentrum Informatik. Er wurde 1990 an der Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität Mannheim mit einer Dissertation zum Thema Zeitstrukturen für Informationssysteme promoviert. 1995 hat er sich habilitiert in Angewandte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH).

Er war bis 2020 Mitglied in der KIT PLUS Kommission zur internen Evaluation der Studiengänge am KIT und ist seit 2014 Mitglied im Bereichsrat des Bereichs II - Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft. An der Hector School of Engineering and Management ist er Programmdirektor für das englischsprachige berufsbegleitende Masterprogramm Information Systems Engineering and Management.

Er ist Mitglied im Editorial Board der Zeitschrift „Information Systems and E-Business Management“, Associate Editor der Zeitschrift „Enterprise Modelling and Information Systems Architectures“ sowie Herausgeber der GI-Edition „Lecture Notes in Informatics LNI“ und war bis 2021 Mitglied im Department Editorial Board „Business Process Management“ der Zeitschrift „Business & Information Systems Engineering“.

Er ist Mitgründer mehrerer Unternehmen im IKT-Bereich.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe Betriebliche Informationssysteme untersucht Fragestellungen an der Schnittstelle zwischen Softwaretechnik und Business Process Engineering.

Im Schwerpunkt Process Mining befassen wir uns mit der Modellierung, Analyse und Verbesserung von Geschäftsprozessen. Dabei werden Sprachen, Methoden und Werkzeuge entwickelt, um den gesamten Lebenszyklus betrieblicher Abläufe mit innovativen Informations- und Kommunikationstechnologien zu unterstützen.

Ein Fokus im Bereich Business Process Engineering ist die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, also die Berücksichtigung von Anforderungen der ökologischen, sozialen und ökonomischen Dimension bei der Gestaltung von Prozessen und Systemen.

Der Schwerpunkt Prozessgestützte Robotik umfasst die Gestaltung und Evaluation von Prozessen, in denen Roboter Arbeitsabläufe unterstützen. In diesem Rahmen werden mithilfe von KI-Methoden insbesondere kollaborative Anwendungsfelder für die Interaktion zwischen Mensch-Maschine und Maschine-Maschine betrachtet.

Im Schwerpunkt Informationssicherheitsmanagement wird untersucht, wie mehrseitige IT-Sicherheit gefördert werden kann. Ein Fokus liegt auf der Unterstützung der Schutzziele Vertraulichkeit, Zurechenbarkeit, Integrität, Verfügbarkeit und Rechtsverbindlichkeit durch spezielle Konzepte der Geschäfts-

prozessmodellierung, -gestaltung und -analyse.

Innovative digital unterstützte Lehr- und Lernkonzepte werden entwickelt, um neue Erkenntnisse aus der Hochschuldidaktik sowie aktuelle Technologien nutzbringend in die hochschulinternen Prozesse einzubinden.

// Projekte und Erfolge

Die Forschungsgruppe ist seit 2021 in der Nationalen Klimaschutzinitiative im Projekt Scope3transparent aktiv. Ziel ist die Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Elektronik- und IT-Industrie. Dazu werden u. a. Treibhausgasemissionen komplexer Produkte quantifiziert, um effektive CO₂-Ziele zu ermöglichen.

Das vom BMBF geförderte Verbundprojekt *KEA-Mod* hat zum Ziel, ein digitales Fachkonzept zu entwickeln, das Lehrveranstaltungen zur Modellierung (z. B. UML, BPMN oder Petri-Netze) qualitativ verbessert. Dazu werden bestehende Werkzeuge wie Aufgabengeneratoren, Feedback- und Bewertungssysteme in einer E-Assessment-Plattform zusammengeführt.

Im Rahmen der *Scientific Data Center Initiative* des Landes Baden-Württemberg werden in Kooperation mit Partnern am KIT Möglichkeiten zur Verbesserung des Forschungsdatenmanagements im Bereich von Chemie und Materialwissenschaften untersucht. Dabei konzentrieren wir uns auf die KI-gestützte Generierung von Texten zur Beschreibung der Forschungsexperimente.

In dem vom BMWK geförderten Projekts *SofDCar* werden zusammen mit einer Vielzahl von Projektpartnern die Herausforderungen von software-basierten Fahrzeugen adressiert. Wir konzentrieren wir uns dabei auf fahrzeugübergreifende Prozesse, die mit Methoden des Process Mining analysiert werden sollen.

Andreas Oberweis wurde 2020 als Fellow der Gesellschaft der Informatik (GI e. V.) ausgezeichnet.

// Ausgewählte Publikationen

D. Frister, A. Oberweis, A. Goranov: Automated Testing of Mobile Applications Using a Robotic Arm, in: H.R. Arabia, L. Deligiannidis, F.G. Tinetti, Q. Tran (Eds.): Proc. Int. Conf. on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), IEEE, Las Vegas/USA, 2020, S. 1729–1735

M. Ullrich, M. Forell, C. Houy, P. Pfeiffer, S. Schüler, T. Stottrop, B. Willems, P. Fettke, A. Oberweis: Platform Architecture for the Diagram Assessment Domain, in: S. Götz, L. Linsbauer, I. Schaefer, A. Wortmann (Hrsg.): Proc. Software Engineering Satellite Events, LNI, 2021, S. 1–8

S. Alpers, T. Karle, C. Schreiber, F. Schöthaler, A. Oberweis: Process Mining bei hybriden Vorgehensmodellen zur Umsetzung von Unternehmenssoftware, in: Informatik Spektrum 44/3, Springer, 2021, S. 178–189

M. Take, S. Alpers, C. Becker, C. Schreiber, A. Oberweis: Software Design Patterns for AI-Systems, in: A. Koschmider, J. Michael (Hrsg.): Proc. 11th International Workshop on Enterprise Modeling and Information Systems Architectures, Kiel, 2021, S. 30–35

A. Schoknecht, T. Thaler, R. Laue, P. Fettke, A. Oberweis: Process Model Similarity Techniques for Process Querying, in: A. Polyvyanyy (Ed.): Process Querying Methods, Springer, 2022, S. 459–478

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Hannah Chipaux
Rita Schmidt
Nancy Fischer (Auszubildende)

Wissenschaftliches Personal

Sascha Alpers
Christoph Becker
Alexander Dregger
Martin Forell
Demian Frister
Andreas Fritsch
Florian Lösch (extern)
Gökhan Özcan (extern)
Fabian Rybinski
Max Sauer
Gunther Schiefer
Clemens Schreiber
Selina Schüler
Marius Take
Meike Ullrich
Alexandra Wins
Tanja Zylowski

Technische Mitarbeitende

Markus Zaich
André Harendt (Auszubildender)
Abdulmalek Kundakji (Auszubildender)
Louis Niederhoff (Auszubildender)
Tim Tschernich (Auszubildender)

// Website

aifb.kit.edu/web/bis



**[André Platzer //
Alexander von Humboldt-Professur
für Logik autonomer dynamischer
Systeme]**

André Platzer hat die Alexander von Humboldt-Professur für Logik autonomer dynamischer Systeme inne, leitet das Institut für Verlässlichkeit autonomer dynamischer Systeme und ist Professor of Computer Science an der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA.

Er studierte von 1999 bis 2004 Informatik an der Universität Karlsruhe (TH), promovierte 2008 in Informatik an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, und wurde gleich darauf als Assistant Professor of Computer Science an die Carnegie Mellon University berufen, wo er 2014 Associate Professor und 2020 Full Professor wurde. Seit 2022 ist er Alexander von Humboldt Professor am KIT. 2015 war er Gastprofessor an der Cornell University, USA, 2019 Humboldt-Stipendiat und DFG Mercator Fellow an der TU München.

André Platzer ist Autor des Buchs Logical Analysis of Hybrid Systems und des Lehrbuchs Logical Foundations of Cyber-Physical Systems, welches über 1.8 Millionen Downloads bei Springer verzeichnet. Er verfasste über 100 wissenschaftliche Arbeiten und hält zwei zentrale Patente zur cyber-physical systems safety. Seine Dissertation wurde mit dem ACM Doctoral Dissertation Honorable Mention Award ausgezeichnet. Schon 2009 galt er laut Popular Science Magazine als einer der zehn besten Nachwuchswissenschaftler und 2010 laut IEEE Intelligent Systems als einer der zehn besten KI Wissenschaftler. André Platzer erhielt 2011 den NSF CAREER Award, und wurde 2022 mit der Alexander von Humboldt Professur für KI ausgezeichnet.

// Überblick und Allgemeines

André Platzer entwickelt mit seiner Alexander von Humboldt Professur Logik autonomer dynamischer Systeme die logischen Grundlagen von

Cyber-Physical Systems (CPS), um die Frage zu beantworten, wie man Computern vertrauen kann physikalische Prozesse zu steuern. Die Lösung dieser Herausforderung ist der benötigte Schlüssel für Computerunterstützung in lebenswichtigen Bereichen wie Automobil, Flugzeug, und Zugsystemen, sowie der Robotik. Professor Platzer entwirft dazu Programmiersprachen mit Logiken, die Beweise als Korrektheitsgarantien liefern. Er verfolgt Theorie, Praxis und Anwendung.

Zentraler Dreh- und Angelpunkt der zentralen Fragen ist, dass man die Interaktion des diskreten Steuerungsalgorithmus mit dem daraus resultierenden kontinuierlichen Verhalten des physikalischen Systems verstehen muss. Professor Platzer entwickelt hierzu Programmiersprachen zur kompositionellen Beschreibung solcher Systeme und Logiken zur kompositionellen Analyse der Korrektheitsfragen für die resultierenden hybriden Programme. Logik spielt dabei die zentrale Rolle, um die Analyse des Gesamtsystems per Analyse der jeweiligen Teilprogramme beantworten zu können. Eine der fundamentalsten Entdeckungen hinter Prof. Platzers Differential Dynamic Logic ist dabei, dass Eigenschaften globalen Verhaltens der zentralen dynamischen Systeme rein aus der Logik der lokalen Veränderungen analysiert werden können, ohne die Dynamik lösen zu müssen. Das realisiert einen wichtigen Teil von Henri Poin-

carés Ziel aus dem Jahre 1881, Differentialgleichungen ohne Studium derer meist viel schwierigeren Lösungen verstehen zu können. Allgemeiner ermöglichen die differentiellen dynamischen Logiken korrekte globale Vorhersagen über das zukünftige Verhalten von sogenannten mehrdynamischen Systemen, die etwa diskrete Dynamik, kontinuierliche Dynamik, oder spieltechnische Dynamik miteinander kombinieren.

Diese theoretischen Prinzipien werden in dem Theorembeweiser KeYmaera X praktisch umgesetzt, in dem zahlreiche algorithmische Fragen, Fragen des automatischen Beweisens, und Fragen der Konstruktion von Verifikationswerkzeugen verfolgt werden. Die grundlegende Entdeckung ist, dass uniforme Substitution gepaart mit logischen Verallgemeinerungen von Differentialformen ein sehr elegantes Beweisprinzip ermöglicht, bei dem syntaktische Substitutionen, z. B. von Termen für Funktionssymbole, einfacher logischer Axiome zur Korrektheit ausreichen. Da die Korrektheit von CPS so wichtig ist, ist es die Korrektheit von CPS Analysewerkzeugen erst recht. Uniforme Substitution ermöglicht einen ganz einfachen Beweismikrokern auf dem die Korrektheit basiert.

Wichtige Anwendungen, die in Prof. Platzers Gruppe verfolgt werden umfassen etwa Flugzeugsteuerungen, Zugsteuerungen oder Anwendungen im Automobilbereich und der Robotik. Im Zuge dieser Forschung wurden 15 Milliarden Fehler in der halben Billion Regionen des Next-generation Airborne Collision Avoidance System (ACAS X) gefunden, das von der Federal Aviation Authority (FAA) und MIT Lincoln Labs als Ersatz für das auf fast allen kommerziellen Flugzeugen vorgeschriebene TCAS System entwickelt wurde.

// Ergebnisse und Erfolge

Logische Vollständigkeit (und damit Entscheidbarkeit im semialgebraischen

Fall) wurde für Invarianten von Differentialgleichungen bewiesen. Der ODE Invariantengenerator Pegasus erblickt das Licht der Welt und verändert wie automatisch Differentialgleichungen beweisbar sind. Sowohl Stabilitätsfragen für switched systems als auch verifizierte Entscheidungsprozeduren für reelle Arithmetik wurden bewiesen. Bei letzterem wurden hunderte Widersprüche in unverifizierten Tools gefunden. Sowohl kollisionsfreies Fahren für mobile Roboter als auch kollisionsfreies Fliegen trotz Intruder Flugzeugen wurden bewiesen.

// Ausgewählte Publikationen

A. Platzer, Y. K. Tan: Differential equation invariance axiomatization. J. ACM 67(1), 2020.

A. Platzer: Logical Foundations of Cyber-Physical Systems. Springer, 2018.

A. Platzer: A complete uniform substitution calculus for differential dynamic logic. J. Autom. Reas. 59(2), 2017.

A. Sogokon, S. Mitsch, Y. K. Tan, K. Cordwell, A. Platzer: Pegasus: Sound continuous invariant generation. Form. Methods Syst. Des. 58(1), 2022.

Y. K. Tan, S. Mitsch, A. Platzer: Verifying switched system stability with logic. HSCC 2022.

K. Cordwell, Y. K. Tan, A. Platzer: A verified decision procedure for univariate real arithmetic with the BKR algorithm. ITP 2021.

S. Mitsch, K. Ghorbal, D. Vogelbacher, A. Platzer: Formal verification of obstacle avoidance and navigation of ground robots. I. J. Robotics Res. 36(12), 2017.

R. Cleveland, S. Mitsch, A. Platzer: Formally verified next-generation airborne collision avoidance games in ACAS X. ACM Trans. Embed. Comput. Syst.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal

Noah Abou El Wafa
Jonathan Laurent
Marvin Brieger (LMU)
Katherine Cordwell (CMU)
Aditi Kabra (CMU)
Long Qian (CMU)
Dr. William Simmons (CMU)

// Website

logic.kastel.kit.edu/



[Prof. Dr. Hartmut Prautzsch // Geometrieverarbeitung]

Hartmut Prautzsch studierte von 1978 bis 1983 Mathematik an der Technischen Universität Braunschweig und promovierte dort 1984 bei Wolfgang Boehm über geometrische Konstruktionen für multivariate Splines. 1986 bis 1987 war er Postdoctoral and Junior Research Fellow am IBM Research Laboratory in Yorktown Heights, wo er zusammen mit Charles Micchelli Grundlagen für die Theorie der stationären Unterteilungsalgorithmen entwickelte. In der Folgezeit arbeitete er als Assistant Professor am Center for Applied Geometry im Mathematics Department des Rensselaer Polytechnic Institutes in Troy, N.Y., bis er 1990 eine Professur für Informatik der damaligen Universität Karlsruhe (TH) antrat.

Von 1992-2003 gehörte er dem Direktorium des Instituts für Wissenschaftliches Rechnen und Mathematische Modellbildung am KIT an. Als Nachfolger von Josef Hoschek führte er die Zeitschrift „Computer Aided Geometric Design“ von 2002-2014 zusammen mit Gerald Farin als Co-Editor-in-Chief.

Für seine Beiträge im Gebiet des Geometrischen Modellierens, der B-Spline- und Bézier-Techniken, der Subdivisionsalgorithmen, sowie der glatten Freiformflächen erhielt er 2007 den John Gregory Memorial Award und wurde 2016 zum Pioneer der Solid Modeling Association ernannt. Zurzeit ist er Vorsitzender der SIAM Activity Group Geometric Design. Seine Bücher „Geometric Concepts for Geometric Design“, „Numerical Methods“ und „B-Spline and Bézier Techniques“ sind ins Spanische und Indische übersetzt worden.

// Überblick und Allgemeines

Der Lehrstuhl Geometrieverarbeitung (CAGD) befasst sich mit der algorithmischen und numerischen Lösung geometrischer Probleme wie sie im Maschinenbau, der Computergraphik, Robotik, Bildanalyse, Geographie, Architektur usw. vorkommen. Primär interessieren die Darstellung, Modellierung, Auswertung, Analyse, Rekonstruktion und Simulation von Kurven, Flächen und räumlichen Objekten. Zu diesem Zweck werden insbesondere Splines, polygonale Netze und Unterteilungsalgorithmen untersucht.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Entwicklung effizienter Methoden zur Darstellung beliebig glatter und nach gegebenen Gütekriterien optimaler Freiformflächen (class A surfaces) durch geschickt gewählte Umparametrisierungen geringen Grades oder Überblendungsverfahren. Gradabschätzungen und die Suche nach geometrisch und für den interaktiven Entwurf bedeutsamen Basen mit numerisch günstigen Eigenschaften stehen dabei im Vordergrund.

Ein zweiter Fokus der Arbeiten liegt auf der Konstruktion und Analyse von Unterteilungsalgorithmen, zum einen für reguläre Kontrollnetze und zum anderen für beliebige Netze mit singulären Punkten, für die die Analyse und Konstruk-

tion von Algorithmen für beliebig glatte und artefaktlose Flächen herausfordernd ist. Neben stationären Algorithmen interessieren nicht-stationäre und Ecken-schnittverfahren.

Diskrete Darstellungen geometrischer Objekte in verschiedensten Anwendungen, sowie Berechnungen von Simulationen, hochgenau für Verzahnungen und Fertigungsprozesse oder physikalisch plausibel für Anwendungen der Computergaphik, bilden ein drittes Arbeitsfeld. Im Einzelnen gehören z. B. dazu: Abstandsberechnungen, Metamorphosen (morphing), Netzvereinfachungen, Flächen- und Texturintegration bei der Rekonstruktion mit 3D-Scannern, impulsbasierte Dynamiksimulation mit Volumenerhaltung, Flüssigkeitssimulationen, Hüllflächenberechnungen von bewegten Rotationskörpern, FE-Schwingformen, Auffaltungen und Segmentierungen von Dreiecksnetzen oder deren diskreten differentialgeometrischen Eigenschaften.

// Projekte und Erfolge

Das Honigwabenschema ist das bislang einzige konvexitätserhaltende C1-Interpolationsschema für geschlossene Flächen. Sein Nachteil, Flächen mit planaren Segmenten zu erzeugen, konnte durch Kombination mit einer Dualisierung behoben werden. Mithilfe von Variationsmethoden konnten zudem visuell deutlich bessere konvexitätserhaltende C1-Interpolationsschemata entwickelt werden, die es u. a. erlauben, Kugeln zu reproduzieren.

Seit 25 Jahren ist die Klasse der C1-Eckenschnittverfahren für Kurven komplett bekannt. Für Flächen gab es außer Gegenbeispielen noch keine Ergebnisse.

Es gelang, die Ergebnisse für Kurven auf Flächen zu übertragen und drei C1-Verfahren für Flächen anzugeben.

Für rationale Splineorbifaltigkeiten wurden erstmals Konstruktionen entwickelt, mit denen sich T-Spline-Orbifaltigkeiten mit Tensorproduktsegmenten oder sogar Segmenten beliebiger bauen, sowie zugehörige projektive Strukturen direkt aus Dreiecksnetzen durch Minimierung einfacher trilinearere Bedingungen berechnen lassen.

Achterbahnen genügen komplexen Randbedingungen, die bislang nicht ohne Benutzerinteraktion gelöst werden können. In einer industriellen Kooperation werden Algorithmen entwickelt, die diesen Benutzeranteil weiter verringern.

In einer Kooperation mit der Architektur werden Algorithmen entworfen, um Bestandsbauten auf ihr Umnutzungspotential hin zu analysieren.

// Ausgewählte Publikationen

H. Meng, H. Prautzsch, Mixed honeycomb pushing refinement, Computer Aided Geometric Design, Volume 75, 2019.

J. Yuan, G. Chen, H. Li, H. Prautzsch, K. Xiao: Accurate and Computational: A review of color reproduction in Full-color 3D printing, Materials & Design, Volume 209, 2021.

C. Beccari, H. Prautzsch: Quadrilateral orbifold splines. to appear in C. Manni and H. Speleers (eds.), Geometric Challenges in Isogeometric Analysis, Springer INdAM Series 49, 2022.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Diana Kheil

Wissenschaftliches Personal
Stephan Alt
Maximilian Eifried
Jasmin Hoffmann
Yijun Xu

// Website
geom.ivd.kit.edu



**[Prof. Dr. Ralf Reussner //
DSiS – Dependability of
Software-intensive Systems group**

Ralf Reussner studierte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) 1992–1997 und promovierte am dortigen Informatik-Graduiertenkolleg 2001 mit einer Arbeit über Software-Komponenten. Nach seiner Tätigkeit als Projektleiter bei der Firma DSTC Pty Ltd. in Melbourne leitete er 2003–2008 als Juniorprofessor die DFG-Emmy Noether-Nachwuchsgruppe „Palladio“. Im Alter von 33 Jahren erhielt er einen Ruf auf eine Software-Technik-Professur an der Univ. Karlsruhe (TH), heute KIT. Reussner publizierte international über 150 Artikel. Er ist Gründer der „International Conference on the Quality of Software Architecture“ (QoSA). Als Bereichsvorstand des Oldenburger Forschungsinstituts für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS) 2004-2005 und seit 2006 als Direktor des FZI berät Reussner zahlreiche Industriepartner im Bereich des Software-Entwurfs und -Qualitätsbewertung. In der Gesellschaft für Informatik (GI) war Reussner Mitglied des Präsidiums 2007–2011 und Gründer und Sprecher des GI-Arbeitskreises Software-Architektur, den er 2006 in die Fachgruppe Software-Architektur überführte. Er ist Herausgeber des „Handbuchs der Software-Architektur“, seit 2011 Mitherausgeber des Informatik-Spektrums und seit 2013 Vorsitzender des Steuerkreises der deutschen Software Engineering Konferenz der GI. Im Sommer 2006 wurde er als jüngster Direktor des FZI bestellt, war 2012–2017 Sprecher des Vorstandes. Von 2015 bis 2018 war er Koordinator des DFG-Schwerpunktprogramms 1593 „Design for Future“.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur Dependability of Software-intensive Systems von Prof. Reussner arbeitet an der ingenieurwissenschaftlichen Fundierung des Software-Entwurfs. Dazu gehört die Erforschung des Einflusses der Soft-

ware-Architektur auf Qualitäten wie Performanz, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Wartbarkeit, sowie Verfahren zur Modellierung komplexer softwareintensiver Systeme. Die Professur gliedert sich in fünf Arbeitsgruppen: In der Gruppe Architecture-based Quality Prediction wird der weltweit erste und einzige Software-Architektursimulator „Palladio“ entwickelt, mithilfe dessen schon vor der Implementierung der Software Antwortzeitverhalten, Durchsatz und Ressourcenauslastung vorhergesagt und so Entwurfsentscheidungen bewertet werden können. In der Gruppe Quality-driven System Evolution werden Software-Qualitätsmodelle in drei Dimensionen untersucht: verschiedene (i) Qualitätsmodelle, (ii) Anwendungsdomänen sowie (iii) Phasen des Software-Lebenszyklus. Ziel ist ein besseres Verständnis über die Zusammenhänge von Qualitätsmodellen als Grundlage für leicht anpassbare Modellierungs- und Analysewerkzeuge für Entwicklung, Wartung und Betrieb softwareintensiver Systeme. Die Gruppe View-centric Engineering beschäftigt sich mit Verfahren zur (teil-)automatisierten Konsistenzhaltung von verschiedenen Sichten auf softwareintensive Systeme, die nur mit einer Vielzahl verschiedener Modelle und Sichten entwickelt, gewartet und betrieben werden können. Der Forschungsschwerpunkt der Gruppe Software Security Enginee-

ring ist die Schnittstelle von Software-technik und IT-Sicherheit. Ziel ist die Bereitstellung von Prozessen, Methoden und Werkzeugen, die Softwareentwickler bei der Erreichung spezifischer Schutzziele unterstützen. Die Gruppe Software and Language Product Lines befasst sich mit Konzepten und Werkzeugen, die das Management von sowohl Varianten als auch Versionen der verschiedenen heterogenen Artefakte der Software-Entwicklung ermöglichen.

// Ergebnisse und Erfolge

Palladio wurde erweitert, um die Vertraulichkeit von Systemen schon in frühen Entwurfsphasen modellieren und analysieren zu können. Weiterhin wurde ein Verfahren entwickelt, mittels dessen Wissen über eine Software-Architektur genutzt werden kann, um den Überblick über moderne Anwendungen zu behalten, während sich diese dynamisch verändern. Das am Lehrstuhl entwickelte Werkzeug „Vitruvius“ bietet (semi-)automatische formalisierte Methoden und Sprachen, um Konsistenz zwischen verschiedenen Artefakten der Software-Entwicklung sicherzustellen sowie verschiedenen Interessenvertreter nur für sie relevante Informationen über das System anzuzeigen.

Mehrere Papiere von DSiS-Mitgliedern und Alumni wurden mit einem Most Influential Paper Award ausgezeichnet: 2019 vom Journal of Systems and Software für eine Publikation über Palladio, 2020 von der ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering, 2021 von der IEEE International Conference on Software Architecture und 2022 von der MODELLIERUNG 2022. Des Weiteren erhielt DSiS-Mit-

glied Sebastian Hahner einen VKSI-Förderpreis 2021 für seine Masterarbeit.

Ralf Reussner war Workshop Chair beim First International Workshop on Properties of Software Engineering Research (PROPSER) 2021.

// Ausgewählte Publikationen

Ananieva, S.; Greiner, S.; Kehrer, T.; Krüger, J.; Kühn, T.; Linsbauer, L.; Grüner, S.; Koziolok, A.; Lönn, H.; Ramesh, S.; Reussner, R.: A conceptual model for unifying variability in space and time: Rationale, validation, and illustrative applications. In: Empirical Software Engineering.

Konersmann, M.; Kaplan, A.; Kuhn, T.; Heinrich, R.; Koziolok, A.; Reussner, R.; Jurjens, J.; al-Doori, M.; Boltz, N.; Ehl, M.; Fuchs, D.; Groser, K.; Hahner, S.; Keim, J.; Lohr, M.; Saglam, T.; Schulz, S.; Toberg, J.-P.: Evaluation Methods and Replicability of Software Architecture Research Objects. In: IEEE 19th International Conference on Software Architecture (ICSA).

Walter, M.; Heinrich, R.; Reussner, R.: Architectural Attack Propagation Analysis for Identifying Confidentiality Issues. In: IEEE 19th International Conference on Software Architecture (ICSA).

Seifermann, S.; Heinrich, R.; Werle, D.; Reussner, R.: Detecting Violations of Access Control and Information Flow Policies in Data Flow Diagrams. In: The journal of systems and software.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Elena Kienhöfer
Claudia Lahr

Wissenschaftliches Personal

Dr. Erik Burger
Dr. Christopher Gerking
Dr. Robert Heinrich
Dr. Heiko Klare
Dr. Thomas Kühn
Sofia Ananieva
Nicolas Boltz
Sebastian Hahner
Jörg Henß
Angelika Kaplan
Sandro Koch
Roman Pilipchuk
Martina Rapp
Frederik Reiche
Timur Saglam
Stephan Seifermann
Max Scheerer
Emre Taspolatoglu
Maximilian Walter
Sebastian Weber
Jan Wittler

// Website

dsis.kastel.kit.edu/



[Prof. Dr. Peter Sanders // Algorithm Engineering]

Peter Sanders studierte und promovierte 1988 bis 1996 an der Universität Karlsruhe (TH). Neben kürzeren Aufenthalten an der North Carolina State University und der Chalmers University in Göteborg war er sieben Jahre am Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken. Seit 2004 hat er einen Lehrstuhl für Theoretische Informatik an der Universität Karlsruhe (jetzt KIT). Er beschäftigt sich mit grundlegenden Algorithmen in Theorie und Praxis, z. B. Sortieren, Datenstrukturen oder Suche nach kürzesten Wegen. Schwerpunkte dabei sind paralleles Rechnen und die Verarbeitung großer Datenmengen. Seine bekanntesten Arbeiten betreffen so verschiedene Themen wie Routenplanung in Straßennetzwerken, Graphpartitionierung, Index-Datenstrukturen, Lastbalancierung, effiziente Kommunikation großer Datenmengen in Netzwerken und ein Lehrbuch über Basisalgorithmen.

Peter Sanders verfasste über 250 wissenschaftliche Arbeiten und wurde u. a. mit dem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der DFG und einem ERC Advanced Grant ausgezeichnet. Er koordinierte das DFG Schwerpunktprogramm Algorithm Engineering und ist derzeit Fachkollegiat der DFG. Seine Beratungstätigkeit reicht von Start-ups bis zu Weltfirmen wie SAP und Google und thematisch von Optimierung, Routenplanung und Suchmaschinen bis zu skalierbaren numerischen Algorithmen und Basisalgorithmen für Datenbanken.

// Überblick und Allgemeines

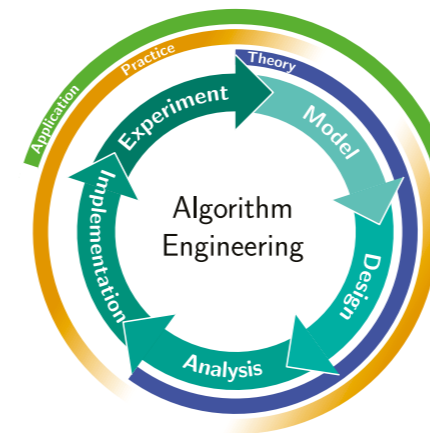
Effiziente Algorithmen und Datenstrukturen sind Grundvoraussetzung für alle anspruchsvollen Computeranwendungen. Algorithmik - die systematische Entwicklung effizienter Algorithmen - ist deshalb entscheidend für die Umsetzung technologischer Möglichkeiten in Anwendungen mit großer Bedeutung für

Technik, Wirtschaft, Wissenschaft und unser tägliches Leben. Die Gruppe von Professor Sanders beschäftigt sich vor allem mit der „Basic Toolbox“ von Verfahren, die in sehr vielen Anwendungen benötigt werden, z. B. Sortieren, Indexdatenstrukturen, Wegesuche in Graphen oder deren Zerlegung in kompakte Teile. Die Arbeitsgruppe entwickelt auch Open-Source Software zur Lösung dieser Probleme und setzt das erworbene Know-How zur Lösung ausgewählter konkreter Anwendungsprobleme ein.

Auf den ersten Blick ist es erstaunlich, dass es trotz jahrzehntelanger Forschung noch viele offene Probleme bei Basisalgorithmen gibt. Dafür gibt es zwei Gründe. Einerseits haben wir es in den letzten Jahren mit explosiv wachsenden Datenmengen zu tun, die nur noch mit immer komplexerer paralleler Hardware zu bewältigen sind. Dadurch ergeben sich außerdem zusätzliche vielseitig benötigte Fragestellungen wie Lastbalancierung und effiziente Kommunikation.

Andererseits hat sich in den letzten Jahrzehnten ein Graben zwischen Theorie und Praxis aufgetan. Theoretiker entwerfen ausgefeilte Lösungen mit starken Leistungsgarantien für vereinfachte Fragestellungen, ignorieren dabei aber allzu oft die Implementierbarkeit oder die tatsächlichen Gegebenheiten der Anwendungen und moderner Hardware. Praktiker ignorieren ihrerseits oft theoretische

Einsichten und Methoden und gelangen dadurch zu Ad-Hoc-Ansätzen ohne erkennbare Leistungsgarantien. Deshalb steht am Lehrstuhl Sanders die Methodik des Algorithm Engineering im Mittelpunkt, die die beschriebenen Herausforderungen durch eine Integration von realistischer Modellierung, Entwurf, Analyse, Implementierung und experimenteller Evaluierung überwinden hilft.



// Ergebnisse und Erfolge

Daten bezüglich eines Schlüssels anzuordnen, ist eine vielfach benötigte Basisoperation z. B. für den Aufbau von Indexdatenstrukturen für Datenbank-Basisoperationen oder zur Lastverteilung in numerischen Simulationen. Unser „In-place Parallel Super Scalar Sample Sort“ (IPS4o) ist derzeit das schnellste allgemein einsetzbare Sortierverfahren. Auf Parallelrechnern mit gemeinsamem Speicher deklassiert er alle Konkurrenzverfahren, selbst wenn diese zusätzlichen Speicherplatz verbrauchen dürfen.

Die vielleicht älteste Datenstruktur – die Tabelle – ist mindestens 5000 Jahre alt, wie sumerische Keilschrifttafeln belegen. Im einfachsten Fall wird einem Schlüssel (z. B. Name) ein Wert zugeordnet (z. B. Guthaben). Überraschenderweise ist es möglich, den zu einem Schlüssel gehörigen Wert zu berechnen, ohne die Schlüssel zu speichern. Für die Arbeit „Fast Succinct Retrieval and Approximate Membership Using Ribbon“ gab es den Best Paper Award des Symposium on Experimental Algorithms. Dieses Ergeb-

nis spart bereits jetzt erhebliche Ressourcen in großen Datenbanksystemen.

Mehrere Ergebnisse betreffen Graphen und Hypergraphen – eine universelle Abstraktion von Beziehungen zwischen Objekten, die für unzählige Anwendungen wichtig ist.

In der Arbeit „Shared-Memory n-level Hypergraph Partitioning“ zeigen wir erstmals, dass Parallelrechner nutzbringend eingesetzt werden können, um Hyper-Graphen in ungefähr gleich große Teile zu zerlegen, so dass nur wenige Verbindungen zertrennt werden. Dies ist wichtig für viele Anwendungen und war auf Parallelrechnern bisher nur unter deutlichen Qualitätseinbußen möglich.

// Ausgewählte Publikationen

P.C. Dillinger, L. Hübschle-Schneider, P. Sanders, S. Walzer: Fast Succinct Retrieval and Approximate Membership Using Ribbon. In: 20th Symposium on Experimental Algorithms (SEA). S. 4.1–4.20, 2022.

M. Axtmann, S. Witt, D. Ferizovic, P. Sanders: Engineering In-place (Shared-memory) Sorting Algorithms. In: ACM Trans. Parallel Comput. S. 2:1–2:62. 2022.

L. Gottesbüren, T. Heuer, P. Sanders, S. Schlag: Shared-Memory n-level Hypergraph Partitioning. In: SIAM Symposium on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX). S. 131–144. 2022.

M. Williams, P. Sanders, R. Dementiev: Engineering MultiQueues: Fast Relaxed Concurrent Priority Queues. In: 29th European Symposium on Algorithms (ESA). S. 81:1–81:17. 2021.

V. Buchhold, P. Sanders, D. Wagner: Fast, Exact and Scalable Dynamic Ridesharing. In: SIAM Symposium on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX). S. 98–112. 2021.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Anja Blancani

Wissenschaftliches Personal

Daniel Funke
Demian Hesse
Tobias Heuer
Lukas Hübner
Dr. Markus Iser
Dr. Florian Kurpicz
Sebastian Lamm
Moritz Laupichler
Hans-Peter Lehmann
Dr. Tobias Maier
Matthias Schimek
Dominik Schreiber
Daniel Seemaier
Tim Niklas Uhl
Marvin Williams
Sascha Witt

// Website

algo2.iti.kit.edu/index.php



**[Prof. Dr. Ina Schaefer //
Test, Validierung und Analyse
Software-intensiver Systeme]**

Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer ist seit 1. April 2022 Professorin für Software Engineering am KIT. Sie studierte Informatik an der Universität Rostock und an der Universität Oxford, United Kingdom. Sie promovierte in 2008 zur Modell-basierten Verifikation von adaptiven Systemen an der TU Kaiserslautern. Als Forschungsstipendiatin der DFG arbeitete sie in ihrer Postdoc-Zeit an der Chalmers University, Göteborg, zur formalen Verifikation von feature-orientierten Systemen. Von 2012–2022 war sie Professorin für Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik an der TU Braunschweig und seit 2015 Vorstandsmitglied im Niedersächsischen Forschungszentrum für Fahrzeugtechnik (NFF).

Schwerpunkt ihrer Forschungsarbeit ist die Integration von formalen Methoden in die Softwareentwicklung, damit Software besser werden kann, als sie aktuell ist. Dabei interessieren sie besonders Aspekte von Skalierbarkeit, Modularität und Wiederverwendbarkeit. Anwendungen für diese Arbeiten finden sich in einer Vielzahl von Systemen, unter anderem in den Bereichen Automotive, Aviation und Automation. Ab 1. Oktober 2022 übernimmt sie die Leitung des Mobilitätslabors im Helmholtz-Programm Engineering Secure Systems.

Ina Schaefer ist Co-Chair des IFIP Technical Committee 2 „Software and Databases“. Sie war 2021 Co-Vorsitzende des Expertenausschusses zum Zukunftsfonds Automobilindustrie im BMWi. Im Juli 2022 wurde sie zur Co-Vorsitzenden des Expertenkreises Transformation der Automobilwirtschaft im BMWK gewählt.

// Forschungsvision

Unsere Forschung zielt auf die Entwicklung von Konzepten, Methoden und Werkzeugen für die ganzheitliche ingenieurmäßige Entwicklung von vertrauenswürdigen und sicheren software-intensiven Systemen ab. Dabei müssen diese Softwaresysteme robust und resilient sein im Hinblick auf geplante und ungeplante Änderungen im Rahmen von Konfiguration, Re-Konfiguration oder Evolution. Die Systeme müssen zuverlässig und sicher dynamisch an neue Anwendungsszenarien und Umgebungen anpassbar sein und die systematische Wiederverwendung unterstützen. Dabei sind präzise, mathematisch fundierte Garantien für kritische funktionale und nicht-funktionale Systemeigenschaften unabdingbar. Anwendungsbereiche für diese Forschungsarbeiten finden sich vor allem im Bereich des Automotive Software und Systems Engineering und in der Automatisierungstechnik.

// Einblicke in die Forschung

Security-by-Design und By-Construction Engineering

Software-intensive Systeme in sicherheits- und missionskritischen Bereichen stellen hohe Anforderungen an ihre Sicherheit (Safety und Security) und Zuverlässigkeit. Diese essentiellen Systemeigenschaften

müssen bereits im Entwicklungsprozess betrachtet werden, um sie im Betrieb garantieren zu können. Die Vorgehensweise des By-Construction Engineerings zielt darauf ab, Softwaresysteme ausgehend von einer (formalen) Spezifikation ihrer funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften so zu entwickeln, dass sie diese Eigenschaften per Konstruktion erfüllen.

Post-hoc Quality Assurance:

Komplementär zum By-Construction Engineering zielen Post-hoc Qualitätssicherungstechniken darauf ab, kritische funktionale und nicht-funktionale Eigenschaften von Systemen nach Systementwicklung zu garantieren. Ein besonderer Fokus der Forschungsarbeiten sind effiziente und effektive Testverfahren auf Basis von systematischer Testfallgenerierung, Testfallselektion und Testfallpriorisierung vor allem für variantenreiche und evolvierende Softwaresysteme. Dazu gehören auch Absicherungsverfahren für intelligente Systeme, in denen Teile der Funktionalität durch trainierte KI-Komponenten realisiert werden. Ein aktuelles Forschungsprojekt beschäftigt sich mit dem Ende-zu-Ende Test von intelligenten Fahrfunktionen im Rahmen des Automatischen Fahrens.

Software Diversity (Variability & Adaptability)

Moderne Softwaresysteme sind hochkonfigurierbar, um an verschiedene Anforderungen und Umgebungskontexte angepasst werden zu können. Diese Konfigurierbarkeit zur Entwicklungszeit kann auch als Anpassungsfähigkeit (Adaptability) zur Laufzeit genutzt werden, so dass sich Systeme selbständig an neue Bedingungen anpassen können. Damit kann die Robustheit und Resilienz von Softwaresystemen durch Diversität verbessert werden, was besonders für die Härtung von Systemen zur Abwehr von Angriffen genutzt werden kann.

Quantum Software Engineering

Der Einsatz von Quantencomputern verspricht einen Vorteil gegenüber klassi-

schen Rechnern bei der Lösung rechenintensiver Probleme. Das BMBF-Projekt QuBRA bringt Expertinnen und Experten aus Forschung und Industrie zusammen, um diesen Vorteil durch geeignete Benchmarks für Optimierungsprobleme aus der industriellen Praxis zu quantifizieren. Im BMWK-Projekt ProvideQ wird eine Toolbox entwickelt, mit welcher Optimierungsprobleme durch den Einsatz von hybriden Quantenalgorithmen gelöst werden. Die ProvideQ Toolbox bietet hierbei eine Schnittstelle zwischen Optimierungsdienstleistern, Entwicklern von Optimierungsalgorithmen und der eigentlichen Quantenhardware.

// Ausgewählte Publikationen

Tobias Runge, Alexander Kittelmann, Marco Servetto, Alex Potanin, Ina Schaefer: Information Flow Control-by-Construction for an Object-Oriented Language, SEFM 2022.

Tabea Bordis, Tobias Runge, David Schultz, Ina Schaefer: Family-Based and Product-Based Development of Correct-by-Construction Software Product Lines. J. Comput. Lang. 70: 101119 (2022)

Tobias Runge, Alex Potanin, Thomas Thüm, Ina Schaefer: Traits: Correctness-by-Construction for Free. FORTE 2022: 131–150

Lukas Birkemeyer, Tobias Pett, Andreas Vogelsang, Christoph Seidl, Ina Schaefer: Feature-Interaction Sampling for Scenario-based Testing of Advanced Driver Assistance Systems. VaMoS 2022: 5:1–5:10

Elias Kuitert, Alexander Knüppel, Tabea Bordis, Tobias Runge, Ina Schaefer: Verification Strategies for Feature-Oriented Software Product Lines. VaMoS 2022: 12:1–12:9

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Petra Ufer

Wissenschaftliches Personal

Joshua Ammermann
Lukas Birkemeyer
Tim Bittner
Tabea Bordis
Domenik Eichhorn
Dr. Alexander Kittelmann
Christoph König
Tobias Pett
Tobias Runge

Technische Mitarbeitende

Andrea Scheller

// Website

tva.kastel.kit.edu



[T.T.-Prof. Dr. Benjamin Schäfer // Daten-getriebene Analyse komplexer Systeme (DRACOS)]

Benjamin Schäfer forscht zu Methoden des maschinellen Lernens und der daten-getriebener Analyse für komplexe Systeme, wie das Energiesystem. Er studierte 2008 bis 2014 Physik an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und promovierte anschließend 2017 an der Georg-August-Universität Göttingen und dem Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbst-Organisation in Göttingen. Dabei war er zuerst Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes und anschließend Gewinner eines „GGNB Excellence Stipends“ zur Finanzierung des Studiums bzw. der Doktorarbeit.

Schon während der Promotion war er für Forschungsaufenthalte in London an der Queen Mary University of London (QMUL) und der University of Tokyo tätig. Nach der Promotion folgte ein Postdoc an der TU Dresden, eine EU-finanzierte Marie Skłodowska-Curie Fellowship an der QMUL in London zum Thema „With data-driven modelling towards a successful energy transition (DAMOSSET)“ und ein Aufenthalt als Associate Professor an der Norwegian University of Life Science (NMBU) in Ås.

Seit Anfang 2022 arbeitet er am KIT: Zunächst leitete er ausschließlich eine Helmholtz-Nachwuchsgruppe „Daten-getriebene Analyse komplexer Systeme (DRACOS)“ am Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI) und der Fakultät für Informatik. Mitte 2022 erhielt er dann zusätzlich einen Ruf auf die Professur „Künstliche Intelligenz für das Energiesystem“ an der Fakultät für Informatik.

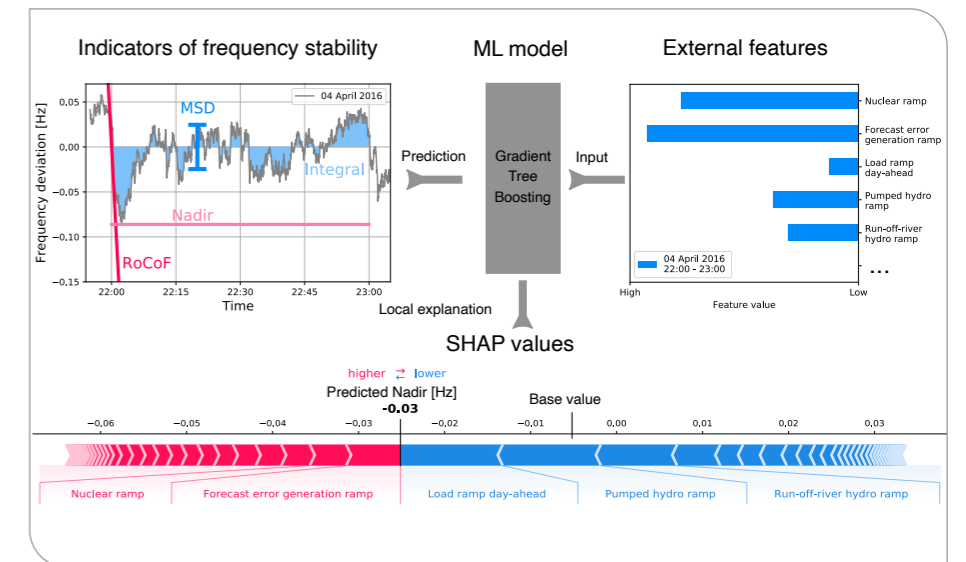
// Überblick und Allgemeines

Die Forschung der Arbeitsgruppe wird geleitet von der Frage: „Wie können moderne Methoden der Datenanalyse, des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz (KI) genutzt werden um komplexe Systeme, wie das Energiesystem, besser zu beschreiben, zu verstehen und zu kontrollieren?“

Durch die Energiewende wird das aktuelle Stromsystem fundamental umgebaut, denn ehemalige zentrale Stromerzeugung in konventionellen Großkraftwerken wird zunehmend durch dezentrale und volatile Erzeugung ersetzt. Gleichzeitig entstehen enorme Mengen an Betriebsdaten in allen Sektoren in technischen Systemen, sowie in ökonomischen Systemen. Smart Meter liefern Daten und Steuer-Möglichkeiten in Haushalten, Preisdaten von Strommärkten sind zugänglich und der Zustand des Stromnetzes (Ströme, Spannungen, Frequenzen) wird mit zahlreichen Sensoren überwacht.

Genau diese verfügbar werdenden Daten werden innerhalb der Gruppe genutzt und damit rein daten-basierte Modelle generiert und somit ein alternativer Ansatz zu menschlichen Modellierungen geschaffen. Ein zentraler Punkt ist hierbei die Interpretierbarkeit der Ergebnisse: Es werden möglichst keine black-box Modelle genutzt, sondern soge-

Abb.1: Energiesystemmodellierung mittels interpretierbarem maschinellen Lernen.



nanntes „interpretable machine learning“ oder „explainable artificial intelligence (XAI)“ erlaubt transparente Modelle und damit Einblick in das zugrundeliegende komplexe System, wie z.B. das Stromnetz.

// Einblicke in die Forschung

In den letzten Jahren wurden erste Grundsteine gelegt wie XAI im Energiesystem angewendet werden kann, siehe auch Abb. 1: Die Stabilität der Stromnetz-Frequenz (einer wichtigen Größe zur Regelung des Stromnetzes) kann mittels Gradient Tree Boosting Modellen ausschließlich mittels Daten beschrieben werden und das Modell wird anschließend mittels SHAP Werten interpretiert.

Weitere Arbeiten zielten darauf ab, Energiesystemdaten, wie die Stromnetz-Frequenz, offen zu teilen, wofür eine Datenbank geschaffen und mit ersten Messungen gefüllt wurde. Außerdem wurde der Stromverbrauch von Haushalten analysiert und vorhergesagt.

Ziel der nächsten Jahre wird es sein die noch junge Gruppe weiter aufzubauen, den Kontakt mit Studierenden durch Lehre und Abschlussarbeiten zu suchen und unser Verständnis des Energiesystems mittels KI zu verbessern.

// Ausgewählte Publikationen

M. Anvari*, E. Proedrou*, B. Schäfer*, C. Beck, H. Kantz and M. Timme, Data-driven load profiles and the dynamics of residential electricity consumption, Nature Communications 13, 4593, 2022 (*contributed equally).

E. Cramer, L.R. Gorjão, A. Mitsos, B. Schäfer, D. Witthaut, M. Dahmen, Validation Methods for Energy Time Series Scenarios from Deep Generative Models, IEEE Access 10, 8194 – 8207, 2022.

J. Kruse, B. Schäfer, D. Witthaut, Exploring deterministic frequency deviations with explainable AI, 2021 IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm), 2021.

J. Kruse, B. Schäfer*, D. Witthaut*, Revealing drivers and risks for power grid frequency stability with explainable AI, Patterns, 100365, 2021 (*contributed equally).

L. R. Gorjão, R. Jumar, H. Maass, V. Hagenmeyer, G. C. Yalcin, J. Kruse, M. Timme, C. Beck, D. Witthaut, B. Schäfer, Open data base analysis of scaling and spatio-temporal properties of power grid frequencies Nature Communications, 11, 6362, 2020.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal

- Hadeer El Ashhab
- Hallah Butt
- Sebastian Pütz
- Ulrich Oberhofer
- Xinyi Wen

// Website

https://www.iai.kit.edu/gruppen_4102.php



[Jun.-Prof. Dr. Maïke Schwammberger // Modellierung und Analyse im Mobility Software Engineering]

Maïke Schwammberger startet Ende 2022 als Juniorprofessorin an der KIT Fakultät für Informatik und baut eine Forschungsgruppe im Themenbereich Modellierung und Analyse im Mobility Software Engineering auf.

Nachdem sie Mathematik, Kunst und Medien und Informatik an der Universität Oldenburg studierte, promovierte sie ab 2014 in der Arbeitsgruppe Entwicklung korrekter Systeme von Prof. Dr. Ernst-Rüdiger Olderog. Ihre Promotion im Themenbereich der abstrakten Modellierung und Beweisführung für autonome Fahrmanöver schloss sie 2020 mit Auszeichnung ab. Danach forschte sie im Projekt Science of Design for Society Scale Cyber-Physical Systems in den Themenbereichen der Konflikt-Modellierung, -Analyse und Erklärbarkeit autonomer Systeme.

Sie organisiert regelmäßig den Workshop Requirements Engineering for Explainable Systems (RE4ES) und steigt ab 2023 in die Organisation des Workshops Formal Methods for Autonomous Systems (FMAS) ein. Sie hat mehrjährige Erfahrung in der Lehre und freut sich darauf in Lehrveranstaltungen am KIT angewandte und theoretische Themen des Mobility Software Engineering zu verknüpfen.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe Modellierung und Analyse im Mobility Software Engineering beschäftigt sich mit angewandten und theoretischen Methoden im Bereich des Autonomen Fahrens. Die zentrale Forschungsfrage ist: Welche Anforderungen sollte ein autonomes Fahrzeug erfüllen, bevor es sich die Straßen dieser Welt mit uns Menschen teilen darf und wie können diese Anforderungen sichergestellt werden? Um diese Forschungsfrage zu beantworten, werden drei Grundpfeiler in der Forschung verfolgt.

Im ersten Forschungspfeiler geht es um die formale Spezifikation von Fahrmanövern, mit welcher die Manöver maschinenverstehbar und analysierbar werden. Hierbei gilt es, zwei wesentliche Aspekte der Manöver abzubilden: Räumliche und zeitliche Aspekte. Räumliche Aspekte enthalten zum Beispiel, dass sich ein Fahrzeug vor einem anderen befindet, oder dass eine Kreuzung voraus ist. Zeitliche Aspekte enthalten beispielsweise, dass Aktionen nacheinander passieren (z. B. blinken vor dem Spurwechsel), oder eine gewisse Zeit dauern. In diesem Ansatz werden unter anderem eine räumliche Verkehrslogik und Analyseverfahren für Realzeitautomaten genutzt um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und weitere wünschenswerte Eigenschaften von Fahrmanövern nachzuweisen.

Im nächsten Forschungspfeiler wird die Frage aufgeworfen: Wie müssen Verkehrsregeln für autonome Fahrzeuge aussehen? Es wird schnell klar, dass Regelwerke für Menschen, wie beispielsweise die deutsche Straßenverkehrsordnung StVO, nicht „1 zu 1“ übernommen werden können: Natürliche Sprache ist ungenau und viele Regeln setzen einen gesunden Menschenverstand voraus, welcher nicht unmittelbar auf autonome Systeme übertragen werden kann. In diesem Schwerpunkt wird an einem Digital Highway Code für autonome Fahrzeuge gearbeitet, welcher angepasste Verkehrsregeln enthält. Für einen solchen Code müssen neben der maschinenlesbaren Formulierung auch die Priorisierung von Verkehrsregeln im Ausnahmefall, sowie rechtliche und ethische Fragen, betrachtet werden.

Der letzte Forschungspfeiler zielt auf die Erklärbarkeit und Verstehbarkeit komplexer Systeme ab. In Zeiten steigender Komplexität autonomer Systeme wird die Selbst-Erklärbarkeit getroffener Entscheidungen dieser Maschinen umso wichtiger, um das Nutzer-Vertrauen in die Systeme zu stärken, aber auch um Entscheidungen nachvollziehen und



überprüfen zu können. Hierzu werden Verfahren entwickelt, mit denen Erklärungen automatisiert aus technischen System-Modellen extrahiert werden können.

In der Lehre werden diese Thematiken durch eine geplante Vorlesung zum Thema „Timed Systems“ aufgegriffen, sowie in geplanten Praktika, Seminaren und Themen für Abschlussarbeiten thematisiert.

// Ausgewählte Publikationen

M. Schwammberger, C. Harper, G. V. Alves, G. Chance, T. Pipe, K. Eder: Integrating Formal Verification and Simulation-based Assertion Checking in a Corroborative V&V Process. In: CoRR abs/2208.05273, 2022.

M. Schwammberger: Autonome Autos: Sicher, Lebendig und Fair?!. In: „Scilogs“ Klartext Blog, Spektrum, 2022. url: <https://scilogs.spektrum.de/klartext/autonom/>.

M. Schwammberger: Proving properties of autonomous car manoeuvres in urban traffic. In: it – Information Technology 63.5-6, S. 253–263, 2021.

M. Blumreiter, J. Greenyer, F. J. Chiyah Garcia, J. Karlsson, V. Klös, M. Schwammberger, C. Sommer, A. Vogel-sang, A. Wortmann: Towards Self-explainable Cyber-Physical Systems. In: MODELS Companion, IEEE, 2019.

M. Schwammberger: An abstract model for proving safety of autonomous urban traffic. In: Theoretical Computing Science 744, pp. 143–169, 2018.



**[Prof. Dr. Gregor Snelting //
Programmierparadigmen]**

Professor Gregor Snelting, Jahrgang 1958, schloss 1982 das Studium der Informatik und Mathematik mit Auszeichnung ab und promovierte 1986 mit Auszeichnung zum Dr.-Ing. 1992 wurde er zum C3-Professor an der TU Braunschweig berufen, 1999 übernahm er den Lehrstuhl Softwaretechnik an der Universität Passau; seit 2008 ist er Professor für Programmierparadigmen am KIT.

Professor Snelting forscht zu Programmiersprachen, Compilern, Programmanalyse und Software-Sicherheit. 2012 und 2017 erhielt er den Fakultätslehrpreis. Seit 2017 ist er Studiendekan der Fakultät für Informatik. Professor Snelting ist gewähltes Mitglied des KIT-Senats. Jedes Jahr spielt er eine Live-Rockshow zur Begrüßung der Informatik-Erstsemester.

// **Überblick und Allgemeines**

Die Professur Programmierparadigmen befasst sich mit **Compilerbau, Programmanalyse, Software-Sicherheitsprüfung und Verifikation**. Dabei werden solide theoretische Grundlagen ebenso angestrebt wie eine empirische Validierung.

Die Professur entwickelte JOANA, ein Werkzeug zur Software-Sicherheitsanalyse (Information Flow Control). JOANA kann volles Java und unbeschränkte Threads behandeln. Grundlage sind fluss-, kontext- und objektsensitive Programmanalyseverfahren, die das sog. RLSOD-Kriterium (Relaxed Low Security Observational Determinism) prüfen. RLSOD erzeugt weniger Fehlalarme als konkurrierende Algorithmen. JOANA

braucht wenig Annotationen, kann bis zu 250 kLOC analysieren, und ist open source.

Die Professur verwendete den Maschinenbeweiser Isabelle, um die Korrektheit von RLSOD und anderen Analyseverfahren zu beweisen. Seit einiger Zeit ist die Professur an der Entwicklung des Lean Theorembeweislers beteiligt, der große Popularität unter Spitzenmathematikern erlangt hat. Insbesondere wurde – zusammen mit Lean-Begründer DeMoura von Microsoft Research – das neue Lean 4 Frontend entwickelt.

Die Professur ist am SFB „InvasIC“ beteiligt, der neuartige, hochdynamische Formen der Parallelprogrammierung auf heterogenen Rechnerclustern untersucht, wobei auch Spezialhardware zum Einsatz kommt. Die Professur entwickelt die Sprache für invasive, ressourcengewahre Programmierung (auf Basis von X10), deren vollständigen Compiler und Codegenerator für SPARC-Prozessoren, sowie spezifische Optimierungen für die invasive Hardware. Dazu gehört auch Speicherunterstützung (z. B. Garbage Collection) für partitionierte, heterogene Speichersysteme.

In der Lehre stehen Veranstaltungen zu Compilerbau, Theorembeweisereinsatz, sowie Grundlagen objektorientierter und funktionaler Sprachen im Vordergrund. Seit vielen Jahren wird die Pflichtvorle-



sung „Programmierparadigmen“ gehalten, die mehrmals den Preis „Beste Pflichtvorlesung“ gewann. Die Professur führte ferner die Großveranstaltung „Praxis der Softwareentwicklung“ an der KIT-Fakultät für Informatik ein und erhielt dafür den Fakultätslehrpreis. Hier wurde auch das System „Praktomat“ entwickelt, welches eingereichte Programmieraufgaben vollautomatisch testet.

// **Ausgewählte Publikationen**

Martin Hecker, Simon Bischof, Gregor Snelting, On Time-Sensitive Control Dependencies, ACM Transactions on Programming Languages and Systems, Vol. 44, (1), pp. 1–37, March 2022.

Leonardo de Moura, Sebastian Ullrich, The Lean 4 Theorem Prover and Programming Language, Automated Deduction – CADE 28, pp. 625–635, Springer 2021.

Sebastian Graf, Simon Peyton Jones, Ryan G. Scott, Lower Your Guards: A Compositional Pattern-Match Coverage Checker, Proc. ACM Program. Lang., Vol. 4, (ICFP), August 2020.

Sven Rheindt, Andreas Fried, Oliver Lenke, Lars Nolte, Tim Twardzik, Thomas Wild, Andreas Herkersdorf, X-CEL: A Method to Estimate Near-Memory Acce-

leration Potential in Tile-based MPSoCs, Proceedings of the 33rd International Conference on Architecture of Computing Systems, Springer 2020.

Simon Bischof, Joachim Breitner, Jürgen Graf, Martin Hecker, Martin Mohr, Gregor Snelting, Low-Deterministic Security For Low-Nondeterministic Programs, Journal of Computer Security, Vol. 26, pp. 335–366, 2018.

Manuel Mohr, Carsten Tradowsky, Pegasus: Efficient Data Transfers for PGAS Languages on Non-Cache-Coherent Many-Cores, Proceedings of Design, Automation and Test in Europe Conference Exhibition, pp. 1781–1786, IEEE, 2017.

Joachim Breitner, Jürgen Graf, Martin Hecker, Martin Mohr, Gregor Snelting, On Improvements Of Low-Deterministic Security, Principles of Security and Trust – 5th International Conference (POST 2016), pp. 68–88, Springer 2016.

Jürgen Graf, Martin Hecker, Martin Mohr, Gregor Snelting, Tool Demonstration: JOANA, Principles of Security and Trust – 5th International Conference (POST 2016), pp. 89–93, Springer 2016.

// **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter**

Verwaltungspersonal
Brigitte Sehan-Hill

Wissenschaftliches Personal
Simon Bischof
Andreas Fried
Sebastian Graf
Dr. Jakob von Raumer
Sebastian Ullrich

// **Website**
pp.ipd.kit.edu/



**[Prof. Dr. Alexandros Stamatakis //
Hochleistungsrechnen in den
Lebenswissenschaften]**

Alexandros Stamatakis studierte von 1995–2001 an der TU München Informatik mit Studienaufenthalten in Athen, Paris, Lyon und Madrid. Er promovierte dort im Jahr 2004 über verteilte und parallele Algorithmen zur Berechnung großer Stammbäume.

Nach seiner Tätigkeit als Postdoc am Institute for Computer Science in Heraklion, Griechenland arbeitete er als Postdoc an der ETH Lausanne.

Im Jahr 2008 kehrte er nach Deutschland zurück und leitete bis 2010 eine Emmy Noether-Nachwuchsforschungsgruppe, zunächst an der LMU und dann an der TU München.

Im Jahr 2010 übernahm er die Leitung einer Forschungsgruppe am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS). Das Institut ist eines der wenigen privat finanzierten Forschungsinstitute in Deutschland und seine Organisationsstruktur entspricht in etwa der eines Max-Planck-Instituts. Im Jahr 2012 wurde er zusätzlich zu seiner Funktion am HITS auf die Professur für Hochleistungsrechnen in den Lebenswissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) berufen. Seit April 2021 ist er Affiliated Scientist des Evolutionary Genetics and Paleogenomics (EGP) lab am Institute of Molecular Biology and Biotechnology der Foundation for Research and Technology Hellas in Heraklion, Kreta. Er ist Mitglied des Lenkugsausschusses des Höchstleistungsrechners am Leibniz-Rechenzentrum in München. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung skalierbarer Software, Modelle und Algorithmen für die Evolutionsbiologie.

// Überblick und Allgemeines

Unsere Forschungsgruppe arbeitet an der Schnittstelle von Algorithmik, statistischer Modellierung, Parallelverarbeitung und Evolutionsbiologie. Anders als in der reinen Informatik geht es nicht primär um Proof-of-Concept Implementierungen, sondern Programme, die von Biologinnen und Biologen weltweit zur Datenanalyse eingesetzt werden können, zur Verfügung zu stellen. Das übergeordnete Ziel ist es, Forschung in der Evolutionsbiologie durch entsprechende Algorithmen und Implementierungen zu ermöglichen.

Besonders wichtig ist uns die freie Verfügbarkeit unserer Programme für die Wissenschaft in Form von open source codes und kostenlos benutzbarer Web-Services. Dieses spiegelt sich auch in unserer Publikationsstrategie wieder, da wir nur noch Konferenzen und Zeitschriften berücksichtigen, welche Vorabdrucke wissenschaftlicher Arbeiten auf sogenannten preprint-Servern (etwa arXiv oder bioRxiv) zulassen. Damit ist sichergestellt, dass jeder freien Zugang zu unseren Forschungsergebnissen hat. Eine besondere Herausforderung, auch für das Hochleistungsrechnen, stellt die zunehmende molekulare Datenflut dar. Aufgrund bahnbrechender und kontinuierlicher technologischer Fortschritte im Bereich der DNA-Sequenzierung seit etwa 2007 sinken die Kosten zur Se-

quenzierung von Genomen gegenwärtig wesentlich schneller als die entsprechenden Datenanalysekosten, basierend auf Moores Gesetz.

Darüber hinaus ändern sich mit jeder neuen und günstigeren Sequenzierungstechnologie auch die Charakteristika der zu analysierenden Daten. Daher stehen wir vor zwei grundlegenden Herausforderungen: der Bewältigung der Datenflut, z. B. die Analyse aller sequenzierten SARS-CoV-2 Genome, durch effizientere Algorithmen und den Einsatz von Hoch- und Höchstleistungsrechnern sowie der Anpassung existierender Methoden an die sich permanent verändernden Eigenschaften der Ausgabedaten von DNA-Sequenzierern.

Eine weitere große Herausforderung liegt in der Validierung wissenschaftlicher Software im Bereich der Evolutionsbiologie. Aufgrund der zunehmenden Quantifizierung in der Biologie und des stärkeren Fokus auf die Datenanalyse, statt wie bis vor einigen Jahren auf die Datenakquise, wird für die meisten biologischen Arbeiten eine Vielzahl von Programmen eingesetzt. Die Softwarequalität dieser Codes, auf denen die meisten biologischen Schlussfolgerungen basieren ist gegenwärtig aber allenfalls mittelmäßig. Insofern dürfen und sollten auch die Ergebnisse dieser quantitativen Analysen in Frage gestellt werden. Ein weiteres unserer Ziele ist es daher Lösungen für dieses Problem aufzuzeigen.

// Neueste Ergebnisse

Die Beobachtung, dass die Berechnungen von Gewinnwahrscheinlichkeiten bei Eliminationsturnieren (z. B. Fußball) algorithmisch große Ähnlichkeit mit den Wahrscheinlichkeitsberechnungen auf-

weist, welche wir üblicherweise auf phylogenetischen Bäumen durchführen, haben zur Entwicklung eines neuen effizienten Verfahrens zur exakten Berechnung der Turniergewinnwahrscheinlichkeiten eines jeden teilnehmenden Teams geführt. Die effiziente und exakte Berechnung dieser Wahrscheinlichkeiten ermöglicht nun die Abschätzung der Varianz dieser Gewinnwahrscheinlichkeiten wenn man diese paarweisen leicht variiert (z. B., wie wahrscheinlich es ist, dass England gegen Deutschland gewinnt).

// Ausgewählte Publikationen

B Morel, P Schade, S Lutteropp, TA Williams, GJ Szöllösi, A Stamatakis: SpeciesRax: a tool for maximum likelihood species tree inference from gene family trees under duplication, transfer, and loss. *Molecular Biology and Evolution*, 2022.

S Lutteropp, C Scornavacca, AM Kozlov, B Morel, Alexandros Stamatakis: NetRAX: Accurate and Fast Maximum Likelihood Phylogenetic Network Inference. *Bioinformatics*, 2022.

J Haag, D Höhler, B Bettisworth, A Stamatakis: From Easy to Hopeless-Predicting the Difficulty of Phylogenetic Analyses. *bioRxiv preprint*, 2022.

**// Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter**

Verwaltungspersonal
Simone Meinhart

Wissenschaftliches Personal
Ben Bettisworth (extern)
Julia Haag (extern)
Dimitri Höhler (extern)
Lukas Hübner
Dr. Alexey Kozlov (extern)
Dr. Benoit Morel
Anastasis Togkousidis (extern)

// Website
www.exelixis-lab.org



[Prof. Dr. Achim Streit // Verteilte und Parallele Hochleistungssysteme]

Achim Streit studierte von 1994 bis 1999 Informatik mit Nebenfach Elektrotechnik an der TU Dortmund. 2003 promovierte er über Job Scheduling Strategien für verteilte und parallele Computing-Systeme an der Universität Paderborn; während dieser Zeit war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Paderborn Center for Parallel Computing (PC²). Mitte 2005 wurde er Leiter der Abteilung „Verteilte Systeme und Grid Computing“ im Jülich Supercomputing Centre (JSC) am Forschungszentrum Jülich. Mitte 2010 wechselte er an das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) als Mitglied des Direktoriums des Steinbuch Centre for Computing (SCC) und wurde zum Informatikprofessor ernannt.

Er ist KIT-Programmsprecher des Helmholtz Programms „Engineering Digital Futures“, zu dem die Informatik-Aktivitäten in Computational & Data Science, die IT-Sicherheitsforschung in KASTEL und die Technikfolgenabschätzungsforschung gehören. Als SCC-Direktor ist er verantwortlich für GridKa, das deutsche Tier-1 Daten- und Analysezentrum insb. für den LHC am CERN, die Large-Scale Data Facility (LSDF) sowie für die Forschungsaktivitäten zu Data Science, Datenmanagement, Metadaten, AAI, KI, Quantum Maschine Learning, Research Software Engineering; weiterhin für die SCC-Beteiligung in zahlreichen Drittmittelprojekten u. a. zur European Open Science Cloud (EOSC) und Nationalen Dateninfrastruktur (NFDI). Er ist Initiator der Helmholtz Information & Data Science Academy (HIDA) und Mitglied in den Graduiertenschulen KSETA und HIDSS4Health sowie den KIT-Zentren KCIST, KCETA, Klima und Umwelt sowie MathSEE.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur Verteilte und Parallele Hochleistungssysteme ist eng in das SCC integriert und erlaubt so eine enge Verzahnung von Forschung, IT-Forschungs-großgerät und praxisorientierter Lehre.

Im **Forschungsdatenmanagement** werden Methoden und Technologien zum verteilten und sicheren Umgang mit Forschungsdaten, zu Metadaten, zu verteilten Authentifizierungs- und Autorisierung-Infrastrukturen (AAI) bis hin zur Datenarchivierung erforscht und entwickelt, die in Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern in der Praxis eingesetzt werden.

Im **Data Intensive Computing** werden Methoden und Technologien zur Datenanalyse, zu skalierbaren Methoden der Künstlichen Intelligenz, zum Quantum Machine Learning, zur effizienten Nutzung verteilter Rechenressourcen sowie zum Job-Scheduling erforscht. Die entstehenden Verfahren und Anwendungen werden dabei stets unter Aspekten der Skalierbarkeit, der Recheneffizienz und eines möglichst geringen Energieverbrauchs auf heterogenen Rechensystemen einschließlich GPUs und Quantencomputern entwickelt.

Zahlreiche der oben genannten Forschungsaktivitäten erfolgen in **interdisziplinärer Kooperationen** mit anderen

Forschungsdisziplinen z. B. Teilchenphysik, Klima- und Umweltforschung, Materialforschung, Energieforschung bis hin zu den Geisteswissenschaften. Die dabei entstehenden Software-Lösungen und Datensätze werden im Sinne offener und transparenter Wissenschaft frei zugänglich veröffentlicht. In der Entwicklung von Software wird stark auf Methoden des Research Software Engineering gesetzt.

In der **Lehre** werden die genannten Themen u. a. in den Vorlesungen „Parallelrechner und Parallelprogrammierung“ und „Verteiltes Rechnen“ sowie in Seminaren und Praktika praxisnah vermittelt.

// Ergebnisse und Erfolge

Alle Forschungstätigkeiten finden im Rahmen des Helmholtz-Programms „Engineering Digital Futures“ sowie der Helmholtz-Plattformen zu Metadaten (HMC), zu künstlicher Intelligenz (Helmholtz.AI) sowie zu föderierten IT-Diensten (HIFIS) statt. Die Arbeiten werden durch erfolgreiche Einwerbung einer Vielzahl nationaler und internationaler Forschungsprojekte flankiert und ergänzt.

Das SCC koordiniert gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich die „Helmholtz Plattform for **Research Software Engineering** – Preparatory Study“ zur Etablierung von Research Software Engineering Aktivitäten im Helmholtz Forschungsbereich Information. Dies wird durch Community Software Infrastructure (CSI) Gruppen für ausgewählte Codes sowie die systematische Etablierung und Nutzung von Cx-Umgebungen für Continuous Integration, Testing, Deployment und Benchmarking realisiert.

Zur Etablierung einer **Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)** ist das SCC in den Fachkonsortien NFDI4Ing (Ingenieurwissenschaften), NFDI-Mat-Werk (Materialwissenschaft), PUNCH4NFDI (Teilchenphysik) sowie NFDI4Chem (Chemie) beteiligt und un-

terstützt NFDI4Earth (Erdsystemforschung). Thematisch im Fokus stehen die Themen Metadaten, AAI sowie Anbindung von Speicherdiensten.

In Europa engagiert sich das SCC beim Aufbau der **European Open Science Cloud (EOSC)** u. a. zur Etablierung der notwendigen Basisdienste. Jüngst wurden fünf neue EU-Projekte gefördert, u. a. zu Künstlicher Intelligenz (AI4EOSC), digitalen Zwillingen (interTwin) und Weiterbildung (Skills4EOSC).

Zahlreiche Vorträge und Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Mitarbeitenden und Promovierenden ergänzen die Erfolge. Das Paper „Evolutionary Approach of Clustering to Optimize Hydrological Simulations“ wurde auf der International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA) 2020 mit einem Best Paper Award ausgezeichnet. Für sein kontinuierliches Engagement im Helmholtz Inkubator „Information & Data Science“ wurde Achim Streit Mitte 2021 mit der Ehrennadel durch den Helmholtz Präsidenten ausgezeichnet.

// Ausgewählte Publikationen

D. Coquelin, C. Debus, M. Götz, F. von der Lehr, J. Kahn, M. Siggel, A. Streit: Accelerating neural network training with distributed asynchronous and selective optimization (DASO). Journal of Big Data, 9 (1), 14, 2022. DOI:10.1186/s40537-021-00556-1

M. Soysal, A. Streit: Collection of Job Scheduling Prediction Methods. Proceedings of Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP 2021), Springer LNCS 12985, 2021. DOI:10.1007/978-3-030-88224-2_2

A. Streit, J. van Wezel: Deutschland in der European Open Science Cloud. Praxishandbuch Forschungsdatenmanagement. De Gruyter Saur, 2021. DOI:10.1515/9783110657807-003

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Anja Müller

Wissenschaftliches Personal
Dr. Rosella Aversa, Elnaz Azmi, Dr. Lisana Berberi, Dr. Isabelle Bierenbaum, Nicolas Blumenröhr, Dr. Ugur Çayoglu, Sabine Chelbi, Daniel Coquelin, Dr. Charlotte Debus, Borja Esteban Sanchis, Felix Ernst, Dr. Max Fischer, Anis Farshian Abbasi, Katharina Flügel, Laura Frank, Dr. Markus Götz, Germaine Götzelmann, Dr. Diana Gudu, Juan Pedro Gutiérrez Hermsillo Muriedas, Thomas Jejkal, Dr. Marcus Hardt, Volker Hartmann, Julian Herold, Maximilian Inckmann, Dr. Vandana Jha, Dr. Reetu Elza Joseph, Dr. Jörg Meyer, Dr. James Kahn, Dr. Valentin Kozlov, Peter Krauß, Dr. Eileen Kühn, Philipp Ost, Augustine Pane, Andreas Petzold, Andreas Pfeil, Dr. Nico Schlitter, Dr. Matthias Schnepf, Yusra Shakeel, Dr. Mehmet Soysal, Dr. Rainer Stotzka, Dr. Marcus Strobl, Melvin Strobl, Dr. Doris Rössmann, Oskar Taubert, Dr. Danah Tonne, Philipp Tögel, Dr. Pavel Weber, Dr. Marie Weil, Christoph Wendenius, Arvid Weyrauch, Jos van Wezel, Gabriel Zachmann

// Website

www.scc.kit.edu/personen/achim.streit.php



[Prof. Dr. Rainer Stiefelhagen // Informatiksysteme für sehgeschädigte Studierende]

Rainer Stiefelhagen leitet am Institut für Anthropomatik und Robotik die Forschungsgruppe „Maschinelles Sehen für die Mensch-Maschine-Interaktion“ (CV:HCI) sowie das Zentrum für digitale Barrierefreiheit und Assistive Technologien (ACCESS@KIT), ehemals Studienzentrum für Sehgeschädigte, des KIT.

Er studierte bis 1996 Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) und wurde dort 2002 im Fach Informatik promoviert und 2009 habilitiert. 2007 wurde er Stipendiat im Attract-Programm der Fraunhofer Gesellschaft, in dessen Rahmen er am Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung eine Forschungsgruppe zu „Perceptual User Interfaces“ aufbaute, die er bis 2012 leitete. Von 2009 bis 2011 war er gleichzeitig Inhaber der Shared-Professur „Maschinensehen für die Mensch-Maschine Interaktion“ am KIT. Seit 2011 ist er Inhaber der Professur „Informatiksysteme für sehgeschädigte Studierende“ am KIT.

Seine Forschung befasst sich mit der Entwicklung von Verfahren des maschinellen Sehens. Dabei stehen aktuell insbesondere die Erforschung von Verfahren des Maschinellen Lernens mit wenig oder schwach annotierten Daten, sowie Verfahren zur besseren Modellierung und Handhabung von Unsicherheit in Deep-Learning Modellen im Fokus. Anwendungsbereiche seiner Forschung sind die Erfassung von Personen für Fahrerassistenzsysteme und Mensch-Roboter Interaktion, Assistenzsysteme für Menschen mit Blindheit und Sehbehinderung, sowie medizinische Bildauswertung.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe Maschinelles Sehen für die Mensch-Maschine-Interaktion (CV:HCI) befasst sich mit der Entwicklung von Verfahren des

maschinellen Sehens, also von Verfahren zur automatischen Analyse von Bild- und Videoinhalten.

Methodische Schwerpunkte liegen dabei auf der Weiterentwicklung von Verfahren des Maschinellen Lernens, insbesondere von Deep-Learning-Verfahren für die Bild- und Videoanalyse. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind dabei u. a. die Entwicklung von semi- und unüberwachten Lernverfahren, Lernen aus multimodalen Daten, insbesondere Lernen aus Bild- und Textdaten, sowie Verfahren zur Bestimmung von Modellunsicherheiten bei Deep-Learning Verfahren.

Die Forschungsgruppe hat eine große Expertise in Verfahren zur Erfassung von Personen in Bildern und Bildfolgen, bspw. zur Analyse von Körperhaltungen, Gesten und Handlungen, zur Gesichtserkennung, Mimik- und Blickrichtungserkennung, sowie zur Erkennung weiterer Attribute wie Alter, Geschlecht, und ähnlichem. Entsprechende Verfahren sind hilfreich um wahrnehmende interaktive technische Systeme zu entwickeln, bspw. für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen welche die Fahrzeuginsassen sowie das Umfeld wahrnehmen können, oder für die Mensch-Roboter-Interaktion.

Ein weiteres Anwendungsfeld unserer Forschung ist die automatische Analyse medizinischer Bilddaten, bspw. MRT,

PET, CT, OCT oder Röntgen. So sind wir Mitglied in der Helmholtz Information and Data Science School for Health (HIDSS4HEALTH), mit derzeit mehreren laufenden Promotionsarbeiten im Rahmen dieser Graduiertenschule.

In Zusammenarbeit mit dem Zentrum für digitale Barrierefreiheit und Assistive Technologien (ACCESS@KIT), ehemals Studienzentrum für Sehgeschädigte, arbeitet die Forschungsgruppe an der Entwicklung und Nutzung von Computer Vision Methoden für die Entwicklung von Assistenzsystemen für Menschen mit Sehschädigung. So können Bildverarbeitungsverfahren beispielsweise zur Unterstützung der Orientierung und Mobilität im Innen- und Außenbereich durch eine Umfelderkennung genutzt werden, oder auch um mathematische oder grafische Inhalte von Dokumenten barrierefrei zugänglich zu machen. Dabei ist auch die Entwicklung und Untersuchung entsprechender Mensch-Maschine-Schnittstellen für Menschen mit Blindheit oder Sehbehinderung ein wichtiges Forschungsfeld.

In der Lehre werden die genannten Themen durch die Vorlesungen „Deep Learning für Computer Vision I“, „Deep Learning für Computer Vision II – Advanced Topics“, sowie zu „Barrierefreiheit und Assistive Technologien“ und entsprechende Seminare und Praktika vertreten.

// Ausgewählte Publikationen

A. Roitberg, K. Peng, D. Schneider, K. Yang, M. Koulakis, M. Martinez, R. Stiefelhagen. Is my Model Overconfident? Towards Uncertainty-aware Driver Observation with Reliable and Interpretable Confidence Estimates, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022.

J. Zhang, K. Yang, A. Constantinescu, K. Peng, K. Müller, R. Stiefelhagen. Trans4Trans: Efficient Transformer for Trans-

parent Object and Semantic Scene Segmentation in Real-World Navigation Assistance. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022.

A. Jaus, K. Yang, R. Stiefelhagen. Panoramic Panoptic Segmentation: Towards Complete Surrounding Understanding via Unsupervised Contrastive Learning. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2021. Best Paper Award.

G. Melfi, K. Müller, T. Schwarz, G. Jaworek, R. Stiefelhagen: Understanding what you feel: A Mobile Audio Tactile System for Graphics Used at Schools with Students with Visual Impairment. CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 25–30, 2020, Honolulu, HI, USA, 2020

C. Seibold, S. Reiß, J. Kleesiek, R. Stiefelhagen (2022), Reference-guided Pseudo-Label Generation for Medical Semantic Segmentation, 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence

S. Reiß, C. Seibold, A. Freytag, E. Rodner, R. Stiefelhagen (2021), Every annotation counts: Multi-label deep supervision for medical image segmentation, Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition

S. Sarfraz, M. Koulakis, C. Seibold, R. Stiefelhagen, Hierarchical Nearest Neighbor Graph Embedding for Efficient Dimensionality Reduction, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2022

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Corinna Haas-Hecker (CV:HCI)
Christina Szautner (ACCESS@KIT)

Wissenschaftliches Personal Forschungsgruppe CV:HCI

Alexander Jaus
Dr. Marios Koulakis
Zdravko Marinov
Dr. Manuel Martinez
Omar Moured
Kunyu Peng
Simon Reiß
Dr. Alina Roitberg
Dr. Saquib Sarfraz
David Schneider
Constantin Seibold
Dr. Kailun Yang
Jiaming Zhang

ACCESS@KIT:
Dr. Karin Müller
(stellvertretende Leitung)
Julia Anken
Angela Constantinescu
Gerhard Jaworek
Giuseppe Melfi
Angelika Scherwitz Gallegos
Ann-Christin Schmidt
Susanne Schneider
Dr. Thorsten Schwarz

EXIST-gefördert (Startup Nutribit,
<https://dishdetective.app/>)
Tobias Kahlert
Verena Heußer
Robin Rüde

Externe:
Florian Fervers
Manuel Martin
Gaspar Ramoa
Stéphane Vujasinovic
Sara Zalabny

// Website
cvhci.anthropomatik.kit.edu/
www.access.kit.edu



**[Prof. Dr. Christoph Stiller //
Institut für Mess- und Regelungstechnik]**

Christoph Stiller studierte von 1983 bis 1988 Elektrotechnik an der RWTH Aachen und an der Norwegischen Technischen Hochschule in Trondheim. In 1994 promovierte er an der RWTH Aachen. Von 1994 bis 1995 war er am INRS-Telecommunications in Montreal, Kanada tätig. Ab 1995 arbeitete er in der Vorausentwicklung der Robert Bosch GmbH und erhielt die geschäftsbereichsübergreifende Verantwortung für videobasierte Fahrfunktionen im Kfz.

Seit 2001 leitet er als Ordinarius das Institut für Mess- und Regelungstechnik am KIT und ist Mitglied der KIT-Fakultäten für Maschinenbau und Informatik. Seit 2009 ist er Direktor am Forschungszentrum Informatik und seit 2015 Sprecher des DFG Schwerpunktprogramms „Kooperativ interagierende Automobile“.

Er ist IEEE Fellow und war Präsident der IEEE Intelligent Transportation Systems Society (2012-2013). Er war Chefredakteur des IEEE Intelligent Transportation Systems Magazines (2009 - 2011) und Mitherausgeber mehrerer IEEE Transactions. Er ist Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

In 2010 war er für vier Monate als „Distinguished Visiting Scientist“, am CSIRO in Brisbane, Australien tätig und forschte in seinem Sabbatical in 2015 an der Stanford University und dem Bosch RTC in Kalifornien.

In 2006 wurde er für herausragende Lehre mit dem Weidenhammer Preis, in 2016 mit dem IEEE ITS Outstanding Application Award und in 2021 gemeinsam mit seinem Team mit dem PAMI Mark Everingham Prize der Computer Vision Foundation ausgezeichnet.

// Überblick und Allgemeines

Das Institut für Mess- und Regelungstechnik setzt seine Forschungsschwerpunkte in den Bereichen der automatischen Wahrnehmung und Verhaltensplanung für automatische Fahrzeuge und Lokalisierung im Schienenverkehr. Für Studierende werden im Hauptstudium vertiefende Vorlesungen und Praktika zur Mess- und Regelungstechnik angeboten, von denen sich mehrere auch auf automatisches Fahren konzentrieren.

Das Institut verfügt zudem über mehrere Versuchsfahrzeuge um die entwickelten Algorithmen im öffentlichen Straßenverkehr zu testen. Die institutseigenen Elektro- und Metallwerkstätten erlauben den Bau von selbst entworfenen Sensoraufbauten, bspw. zur Ausrüstung der Erprobungsfahrzeuge.

// Einblicke in die Forschung

Das Institut entwickelt seinen eigenen Softwarestack für automatisches Fahren, der kontinuierlich auf den Versuchsfahrzeugen getestet wird. Dieser umfasst alle Bereiche von der Kalibrierung und Perzeption über Lokalisierung, Kartierung und Prädiktion bis zur Verhaltens- und Trajektorienplanung.



Die Perzeption geschieht auf Basis von Kameras und Laserscannern, die zunächst mit einem am Institut entwickelten Ansatz zueinander kalibriert werden. Die Kamerabilder werden zur Erkennung von Fahrzeugen und Fußgängern mittels Deep Learning genutzt. Aus den Laserscannern wird mit evidenzbasierten Methoden eine Belegungskarte der Umgebung erstellt um Objekte und Freiraum zu detektieren. Vor der Verhaltensgenerierung werden die anderen Verkehrsteilnehmer prädiert. Das Institut forscht hierbei sowohl an regelbasierten Ansätzen, als auch an neuronalen Netzen auf Graphstrukturen.

Für die Verhaltensplanung hat das Institut einen Arbitrationsgraphen entwickelt, welcher sich durch hohe Modularität, Interpretierbarkeit und Wartbarkeit auszeichnet und hierarchisch ein auszuführendes Fahrmanöver selektiert. Für dieses Fahrmanöver wird dann eine Trajektorie geplant, wobei das Institut insbesondere an kooperativen und interaktiven Planungsalgorithmen forscht. Neben modellprädiktiver Regelung kommen dabei auch Methoden des Reinforcement Learning zum Einsatz. Zur Verhaltensplanung wird außerdem eine HD Karte der Umgebung verwendet. Die Forschungsgruppe arbeitet an Verfahren der Kartvalidierung, aber auch an kartenlosem Fahren. Zur Lokalisierung in dieser HD Karte forscht das Institut an visuellen Lokisierungsalgorithmen.

Im Bereich Schienenverkehr hat das Institut einen Sensor entwickelt, der den

„ferromagnetischen Fingerabdruck“ einer Schiene zur Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung verwendet.

// Projekte und Erfolge

Autonome Fahrzeuge der Forschungsgruppe wurden Finalist im Darpa Urban Challenge 2007 sowie Gewinner und Vize-Gewinner der Grand Cooperative Driving Challenges in 2011 und 2016. In 2013 fuhr ein Fahrzeug der Forschungsgruppe in Kollaboration mit Daimler autonom die Bertha-Benz Benz Route. Die KITTI Vision Benchmark Suite, ein weit verbreitetes Benchmark zur Detektion im automatischen Fahren, wurde 2012 am Institut entwickelt. Das verbreitete Kartenformat lanelet2 wurde 2018 am Institut entworfen. 2019 arbeitete das Institut an der Erstellung des Interaction Datensatzes mit. (Abb 1.)

Das Institut präsentiert seinen Softwarestack für automatisches Fahren bei vielen öffentlichen Demonstrationen, bspw. beim Intelligent Vehicles Symposium 2019 in Paris. 2021 hat das Institut ein neues Versuchsfahrzeug, genannt „Joy“, von BMW erhalten. Für „Joy“ entwickelte und fertigte das Institut eine neue Sensorbox, welche eine 360° Rundumsicht mit Kameras und Laserscannern, und Stereosicht nach vorne ermöglicht. Die Sensorbox und das neue Versuchsfahrzeug wurden auf dem Intelligent Vehicles Symposium 2022 in Aachen der Öffentlichkeit präsentiert, wobei auch interaktive Fahrsituationen demonstriert wurden.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Sieglinde Klimessch
Erna Nagler
Alexandra Stotz

Wissenschaftliches Personal

Frank Bieder
Etienne Bührle
Christoph Burger
Richard Fehler
Juncong Fei
Dr. Carlos Fernández López
Johannes Fischer
Ahmed Hammam
Felix Hauser
Franziska Henze
Haohao Hu
Fabian Immel
Johannes Janosovits
Danial Kamran
Christian Kinzig
Marvin Klemp
Hendrik Königshof
Bernd Kröper
Dr. rer. nat. Martin Lauer
Nick Le Large
Annika Meyer
Dr. Eduardo José Molinos Vicente
Felix Müßigmann
Piotr Orzechowski
Jan-Hendrik Pauls
Jannik Quehl
Kevin Rösch
Ömer Sahin Tas
Julia Truetsch
Royden Wagner
Lingguang Wang
Florian Wirth

Technische Mitarbeitende

Niklas Brückner
Goran Cicak
Marcus Hoffner
Thomas Lobe
Werner Paal

// Website
www.mrt.kit.edu/



**[Prof. Dr. Thorsten Strufe //
Praktische IT-Sicherheit (PS)]**

Thorsten Strufe ist Professor für praktische IT-Sicherheit, mit einem Fokus auf technischen Datenschutz, sowie Sprecher des Exzellenzclusters CeTI (Centre for Tactile Internet with Human-in-the-Loop) und Honorarprofessor an der TU Dresden.

Vor seinem Ruf an das KIT war Thorsten Strufe von 2014 bis 2019 Professor für Datenschutz und Datensicherheit (W3) an der TU Dresden, hatte einen Ruf auf die Professur Sicherheit und Privatheit der Uni Freiburg, war von 2009 bis 2014 Professor für Peer-to-Peer Netzwerken (W1) der TU Darmstadt und 2011 Vertretungsprofessor für Sichere verteilte Systeme (W2) an der Uni Mannheim. In dieser Zeit war er PI in mehreren Forschungsgruppen und Verbundprojekten, etwa dem SFB 912 HAEC (Highly Adaptive Energy-Efficient Communication, TU Dresden), dem SFB 1053 MAKI (Multi-Mechanismen-Adaption für das zukünftige Internet, TU Darmstadt), der Forschergruppe 733 QuaP2P (Verbesserung der Qualität von Peer-to-Peer-Systemen, TU Darmstadt) und diversen EU- und BMBF Verbundprojekten.

// Über den Lehrstuhl

Wir sind ein Lehrstuhl des Instituts KASTEL und damit Teil der Fakultät für Informatik. Innerhalb von KASTEL sind wir das ‚Lab Privacy and Security‘ als Teil der KASTEL Security Research Labs.

Unsere Forschungsinteressen liegen im Bereich des Privatsphärenschutzes und der Widerstandsfähigkeit von Netzen und vernetzten Systemen.

Diese sind in drei Forschungsbereiche unterteilt:

- Behavioral Privacy (Abb. 1)
- Anonymus Communication (Abb. 2)
- Network Security

Wir sind Mitglied im Exzellenzcluster CeTI (Centre for Tactile Internet with Human-in-the-Loop) und Teil des Helmholtz Topics ‚Engineering Secure Systems‘. Außerdem engagieren wir uns für den wissenschaftlichen Nachwuchs in der KIT Graduate School Cyber Security.

In unseren DFG-Projekten „Resilient Network Embeddings“ und „Anonymous Group Communication“ beschäftigen wir uns mit Fragen zum Privatsphärenschutz bei der Kommunikation im Internet, sowie der Bereitstellung von Kommunikationsmöglichkeiten auch entgegen Zensur oder Netzausfällen.

In unserem BMBF-Projekt „Propolis“ arbeiten wir daran, Smart-City-Applikationen wie Stau-Prädiktion, Parkplatz-



1

Management, Energie-Bereitstellung oder Verkehrsplanung mit anonymisierten Daten umzusetzen. Im BMBF-Projekt „SynthiClick“ erforschen wir Möglichkeiten, wie privatsphären-freundliche Alternativen zu Google Analytics, also Funktionen zur Reichweitenmessung und Analyse von Besuchspfaden auf Webseiten vollkommen anonym implementiert – und realistische, synthetische Pfade anonym generiert werden können.

In KASTEL untersuchen wir sowohl die Möglichkeiten zur Erkennung und Neutralisierung von Social-Engineering-Angriffen und Dark Patterns, als auch viele Fragestellungen zur Absicherung des Internets.

Im Exzellenzcluster schließlich beschäftigen wir uns damit, wie der Zugang zu Kenntnissen und Fähigkeiten demokratisiert werden kann, zum Beispiel mittels der Augmented oder Virtual Reality des Metaverse, ohne dabei private Informationen über die Benutzer preiszugeben.

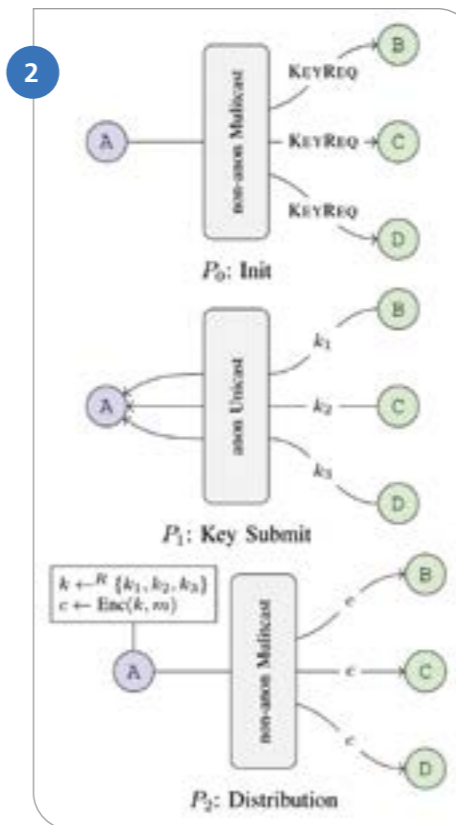
// Ausgewählte Publikationen

Thorsten Strufe [u. a.] (Hrsg.). „Tactile Internet: with Human-in-the-Loop.“ Academic Press. 2021.

Patricia Guerra-Balboa, Alex Miranda Pascual, Javier Parra-Arnau, Jodi Forne, and Thorsten Strufe. „Anonymizing Trajectory Data: Limitations and Opportunities.“ AAAI Workshop on Privacy-Preserving Artificial Intelligence. 2022.

Christiane Kuhn, Martin Beck, and Thorsten Strufe. „Covid Notions: Towards formal definitions—and documented understanding—of privacy goals and claimed protection in proximity-tracing services.“ Online Social Networks and Media (2021)

Patricia Arias-Cabarcos, Thilo Habrich, Karen Becker, Christian Becker, and Thorsten Strufe. „Inexpensive brainwave authentication: new techniques and



insights on user acceptance.“ USENIX Security Symposium (USENIX Security). 2021.

Christoph Coijanovic, Thorsten Strufe [u. a.] “2PPS – Publish/Subscribe with Provable Privacy.” 40th International Symposium on Reliable Distributed Systems (SRDS), Chicago. 2021.

Frederik Armknecht, Paul Walther, Gene Tsudik, Martin Beck, and Thorsten Strufe. „Promacs: Progressive and resynchronizing macs for continuous efficient authentication of message streams.“ ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (CCS). 2020.

Christiane Kuhn, Martin Beck, and Thorsten Strufe. „Breaking and (partially) fixing provably secure onion routing.“ IEEE Symposium on Security and Privacy (SP). 2020.

Clemens Deußer, Steffen Passmann, and Thorsten Strufe. „Browsing unicity: On the limits of anonymizing web tracking data.“ IEEE Symposium on Security and Privacy (SP). 2020.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Hildegard Sauer

Wissenschaftliches Personal
Dr. Amr Osman (Lehrstuhl Dresden)
Dr. Jan Reubold
Kamyar Abedi
Christoph Coijanovic
Matin Fallahi
Patricia Guerra-Balboa
Simon Hanisch
Shima Hassanpour (Lehrstuhl Dresden)
Alex Miranda-Pascual
Felix Morsbach
Daniel Schadt
Julian Todt

Assoziierte WissenschaftlerInnen
Prof. Dr. Patricia Arias-Cabarcos (KASTEL Fellow)
Dr. Javier Parra-Arnau (Alexander von Humboldt Fellow)

Alumni
Prof. Dr. Giang Nguyen
Prof. Dr. Stefanie Roos
Dr. Martin Beck
Dr. Martin Byrenheid
Dr. Ivan Gudymenko
Dr. Christiane Kuhn
Dr. Tao Li
Dr. Thomas Paul
Dr. Stefan Pfenning
Dr. Hani Salah
Dr. Benjamin Schiller
Dr. Paul Walther
Stephan Escher

// Website
ps.kastel.kit.edu/



[Jun.-Prof. Dr. Jan Stühmer //
Maschinelles Lernen und
Künstliche Intelligenz]

Jan Stühmer ist seit 2022 Juniorprofessor am Institut für Anthropomatik und Robotik sowie Gruppenleiter am Heidelberger Institut für Theoretische Studien der Klaus Tschira Stiftung. Dort leitet er die Forschungsgruppe für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz. Seine Kernforschungsgebiete liegen im Bereich von dateneffizienten Lernverfahren und interpretierbaren Repräsentationen.

Er schloss 2010 sein Studium der Informatik an der TU Dresden ab und promovierte 2016 an der TU München. Während der Promotion verbrachte er einen Forschungsaufenthalt am California Institute of Technology (Caltech). Im Anschluss an die Promotion ging er als Gastwissenschaftler an das Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory am Massachusetts Institute of Technology (MIT CSAIL) bevor er zunächst als PostDoc, dann als Researcher bei Microsoft Research Cambridge, UK und dem Microsoft MR&AI Lab in Zürich tätig wurde. Im Anschluss wechselte er 2020 zu Samsung AI in Cambridge.

// **Überblick und Allgemeines**

Die im Aufbau befindliche Forschungsgruppe für Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz beschäftigt sich mit der Entwicklung von neuartigen Algorithmen und Lernverfahren des maschinellen Lernens. Hierbei besteht insbesondere der Fokus auf dateneffizienten Lernverfahren, sowie der Entwicklung von Algorithmen für bessere Generalisierbarkeit und interpretierbare Repräsentationen.

Methoden des maschinellen Lernens und insbesondere Verfahren des Deep

Learnings haben in den letzten Jahren große Durchbrüche in vielfältigen Anwendungsbereichen erzielt. Dabei setzt insbesondere das Deep Learning jedoch große Datenmengen für das Training der Modelle voraus. Solche großen Datenmengen sind nicht in jedem Anwendungsfall verfügbar, und das Erstellen eines Trainingsdatensatzes ist oft mit einem großen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Dies führt zu einer verringerten Verfügbarkeit dieser maschinellen Lernverfahren und zu einer großen Einstiegshürde für ihre Verwendung.

Die in der Forschungsgruppe entwickelten Methoden des dateneffizienten Lernens erlauben es, ein Modell welches zum Beispiel an einem großen Standarddatensatz vortrainiert wurde, an eine neuartige Anwendung anzupassen.

Dabei kann der Datensatz, der für dieses sogenannte „Fine-Tuning“ verwendet wird, oftmals deutlich kleiner sein, als es ohne ein Vortrainieren des Modells möglich wäre. Ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe besteht insbesondere darin, Lernverfahren zu entwickeln, welche zu Modellen mit besserer Generalisierbarkeit führen. Hierdurch kann ein Modell an einem sehr kleinen Datensatz einer speziellen Domäne angepasst werden, ohne dass danach ein zu großer Fehler in der praktischen Verwendung zu erwarten ist. Dabei werden Erkenntnisse aus der Lerntheorie mit Verfahren der konvexen und nicht-konvexen Optimie-

rung kombiniert. Durch die Lerntheorie lässt sich beschreiben, welche Eigenschaften das Modell nach dem Training haben sollte. Hieraus können dann Nebenbedingungen für das Trainieren des Modells abgeleitet werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeitsgruppe sind interpretierbare Repräsentationen. Das Ziel ist zum einen, die Modelle interpretierbar und somit besser verständlich zu machen, zum anderen können mit diesen Verfahren grundlegende Zusammenhänge in Daten veranschaulicht werden. So können mit entsprechend zugeschnittenen Lernalgorithmen die zugrunde liegenden Faktoren und teilweise sogar Modelle der kausalen Zusammenhänge von beobachteten Daten abgeleitet werden. Insbesondere in den Naturwissenschaften ergeben sich dadurch interessante Anwendungen, verständliche Modelle von Daten abzuleiten. Zum Einsatz kommen hierbei Techniken der variationellen Inferenz, statistische Verfahren um unabhängige Komponenten und Faktoren abzuleiten, sowie Graph-Neural-Networks.

// **Ausgewählte Publikationen**

S.X. Hu, D. Li, J. Stühmer, M. Kim, T.M. Hospedales. Pushing the Limits of Simple Pipelines for Few-Shot Learning: External Data and Fine-Tuning Make a Difference. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2022.

M.M. Negri, V. Fortuin, J. Stühmer. Meta-learning richer priors for VAEs. Fourth Symposium on Advances in Approximate Bayesian Inference, 2021.

J. Stühmer, R. Turner, S. Nowozin. Independent subspace analysis for unsupervised learning of disentangled representations. International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS), 2020.

N. Stöhr, E. Yilmaz, M. Brockschmidt, J. Stühmer. Disentangling Interpretable Generative Parameters of Random and Real-World Graphs. NeurIPS Workshop on Graph Representation Learning, 2019.

J. Stühmer, P. Schröder, D. Cremers. Tree Shape Priors with Connectivity Constraints using Convex Relaxation on General Graphs. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2013.

J. Stühmer, S. Gumhold, D. Cremers. Real-time dense geometry from a handheld camera. Joint Pattern Recognition Symposium, 2010.

// **Website**
www.h-its.org/research/mli/



[Prof. Dr. Mehdi Tahoori // Dependable Nano Computing (CDNC)]

Mehdi Tahoori hat seit 2009 die Professur für Dependable Nano-Computing (Chair of Dependable Nano-Computing, CDNC) an der KIT-Fakultät für Informatik inne. Davor war er Associate Professor of Electrical and Computer Engineering an der Northeastern University, Boston, USA. Von August bis Dezember 2015 war er Gastprofessor des VLSI Design and Education Center (VDEC), University of Tokyo, Japan. Außerdem war er Forscher für die Fujitsu Laboratories of America in Sunnyvale, California von 2002 bis 2003. Er erhielt seinen Doktorgrad (Ph.D.) und Master (M.Sc.) in Elektrotechnik von der Stanford University jeweils in 2003 und 2002, sowie seinen Bachelor (B.Sc.) in Technischer Informatik (Computer Engineering) von der Sharif University, Iran, im Jahr 2000.

Derzeit ist er stellvertretender Chefredakteur des IEEE Design and Test Magazines. Er war Chefredakteur der Zeitschrift Microelectronic Reliability und Programmvorsitzende des VLSI Test Symposiums (VTS) in den Jahren 2021 und 2018, sowie Tagungsleiter des European Test Symposiums (ETS) im Jahr 2019. Prof. Tahoori wurde 2008 mit dem CAREER-Preis (Early Faculty Development) der National Science Foundation der USA ausgezeichnet. Er hat eine Reihe von Nominierungen und Auszeichnungen für die besten Beiträge auf verschiedenen Konferenzen und in Fachzeitschriften erhalten. Er ist Fellow des IEEE und Empfänger des European Research Council (ERC) Advanced Grant.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur Dependable Nano Computing (Chair of Dependable Nano-Computing, CDNC) erforscht zukünftige Technologien im Bereich der Architektur von Rechensystemen sowie energieeffizienten fehlertoleranten Systemen durch zukünftige Nano-

technologien. Die Annäherung daran läuft auf mehreren Ebenen ab, sodass die Interaktion verschieden abstrahierter Stufen des Designs, von der Technologieebene über die Schaltungsebene bis hin zur Hardware-Software-Architektur miteinbezogen werden. Wir untersuchen, wie das Rechnen im Ultra-Low-Energy Bereich mit normally-off Rechenparadigmen ermöglicht werden kann, indem nichtflüchtiger Spintronic Speicher eingesetzt wird. Weiterhin untersuchen wir, wie intelligente Ultra-Low-Cost-Sensoren durch druckbare elektronische Schaltungen (Printed Electronics) kosteneffizient für den Verbrauchermarkt realisiert werden können. Darüber hinaus beschäftigen wir uns mit kostengünstigen und energieeffizienten Designs für fehlertolerante Systeme, basierend auf zukünftigen Technologien für verschiedene Gebiete der Rechnerarchitekturen. Dies erstreckt sich von High-Performance Exascale Rechnern bis in den Bereich von eingebetteten Systemen und Internet of Things-Technologien (IoT).

// Projekte und Erfolge

Der Europäische Forschungsrat (ERC) zeichnet Mehdi Tahoori in der Vergaberunde 2021 mit einem Advanced Grant aus. Für seine Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Technischen Informatik gibt es in den nächsten fünf Jahren eine

Förderung von rund 2,5 Millionen Euro. So will Mehdi Tahoori, Professor für zuverlässiges Nanocomputing am Institut für Technische Informatik des KIT, mit dem Projekt PRICOM (steht für: Printed Computing) die Verbreitung von schnellen, kostengünstigen und zuverlässigen (Mini-)Computern auf dem Verbrauchermarkt und in der personalisierten Medizin ermöglichen. Damit können wir nicht nur wirtschaftliche Vorteile generieren, sondern auch ganz konkret Lebensqualität verbessern. Im Fokus von PRICOM steht die Entwicklung neuer Rechnerarchitekturen, die nicht wie bislang auf Siliziumchips, sondern auf dem Prinzip der additiven Fertigung basieren. Sensoren, die mit gedruckter Elektronik ausgestattet sind und direkt in das jeweilige Produkt implementiert werden sollen, können mehr Komponenten integrieren, Informationen besser aufbereiten und diese für die Nutzerinnen und Nutzer visualisieren. Mögliche Einsatzgebiete sind zum Beispiel schnelllebige Konsumgüter wie Lebensmittel oder individuell angefertigte Medizinprodukte und Medikamente. Mit unserem interdisziplinären Team wollen wir nun Lösungen entwickeln, die tauglich für den Transfer sind.

Das Team um Prof. Mehdi Tahoori gewinnt einen Best Paper Award IEEE Circuit and System Society für das Paper „Hardware Trojan Detection Using Change-point-Based Anomaly Detection Techniques“. Die ausgezeichnete Arbeit stellt eine Methode vor, welche Trojaner in frühen Phasen des Designs und der Fertigung neuer Hardware findet. Die Aktivierung von Trojanern in diesen Phasen kann mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens in nahezu allen Fällen entdeckt werden.

Dr. Dennis Gnad, der bereits im Jahr 2020 promovierte, erhält für seine Pro-

motion mit dem Titel „Remote Attacks on FPGA Hardware“ von der European Design & Automation Association (EDAA) den Outstanding Dissertation Award in der Kategorie „New directions in logic, physical design and CAD for analog/mixed-signal, nano-scale and emerging technologies“.

// Ausgewählte Publikationen

Zhang et al., “Machine learning based soft error rate estimation of pass transistor logic in high-speed communication”

Krautter et al., “Remote fault attacks in multitenant cloud fpgas”

Mayahinia et al., “Timedependent electromigration modeling for workload-aware design space exploration in stt-mram”

Ahmed et al., “Process and runtime variation robustness for spintronic-based neuromorphic fabric”

Krautter et al., “Data leakage through self-terminated write schemes in memristive caches”

Meyers et al., “Reverse engineering neural network folding with remote fpga power analysis”

Münch et al., “Mbist-based trim-search test time reduction for stt-mram”

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Iris Schröder-Piepka

Wissenschaftliches Personal
Soyed Tuhin Ahmed
Sina Bakhtavari Mamghani
Dr. Dennis Gnad
Surendra Hemaram
Atousa Jafari
Dr. Jonas Krautter
Mahta Mayahinia
Sergej Meschkov
Vincent Meyers
Dina Moussa
Christopher Münch
Brojogopal Sapui
Zhe Zhang

// Website
cdnc.itec.kit.edu

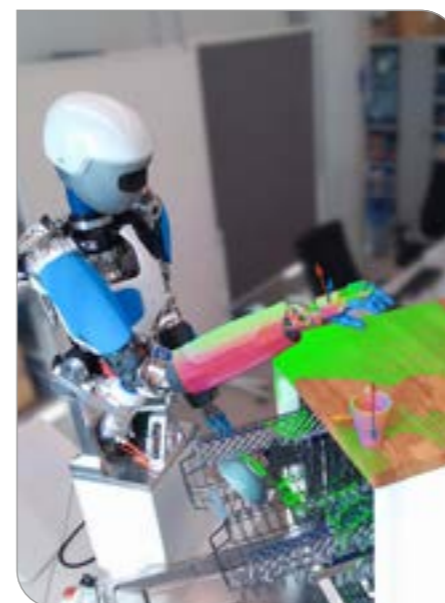


[Prof. Dr. Rudolph Triebel // Intelligent Robot Perception]

Rudolph Triebel studierte Informatik an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und an der Universidad del País Vasco in San Sebastián, Spanien. Nach seinem Diplom im Jahr 2001 und einem anschließenden Forschungsaufenthalt an der Carnegie Mellon Universität (CMU) in Pittsburg, USA, promovierte er 2007 in Freiburg zum Thema „Three-dimensional Perception for Mobile Robots“. Danach war er als Forschungsassistent und Dozent an der ETH Zürich, sowie als Post-Doktorand an der Universität Oxford tätig. Im Jahr 2013 wechselte er an die TU München, wo er 2015 zum Thema „Approaches for Efficient and Autonomous Learning in Robotics and Computer Vision“ habilitierte. Seit 2015 leitet er die Abteilung „Perzeption und Kognition“ am Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Im Juni 2023 wurde er in gemeinsamer Berufung mit dem DLR zum Universitätsprofessor am KIT für Intelligent Robot Perception ernannt. Die Professur ist am Institut für Anthropomatik und Robotik angesiedelt.

// Einblicke in die Forschung

Das Hauptaugenmerk der Forschungsgruppe liegt auf der Entwicklung von Algorithmen zur Roboterwahrnehmung. Hierzu gehören im Wesentlichen Methoden zur Objekterkennung, und -lageschätzung, zur Erkennung von Griffen für robotische Manipulation, aber auch eine möglichst genaue Darstellung der Umgebung mithilfe von Punktwolken und Karten in zwei und drei Dimensionen. Hierfür verwenden wir vorwiegend, aber nicht ausschließlich, Algorithmen des maschinellen Lernens, wobei insbesondere die Laufzeit- und Speichereffizienz der Lernverfahren, aber auch die Zuverlässigkeit ihrer Vorhersageunsicherheit im Vordergrund stehen. Ziel ist es, dadurch maschinelles Lernen auf realen Robotersystemen für Wahrnehmungsaufgaben umsetzbar zu machen, und darüber hinaus eine genaue Abschätzung der Fehlerwahrscheinlichkeit von datengestützten Vorhersagen zu erreichen. Anwendungsgebiete sind u.a. die Servicerobotik (z.B. im Haushalt), die industrielle Produktion, aber auch Erkundungsaufgaben und selbstständige Probenentnahmen in der Geländerobotik und in der planetaren Exploration.



// Ausgewählte Publikationen

Jongseok Lee, Ribin Radhakrishna Balachandran, Konstantin Kondak, Andre Coelho, Marco De Stefano, Matthias Humt, Jianxiang Feng, Tamim Asfour, Rudolph Triebel (2023) Virtual Reality via Object Pose Estimation and Active Learning: Realizing Telepresence Robots with Aerial Manipulation Capabilities. *Field Robotics*, 3, Seiten 323-367. doi: 10.55417/fr.2023010. ISSN 2771-3989.

Dominik Schnaus, Jongseok Lee, Daniel Cremers, Rudolph Triebel (2023) Learning Expressive Priors for Generalization and Uncertainty Estimation in Neural Networks. In: 40th International Conference on Machine Learning (ICML) 2023. ISSN 2640-3498.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal
Jongseok Lee

// Website

www.dlr.de/rm/desktopdefault.aspx/tabid-8023/11888_read-28100/



[Prof. Dr. Dorothea Wagner // Algorithmik]

Seit 2003 ist Dorothea Wagner Informatikprofessorin am Institut für Theoretische Informatik des Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Von 1976 bis 1986 studierte und promovierte sie an der RWTH Aachen. Nach der Habilitation 1992 an der TU Berlin hatte sie von 1994 bis 2003 einen Lehrstuhl für Informatik an der Universität Konstanz inne.

Dorothea Wagner hat mehr als 250 wissenschaftliche Arbeiten über Themen aus der Algorithmik veröffentlicht und hat mehrere nationale und internationale Forschungsprojekte koordiniert. Sie ist Mitglied der Academia Europaea, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften - acatech und der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Die Gesellschaft für Informatik hat Dorothea Wagner 2008 zum GI-Fellow ernannt. Für ihre Forschung zu Algorithmen für die Routenplanung erhielt sie 2012 einen Google Focused Research Award. Von der Alexander von Humboldt Stiftung wurde ihr 2018 die Werner Heisenberg-Medaille verliehen und 2019 wurde sie für ihre Verdienste um die Informatik mit der Konrad-Zuse-Medaille ausgezeichnet.

Professorin Wagner war bzw. ist Mitglied in etlichen Gremien der Wissenschaft, unter anderem war sie Sprecherin des Wissenschaftlichen Beirats des Leibniz-Zentrums für Informatik Schloss Dagstuhl, Sprecherin des DFG-Fachkollegiums Informatik und von 2007 bis 2014 Vizepräsidentin der DFG. Seit 2015 ist sie Mitglied im Wissenschaftsrat und seit 2020 dessen Vorsitzende.

// Überblick und Allgemeines

Die Professur für Algorithmik von Professorin Wagner beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Analyse von Graphenalgorithmen und geometrischen Algorithmen für die Bearbeitung großer

und komplexer Netzwerke wie Verkehrsnetze, Energienetze, Sensornetze oder Soziale Netze. Ziel dieser Forschung ist es, theoretisch fundierte und gleichzeitig praktikable Algorithmen zu entwickeln und damit tragfähige Brücken zwischen Theorie und Praxis zu spannen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Methodik des Algorithm Engineering.

Der Schwerpunkt Graphentheorie und Graphenzeichnen umfasst die Analyse von strukturellen Eigenschaften von Graphen und insbesondere deren Zusammenhang zu geometrischen und topologischen Repräsentationen, wie etwa Zeichnungen. Dies beinhaltet Algorithmen und Methoden für planare Graphen, Untersuchungen der algorithmischen Komplexität von Problemen mit reellwertigen Parametern, sowie strukturelle Graphentheorie und lineare Graphenlayouts.

Aktuelle Forschungsarbeiten im Schwerpunkt Routenplanung betreffen die Fahrplanauskunft, die multimodale Routenplanung, die Routenplanung in zeitabhängigen und dynamischen Szenarien und die Nutzung von Routenplanungsalgorithmen für die Verkehrsumlegung und -simulation.

Die aktuelle Forschung zur Netzwerkanalyse beschäftigt sich mit Algorithmen für die Clusterung von Graphen und Hypergraphen und der systematischen Generie-

rung sehr großer Graphen mit vorgegebenen Eigenschaften.

Im Schwerpunkt Energienetze werden graph-basierte Methoden für den Ausbau und Betrieb von Energieversorgungsnetzen entwickelt. Aktuelle Themen betreffen die optimale Platzierung von Kontrolleinheiten im Netz, die optimale Erweiterung des Netzes durch neue Trassen und die Netzplanung in Windparks.

// Ergebnisse und Erfolge

Für die Präsentation seiner Arbeit „The Complexity of the Hausdorff Distance“ wurde Paul Jungeblut sowohl beim 38th European Workshop on Computational Geometry, EuroCG 2022, als auch bei dem international hochrangigen 38th International Symposium on Computational Geometry, SoCG 2022 mit dem „Best Student Presentation Award“ ausgezeichnet. Torsten Ueckerdt erhielt (gemeinsam mit seinen Koautoren) für die Arbeit „Edge-Minimum Saturated k-Planar Drawings“ den Best Paper Award des 29th International Symposium on Graph Drawing and Network Visualization, GD 2021. Im Juni 2022 hielt Torsten Ueckerdt einen eingeladenen Hauptvortrag auf dem 48th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG2022). Bei der PACE Challenge 2021 haben Lars Gottesbüren und Michael Hamann gemeinsam mit weiteren Mitgliedern des ITI und des Hasso Plattner Institutes sowohl den Exact Track als auch den Heuristic Track zum Cluster Editing gewonnen.

Der Lehrstuhl bereitet jedes Sommersemester Teams des KIT auf den International Programming Contest (ICPC) vor. Dabei waren die Teams des KIT in den letzten Jahren besonders erfolgreich. Im März 2021 wurde das beste KIT-Team beim Nordwesteuropäischen Regionalentscheid (NWERC) des ICPC mit einer Goldmedaille prämiert und hat sich damit für die World Finals in Dhaka, Bangladesch qualifiziert, welche im No-



vember 2022 stattfinden werden. Im November 2021 konnte das beste KIT-Team beim NWERC eine Silbermedaille erringen und im Juni 2022 gewann das beste KIT-Team den German Collegiate Programming Contest des ICPC. Seit 2020 ist Dorothea Wagner Vorsitzende des Wissenschaftsrates. Die entsprechenden Aufgaben in der Lehre und die Leitung des Lehrstuhls übernimmt seit Sommersemester 2020 Torsten Ueckerdt im Rahmen einer Vertretungsprofessur.

// Ausgewählte Publikationen

L. Merker, P. Jungeblut, T. Ueckerdt: A Sublinear Bound on the Page Number of Upward Planar Graphs. SODA 2022 – 33rd Annual ACM–SIAM Symposium on Discrete Algorithms, p. 963–978.

L. Gottesbüren, M. Hamann: Deterministic Parallel Hypergraph Partitioning. Euro-Par 2022 – 28th International Conference on Parallel and Distributed Computing, p. 131–141.

B. Strasser, D. Wagner, T. Zeitz: Space-Efficient, Fast and Exact Routing in Time-Dependent Road Networks. ESA 2020–28th Annual European Symposium on Algorithms, p. 81:1–81:14.

J. Sauer, D. Wagner, T. Zündorf: Faster Multi-Modal Route Planning With Bike Sharing Using ULTRA. SEA 2020 – 18th International Symposium on Experimental Algorithms, p. 16:1–16:14.

S. Gritzbach, D. Wagner, M. Wolf. Negative Cycle Canceling with Neighborhood Heuristics for the Wind Farm Cabling Problem. e-Energy 2020 – The Eleventh ACM International Conference on Future Energy Systems, p. 299–307.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Isabelle Junge

Wissenschaftliches Personal
Lukas Barth
Guido Brückner
Valentin Buchhold
Lars Gottesbüren
Sascha Gritzbach
Michael Hamann
Paul Jungeblut
Laura Merker
Tamara Mtsentintze
Jonas Sauer
Marcel Radermacher
Torsten Ueckerdt
Franziska Wegner
Matthias Wolf
TIm Zeitz
Tobias Zündorf

Technische Mitarbeitende
Ralf Kölmel

// Website
i11www.iti.kit.edu



[Prof. Dr. Alex Waibel // Interactive Systems Labs]

Alexander Waibel ist Professor an der KIT-Fakultät für Informatik sowie an der School of Computer Science an der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA. Er ist Direktor von interACT, dem International Center for Advanced Communication Technologies, ein Netzwerk von neun führenden Forschungseinrichtungen weltweit.

Die Forschungsinteressen von Alex Waibel konzentrieren sich auf Künstliche Intelligenz sowie multilinguale und multimodale Mensch-Maschine-Interaktionstechnologien. Sein Arbeiten war schon früh angetrieben von der Überzeugung, dass intelligente Systeme nur durch maschinelles Lernen und Interaktion möglich würden. Mit dem Time-Delay Neural Network (TDNN) stellte er 1987 das erste verschiebungsinvariante („convolutional“) Neuronale Netz vor, einer der wichtigsten Grundbausteine heutiger KI. Darauf aufbauend entwickelten er und sein Team mehrere neue Technologien zur Überwindung von Sprach-Barrieren: u. a. erster Dialog-Sprachübersetzer als Prototyp (1991) und Produkt (2009), erster Simultan-Übersetzer von Vorlesungen als Prototyp (2005), als Dienst für Studierende (2012) und als Produkt (2015). Neben seiner wissenschaftlichen Arbeit widmet er sich besonders dem Transfer neuer Technologien in die Industrie, öffentliche und humanitäre Dienste. Er war Gründer von über 10 Startups, die von Firmen (Facebook, Zoom, 3M, ...) übernommen wurden, oder zu einem Börsengang führten.

Waibel ist Fellow der IEEE und ISCA, sowie Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften „Leopoldina“. Seine Arbeiten sind in über 900 Publikationen (h-index 94) dokumentiert und wurden durch die 2023 IEEE Flanagan Field Medal, sowie zahlreiche weitere Preise gewürdigt.

// Überblick und Allgemeines

Die **Interactive Systems Labs (ISL)** erforschen **Technologien, die die menschliche Kommunikation verbessern**, und umfassen Themen wie multimodale Schnittstellen, Spracherkennung, maschinelle Übersetzung, Sprachsynthese, Handschriftenerkennung, Mensch-Maschine-Interaktion, Neuronale Netze und Maschinelles Lernen.

Das übergreifende Ziel der Forschungsarbeiten ist das Überwinden von Kommunikationsbarrieren zwischen Menschen durch lernende KI-Systeme, die simultan und konsekutiv Dolmetschleistungen in unterschiedlichen Situationen und Lebenslagen übernehmen können. Der „Lecture Translator“ ist hierzu die Realisierung langjähriger Vorarbeiten: Gesprochene Sprache simultan, mit mensch-ähnlicher Genauigkeit, schritt haltend bei niedrigster Latenz in beliebigen Sprachen erkennen und übersetzen zu können; und dies in die Zusammenarbeit zwischen Menschen so einzuführen, dass es zunehmend zu einem sprachensprache- bzw. barrierefreien Miteinander führt. (Abb. 1) Die zugrunde liegenden Algorithmen und Systeme unterstützen ausländische Studierende im Vorlesungsbetrieb am KIT und an Partneruniversitäten, sie fertigen simultane Untertitelung für Hörbehinderte an und vermitteln bei Arzt-Patienten-Dialogen mit Migrantin-

Kommunikation über verschiedene Sprachen und Barrieren hinweg – möglich durch die Technologien entwickelt in den Interactive Systems Labs

nen und Migranten (wie z. B. in Zusammenarbeit mit dem Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim). Während des COVID-19-Lockdowns 2020 konnten die Simultanübersetzer am KIT sogleich ohne Umstellung ZOOM-Lehre und Video-Konferenzen in verschiedenen Sprachen durch automatische Transkription, Übersetzung und Suchbarkeit sowohl in Echtzeit als auch in archivarischem Material beim Studium anbieten.

// Forschung und Erfolge

Durch das automatische neuronale Lernen in der Sprache konnte die nötige Qualität, Geschwindigkeit und Skalierbarkeit der Sprach-Erkennung (nun erstmalig besser als der Mensch!), -Verarbeitung, und -Übersetzung erreicht werden, um das nötige Sprachwissen automatisch/datengetrieben aufzunehmen, Anpassungsfähigkeit, und multilinguale Skalierbarkeit auf vielen Sprachen und Integration in menschen-freundlichen Benutzerschnittstellen sicher zu stellen. Dies konnte jüngst erreicht werden, so dass die Systeme schon nach kurzer Zeit in Deutschland, Europa und weltweit erfolgreich zum Einsatz kommen, um ein globales Miteinander zu vereinfachen und zu ermöglichen. Auch die Umsetzung dieser Grundlagen ist auf Wirken des ISL zurückzuführen, da Ausgründungen aus dem Institut in Deutschland, USA und Japan nun den Kern von Sprachsystemen bei Facebook, ZOOM, 3M und anderen Unternehmen bilden.



// Ausgewählte Publikationen

“Super-Human Performance in Online Low-latency Recognition of Conversational Speech“, T.-S. Nguyen, S. Stueker, A. Waibel, INTERSPEECH 2021, Brno, Czech Republic, Aug. 30–Sep. 03, 2021

“Very Deep Self-Attention Networks for End-to-End Speech Recognition“, N.-Q. Pham, T.-S. Nguyen, J. Niehues, M. Müller, S. Stüker, A. Waibel, The 20th Annual Conf. of the Int. Speech Communication Association, INTERSPEECH, Austria, 2019.

“Multimodal Dialogue Processing for Machine Translation“, A. Waibel, in: Handbook for Multimodal Dialogue, S. Oviatt, Ph. Cohen, eds., Morgan & Claypool (2019), pgs. 557 – 620.

“Low-Latency Neural Speech Translation“, J. Niehues, N.-Q. Pham, T.-L. Ha, M. Sperber, A. Waibel, INTERSPEECH 2018, Hyderabad, India, Sept. 2–6, 2018.

“Lecture Translator – Speech Translation Framework for Simultaneous Lecture Translation“, M. Müller, T.-S. Nguyen, J. Niehues, E. Cho, B. Krüger, T.-L. Ha, K. Kilgour, M. Sperber, M. Mediani, S. Stüker, A. Waibel, Proceedings of the 15th Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL), USA, 2016.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Silke Dannenmaier (Sekretariat)
Margit Rödder (Presse und Öffentlichkeitsarbeit)

Wissenschaftliches Personal

Leonard Bärmann
Stefan Constantin
Hazim Ekenel
Christian Huber
Aya Khader
Mohamed Mediani
Carlos Mullov
Thai Binh Nguyen
Tuan-Nam Nguyen
Ngoc Quan Pham
Fabian Retkowski
Enes Yavuz Ugan
Dogucan Yaman
Fevziye İrem Yaman

// Website

isl.anthropomatik.kit.edu



[TT.-Prof. Christian Wressnegger // Intelligente Systemsicherheit]

Christian Wressnegger ist Leiter des Lehrstuhls für Intelligente Systemsicherheit am KASTEL-Institut. Er und sein Team forschen an der Schnittstelle des maschinellen Lernens und der IT-Sicherheit. Dabei beschäftigten sie sich mit dem Einsatz von KI zum Schutz von Computersystemen aber auch mit der Sicherheit und Erklärbarkeit von KI selbst.

Bereits in seinem Masterstudium an der TU Graz hat er IT-Sicherheit und KI als Studienschwerpunkte verfolgt. Nach mehreren Jahren in der IT-Sicherheitsindustrie in Wien und Berlin, wechselte er zur Promotion in die akademische Welt.

Im Jahr 2018 promovierte Christian Wressnegger an der TU Braunschweig zum Thema „Effizientes Maschinelles Lernen für die Angriffserkennung“ ehe er dem Ruf ans KIT folgte. Dort ist er seit 2019 als Junior-Professor tätig und baut das Forschungsprofil des KIT in Richtung Cybersicherheit von KI aus.

Er ist PI der „KASTEL Security Research Labs“ und Co-Sprecher des Produktionslabors des HGF-Topics „Engineering Secure Systems“. Des Weiteren engagiert er sich als Sprecher der „KIT Graduate School Cyber Security“ in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchts. International ist er als Gutachter für höchstrangige Konferenzen und Journale tätig.

Für seine Arbeit erhielt er ua. den Distinguished Paper Award des „USENIX Security Symposiums“ und stand im Finale des CAST/GI Dissertationspreises für IT-Sicherheit. In der Lehre wurde er sowohl am KIT als auch an der TU Braunschweig für die beste Vorlesung ausgezeichnet.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschung der Gruppe „Intelligente Systemsicherheit“ am KASTEL-Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit unterteilt sich in drei Bereiche:

1. MLSEC

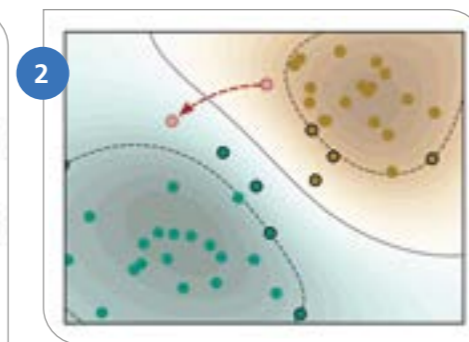
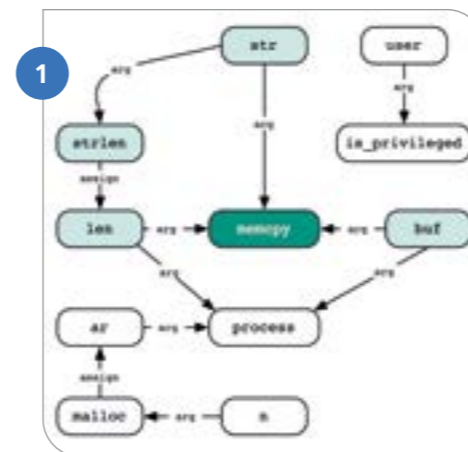
Zum einen beschäftigen wir uns mit dem Einsatz von maschinellem Lernen in der Computersicherheit. Hier untersuchen wir wie man mit Hilfe von lernenden Systemen, zum Beispiel, Schwachstellen in Software findet oder Schadcode (Malware) identifiziert und analysiert. Auch die selbst-lernende Angriffserkennung auf Netzwerkebene ist ein zentrales Thema. (Abb. 1)

2. SECML

Zum anderen forschen wir an der Sicherheit von maschinellem Lernen. Also wie lernende Systeme über Manipulationen der Eingabedaten oder des KI-Modells angegriffen und wie diese Angriffe abgewehrt werden können. Solche Angriffe sind sowohl für klassische Anwendungen wie das autonome Fahren oder die Robotik relevant, als auch für das Umgehen von lernenden Angriffserkennungssystemen wie sie oben erwähnt wurden. (Abb. 2)

3. SEC

Zusätzlich setzen wir uns auch leidenschaftlich gerne mit praktischer IT-Sicherheit auseinander die ohne maschinelles



// Ausgewählte Publikationen

D. Arp et al. „Dos and Don'ts of Machine Learning in Computer Security“ USENIX Security Symposium 2022 **Distinguished Paper Award**

Q. Zhao et al. „Non-Uniform Adversarially Robust Pruning“ International Conference on Automated Machine Learning (AutoML) 2022

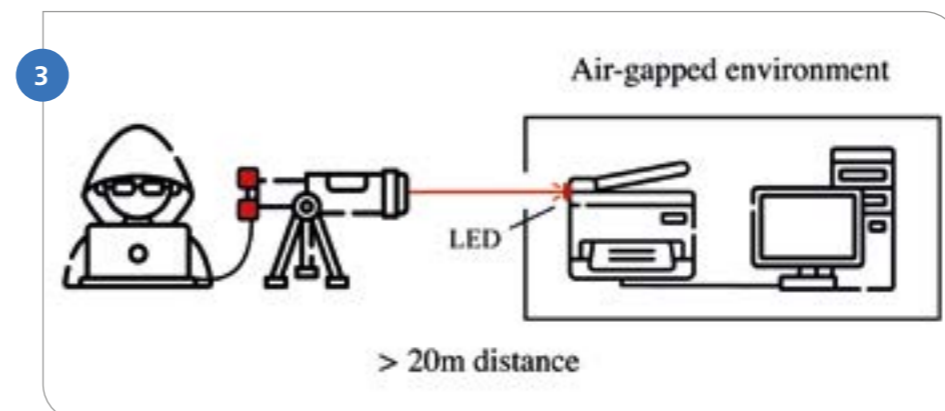
N. Demir et al., „Reproducibility and Replicability of Web Measurement Studies“ ACM Web Conference (WWW) 2022 **Best Paper Award Runner-Up**

N. Kühnapfel et al. „LaserShark: Establishing Fast, Bidirectional Communication into Air-Gapped Systems“ Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC) 2021

Lernen auskommt (SEC). Zum Beispiel, führen wir Internet-weite Messungen zu web-basierter Sicherheit durch, untersuchen die Effektivität von Aimbots für Onlinespiele oder nutzen Laser zur versteckten Kommunikation mit Schadcode über die Grenzen von abgeschotteten Computersystemen hinweg.

// Projekte und Erfolge

Aktuell sind wir in unterschiedlichen Forschungsprojekten zu IT-Sicherheit und der Sicherheit von lernenden Systemen beteiligt. Zum Beispiel forschen wir zur Robustheit von maschinellem Lernen in IoT-Systemen oder wie Datenlieferketten von KI-basierten Anwendungen effektiv abgesichert werden können. Hier leistet die IntelliSec Forschungsgruppe wichtige Beiträge zur Forschung für die sie regelmäßig ausgezeichnet wird. (Abb. 3)



// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Hildegard Sauer
Dr. Philipp Scherzer

Wissenschaftliches Personal
Nurullah Demir
Achyut Hegde
Yilin Ji
Daniel Kaestner
Qi Lei
Max Noppel
Qi Sánchez
Qi Zhao

// Website
intellisec.de



[Prof. Dr. Martina Zitterbart // Hochleistungskommunikation]

Martina Zitterbart ist seit 2001 Informatikprofessorin am Institut für Telematik des KIT. Sie studierte von 1982 bis 1987 Informatik an der damaligen Universität Karlsruhe (TH) und promovierte dort 1990. Es folgten zwei Jahre als Gastwissenschaftlerin am IBM T.J. Watson Forschungslabor, New York, USA. 1994 wurde sie an der Universität Karlsruhe habilitiert. Nach Vertretungsprofessuren an den Universitäten Mannheim und Magdeburg folgte 1994 ihre Berufung als C4-Professorin an die TU Braunschweig.

Der Alcatel-SEL-Forschungspreis „Technische Kommunikation“ wurde Martina Zitterbart 2002 verliehen. Ihre Dissertation wurde mehrfach ausgezeichnet. 2020 erhielt sie den Fakultätslehrpreis. Ihre Lehrveranstaltungen wurden mehrfach als beste Lehrveranstaltungen der Fakultät für Informatik bewertet.

Martina Zitterbart koordinierte das DFG-Schwerpunktprogramm 1140 „Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für vernetzte mobile Systeme“ und war DFG-Fachgutachterin (2000–2003, 2008–2011). Derzeit ist sie Principal Investigator in den KASTEL Security Research Labs und Mitglied des wissenschaftlichen Direktoriums Schloss Dagstuhl, Leibniz-Zentrum für Informatik.

Martina Zitterbart war 2004–2006 Dekanin der Fakultät für Informatik und mehrfach Studiendekanin für Informationswirtschaft (2002–2004, 2010–2014) bzw. Wirtschaftsinformatik (seit 2019).

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe von Prof. Zitterbart befasst sich mit Protokollen, Algorithmen und Architekturen für die Hoch-

leistungskommunikation. Dabei spielt das Internet eine wichtige Rolle, ebenso das Internet der Dinge, das industrielle Internet, zukünftige Energienetze sowie Mobilkommunikation der nächsten Generation (6G). Es werden Software-basierte Netze und Netzvirtualisierung untersucht, Verfahren zur Realisierung autonomer Netze konzipiert sowie neue Mechanismen für Netzsicherheit entwickelt. Mit Methoden des maschinellen Lernens werden neue Wege zur Angriffserkennung oder zum Traffic Engineering untersucht.

// Projekte und Erfolge

Im Projekt bwNET2020+ wird eng mit Forschungsgruppen und Rechenzentren mehrerer Universitäten sowie dem Landeshochschulnetz BelWü zusammengearbeitet um Konzepte für „Self-Driving Networks“ voranzutreiben, welche einen weitestgehend selbstorganisierten, autonomen Netzbetrieb ermöglichen sollen. Die Forschungsgruppe fokussiert sich dabei auf zukunftsweisende Verfahren zur Verkehrskontrolle, wozu auch der Einsatz von maschinellem Lernen untersucht wird.

In den letzten Jahren wurde in der Forschungsgruppe die hochskalierbare Routing-Architektur KIRA entwickelt, welche resiliente Konnektivität für die Kontrollebene von Netzen bereitstellt [1]. Damit kann die Erreichbarkeit und Kontrolle

hunderttausender vernetzter Ressourcen in diversen Topologien trotz massiver Störungen gewährleistet werden.

In den BMBF-geförderten Projekten Open6GHub und 6G-ANNA erforscht die Gruppe von Prof. Zitterbart Konzepte für flexible, selbstorganisierende Netze für die Mobilkommunikation der Zukunft. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Kontrollebene der Kommunikationsnetze, deren robuster und performanter Betrieb Voraussetzung für den eigentlichen Datenaustausch ist.

Prof. Zitterbart ist Principal Investigator in den KASTEL Security Research Labs und fokussiert sich dort auf Aspekte der Netzsicherheit sowie auf den Schutz der Privatsphäre. Für letzteres wurde mit DecentID ein dezentrales Identitätsmanagement inkl. Sybill-Abwehr konzipiert. Zur Erhöhung der Netzsicherheit werden Resilienzmechanismen (z. B. Paketduplikation und redundantes Routing) sowie Verfahren zur Abwehr von DDoS-Angriffen basierend auf Reinforcement Learning und Heavy-Hitter-Erkennung [2] untersucht. Im BMBF-geförderten Projekt KIWI werden Methoden des maschinellen Lernens aus der Bilderkennung zur DDoS-Angriffserkennung eingesetzt [3].

Im DFG-Schwerpunktprogramm 1914 (Cyber-Physical Networking) wurde ein kooperativer Ansatz zur Verkehrs- und Qualitätskontrolle konzipiert in dem sich Steuerkomponenten des Netzes eng mit der Kontrollschleife der Anwendungen abstimmen um eine bestmögliche Netzauslastung und Anwendungsqualität zu gewährleisten.

Zusammen mit Forschungsgruppen aus der Energieinformatik und der Leistungselektronik leistet die Forschungsgruppe wichtige Beiträge zur Gestaltung des

Energienetzes der Zukunft. Die verfolgte Vision ist ein Energiepakete-basiertes Stromnetz, das robusteren, flexibleren und effizienteren Umgang mit volatilen Energiequellen ermöglicht um die Herausforderungen der Energiewende zu meistern. Erste Architekturen und Kommunikationsprotokolle wurden bereits vorgestellt [4] und eine prototypische Hardware- und Software-Realisierung für den Austausch von Energiepaketen präsentiert [5].

// Ausgewählte Publikationen

[1] R. Bless, Z. Despotovic, A. Hecker, M. Zitterbart; KIRA: Distributed Scalable ID-based Routing with Fast Forwarding; IFIP Networking 2022

[2] H. Heseding, M. Zitterbart; ReCEIF: Reinforcement Learning-Controlled Effective Ingress Filtering, IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN) 2022

[3] S. Kopmann, H. Heseding, M. Zitterbart; HollywoodDDoS: Detecting Volumetric Attacks in Moving Images of Network Traffic, IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN) 2022

[4] K. Schneider, F. Wiegel, D. Schulz, V. Hagenmeyer, M. Hiller, R. Bless, M. Zitterbart; Designing the Interplay of Energy Plane and Communication Plane in the Energy Packet Grid; IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN), 2021

[5] D. Schulz, K. Schneider, M. Weißbecher, V. Hagenmeyer, M. Zitterbart, M. Hiller; Hardware Realization of Participants in an Energy Packet-based Power Grid, IEEE International Symposium, Power Electronics for Distributed Generation Systems, 2022

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Beatrix Josimovski-Kohl
Astrid Natzberg

Wissenschaftliches Personal

PD Dr. Roland Bless
Dr. Sebastian Friebe
Hauke Heseding
Markus Jung
Michael König
Samuel Kopmann
Hendrik Mahrt
Felix Neumeister
Klemens Schneider
Paul Seehofer

Technisches Personal

Detlev Meier
Frank Winter

// Website

telematics.tm.kit.edu



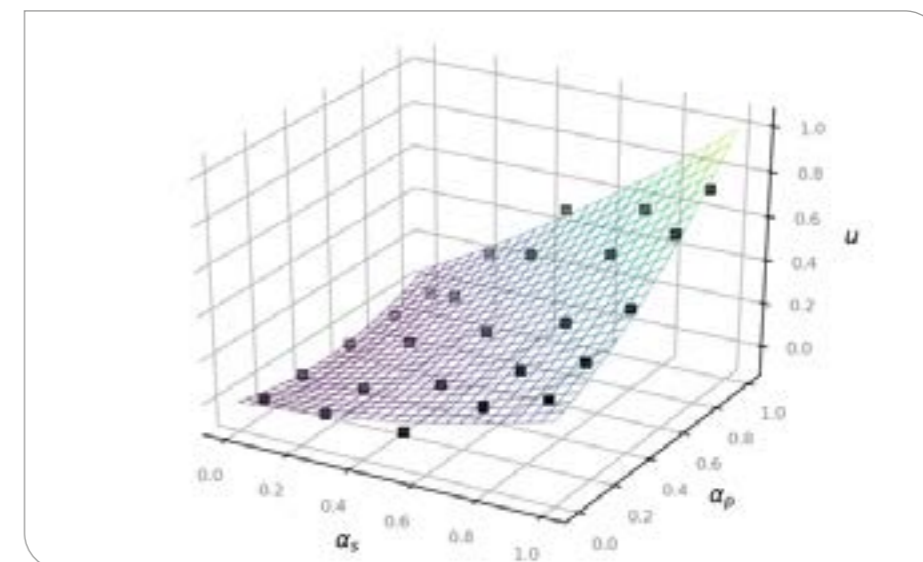
**[T.-T.-Prof. Dr. Frederike Zufall //
Öffentliches Recht und
Informatik]**

Frederike Zufall studierte von 2004 bis 2010 Rechtswissenschaften (Erstes Staatsexamen mit Prädikat) an der Humboldt-Universität zu Berlin und der Université Panthéon-Sorbonne (Paris I). Im Anschluss folgte an der Humboldt-Universität die Promotion mit einem rechtsvergleichenden Thema zum japanischen Recht. Ihr Rechtsreferendariat und das Zweite Juristische Staatsexamen absolvierte sie mit Prädikat am Oberlandesgericht Frankfurt a.M. 2016 wurde sie auf eine Assistenzprofessur an das Waseda Institute for Advanced Study der Waseda Universität in Tokyo berufen und forschte dort interdisziplinär bis zum Jahr 2019. Nach einem weiteren Jahr an der Freien Universität Brüssel (Law Science Technology Society Research Group), begann sie ihr Habilitationsvorhaben am Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern in Bonn. Seit Juni 2023 ist sie am Zentrum für angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) Inhaberin des Lehrstuhls für Öffentliches Recht und Informatik.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe forscht interdisziplinär an der Schnittstelle zwischen Rechtswissenschaft und Informatik. Zentrales Thema ist die Operationalisierung des Rechts zur Realisierung Künstlicher Intelligenz sowie deren technische und rechtliche Grenzen. Hier liegt ein Schwerpunkt auf Methoden des maschinellen Lernens und des Natural Language Processings (NLP). Erkenntnisse dieser angewandten Forschung bilden gleichzeitig auch die Grundlage rechtsdogmatischer Forschung zur Regulierung Künstlicher Intelligenz und des Datenrechtes auf EU Ebene sowie aus rechtsvergleichender Perspektive.

Mathematische Modellierung einer juristischen Interessenabwägung, Zufall et al. 2022



// Ausgewählte Publikationen

Lin Kyi, Sushil Ammanaghatta Shivakumar, Cristiana Teixeira Santos, Franziska Roesner, Frederike Zufall, and Asia J. Biega. 2023: Investigating Deceptive Design in GDPR's Legitimate Interest. In Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 583, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580637>

Frederike Zufall / Marius Hamacher / Katharina Kloppenborg / Torsten Zesch. 2022. A Legal Approach to Hate Speech – Operationalizing the EU's Legal Framework against the Expression of Hatred as an NLP Task. In Proceedings of the Natural Legal Language Processing Workshop, EMNLP 2022. Association for Computational Linguistics, Abu Dhabi, United Arab Emirates (Hybrid), 53-64. <https://aclanthology.org/2022.nllp-1.5>

Frederike Zufall / Rampei Kimura / Linyu Peng: Towards a simple mathematical model for the legal concept of balancing of interests, Artificial Intelligence and Law, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10506-022-09338-3>

Frederike Zufall / Raphael Zingg: Data Portability in a Data-Driven World, in: Shin-yi Peng / Ching-Fu Lin / Thomas Streinz (Eds.), Data Regulation as Artificial Intelligence Regulation, Cambridge University Press 2021, 215-234. <https://doi.org/10.1017/9781108954006.012>

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Stefanie Fuchs

Wissenschaftliches Personal
Dr. Gustavo Gil Gasiola
Dr. Paul Friedl