

Portrait der KIT-Fakultät für Informatik



IMPRESSUM

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Fakultät für Informatik
Am Fasanengarten 5
Gebäude 50.34
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721/608-44344
E-Mail: pr@informatik.kit.edu
www.informatik.kit.edu

REDAKTION

Isabel Häuser, Sebastian Schäfer

KONZEPTION, GESTALTUNG UND SATZ:

modus: medien+kommunikation gmbh
www.modus-media.de

DRUCK:

naberDRUCK GmbH, 76549 Hügelsheim
Gedruckt auf 100 Prozent
Recyclingpapier mit dem Gütesiegel
„Der Blaue Engel“

Oktober 2022



TITELBILD:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

FOTOS:

Acess@KIT: S. 34
Lydia Albrecht/KIT: S. 6, S. 17
berkozell/istockphoto: S. 30
Franziska Boehm: S. 58
BOSCH: S. 33
CES/KIT: S. 77
Thomas Dreier/ZAR: S. 65
Andreas Drollinger: S. 28, 29
Andrea Fabry: S. 35
Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
IOSB: S. 17
Katrín Gerling: S. 68
Pascal Friederich: S. 19, 34, 66
Pervasive Computer Systems/TECO: S. 51
FZI Forschungszentrum Informatik: S. 17
H2T/KIT: S. 32, 46, 47
Heidelberger Institut für Theoretische Studien HITS / Gülay Keskin: S. 17
HERA/KIT: S. 85
Interactive Systems Lab: S. 127
Intelligente Prozessautomation und Robotik: S. 132
Leibniz-Institut für Informationsstruktur FIZ: S. 17
Kevin Lorenzi: S. 20, 96
KIT-Fakultät für Informatik: S. 8, 9, 10, 11, 17, 43, 140, 141
Karlsruher Institut für Technologie KIT: S. 4, 5, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24,
44, 48, 50, 52, 54, 56, 60, 62, 64, 46, 48, 50, 54, 56, 57, 58, 64, 70, 72, 74,
76, 78, 80, 84, 86, 88, 89, 92, 94, 98, 104, 108, 110, 112, 114, 118, 122,
126, 130, 133, 134, 135, 137, 138, 140, 141
KASTEL/KIT: S. 36, 37, 38, 39
Thomas Längle: S. 136
Lehr-Lern-Labor-Informatik Karlsruhe: S. 26, 27
Rudolf Lioutikov: S. 82
Isabell Masel/NFF: S. 21
Gerhard Neumann: S. 90
Ralf Reussner: S. 100
Alina Roitberg: S. 21
Peter Sanders: S. 102, 103
Maike Schwammberger: S. 106, 107
Christoph Stiller: S. 116, 117
Jan Stühmer: S. 120
Dorothea Wagner: S. 124, 125
Alex Waibel: S. 35
Christian Wressnegger: S. 128, 129

< Inhaltsverzeichnis >

VORWORTE 4

Prof. Michael Decker

Bereichsleiter des Bereichs II – Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft // 4

Prof. Bernhard Beckert

Dekan der KIT-Fakultät für Informatik // 5

DIE KIT-FAKULTÄT FÜR INFORMATIK 6

50 Jahre Fakultät für Informatik // 8

Daten und Fakten // 12

Statistik // 14

Themen und Schwerpunkte // 16

Die Fakultät und ihre Partner // 17

Der Fakultätsvorstand // 18

Preise und Auszeichnungen 2022 // 19

AKTIVITÄTEN RUND UM DAS STUDIUM 22

Einmal Online und zurück // 24

Informatik Studiengangservice (ISS) // 25

Das Lehr-Lern-Labor Informatik am KIT // 26

Tag der Informatik 2022 // 28

FORTENTWICKLUNG DES FACHS INFORMATIK 30

Projekte und Förderungen // 32

Ausgewählte Pressemitteilungen // 34

KASTEL – „Engineering Secure Systems“ // 36

KÖPFE DER FAKULTÄT 40

Überblick // 42

Portrait der Fakultät // 44

> Professorinnen und Professoren

> Weitere Forscherinnen und Forscher

> Emeritierte und pensionierte Professoren

< Vorworte >



**[Prof. Michael Decker
Bereichsleiter des Bereichs II –
Informatik, Wirtschaft
und Gesellschaft]**

4

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

das KIT orientiert sich in seinem wissenschaftlichen Handeln an den großen gesellschaftlichen Herausforderungen mit dem Ziel, Lösungsoptionen zu entwickeln. Dieser Mission sind wir seit Jahren verpflichtet, wobei wir in den letzten drei Jahren eine bisher nicht dagewesene Dynamik in den gesellschaftlichen Herausforderungen feststellen müssen. Eine Pandemie erzwingt den Lockdown des gesellschaftlichen Lebens, der Ukrainekrieg fordert unzählige Menschenleben und erschüttert das internationale politische Beziehungsgeflecht. Gerade mit diesem wollte man der globalen Erwärmung mit ihren katastrophalen Begleiterscheinungen entgegenzutreten.

Die innovativen Errungenschaften der Informatik wie Algorithmik, künstliche Intelligenz und damit verbunden die Verarbeitbarkeit gewaltiger Datenmengen wurden etwa für eine faktenbasierte Corona-Politik eingefordert und in Zusammenhang mit gezielter Falsch-

information in den sozialen Netzwerken nun feindlicher Länder bemängelt. Mit Chancen und Risiken: Eine Energie- oder Mobilitätswende ist ohne digitalen Wandel nicht gestaltbar.

Die Informatik am KIT stellt sich den Herausforderungen, indem sie die Methodenentwicklung im Kern der Informatik massiv stärkt und der IT-Sicherheit als zentrale Anforderung an jede digitale Anwendung höchste Priorität einräumt. Mit der intensivierten Reallaborforschung wird sichergestellt, dass umsetzbare und gesellschaftlich akzeptable Lösungsansätze entwickelt werden, die letztlich die Grundlage für erfolgreiche Innovation darstellen.

Ich freue mich, dass die exzellente KIT-Informatik diese Ziele so konsequent und erfolgreich verfolgt – große Wissenschaftspreise belegen das – und bedanke mich für diesen unermüdlichen Einsatz. Herzlichen Glückwunsch zum 50-jährigen Jubiläum!



**[Prof. Bernhard Beckert
Dekan der KIT-Fakultät
für Informatik]**

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

diese Ausgabe des Fakultätsportraits erscheint in einem historisch wie aktuell gesehen ganz besonderen Jahr.

Im historischen Kontext ist dieses Jahr besonders, weil vor genau 50 Jahren die deutschlandweit erste Fakultät für Informatik in Karlsruhe entstanden ist. Damit wurde ein bedeutender Grundstein für die Informatik in Karlsruhe gelegt. Seit fünf Jahrzehnten wird hier Spitzenforschung betrieben und auf höchstem Niveau werden Informatikerinnen und Informatiker ausgebildet und auf ihr Wirken in Wissenschaft und Wirtschaft vorbereitet.

Auch aktuell erleben wir spannende Zeiten in der Informatik. Durch die Pandemie und die weltweiten Krisenzustände hat die Bedeutung der Digitalisierung deutlich zugenommen. Der Bedarf an Informatik-Forschung und gut ausgebildeten Informatikerinnen und Informatikern ist größer denn je.

Um diesen gesellschaftlichen Bedarfen gerecht zu werden und Spitzenforschung in einer sich rasant weiterentwickelnden Wissenschaft zu betreiben, unterliegt unsere Fakultät stetigem Wandel. Wir sind in der glücklichen Lage, dabei auf ein stabiles Fundament bauen zu können, welches die Gründer der Fakultät vor 50 Jahren legten. In den vergangenen Jahren ist die Fakultät deutlich gewachsen auf nun 45 Professuren. Besonders die gestiegene Anzahl an Tenure-Track-Professuren und die damit verbundene Stärkung des wissenschaftlichen Nachwuchses sind gute Zeichen.

Die beiden Neubauten InformatiKOM I & II, die gerade von der Klaus-Tschira-Stiftung gebaut werden, stehen vor ihrer Fertigstellung und der Übergabe an das KIT im kommenden Jahr. Sie bieten bald neuen Raum für die Wissenschaft und zugleich ein Schaufenster für die Öffentlichkeit in zentraler Lage am Durlacher Tor.

Wir freuen uns sehr, dass Sie sich für die Informatik am KIT interessieren. Dieses Fakultätsportrait soll Ihnen eine allgemeine Übersicht über unsere Fakultät und die vielfältige Arbeit unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geben.





< Die KIT-Fakultät für Informatik >

Vor 50 Jahren wurde an der damaligen Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die erste Fakultät für Informatik in Deutschland gegründet. Das damals noch junge Fach bekam so seinen institutionellen Rahmen und konnte sich als Fakultät in den Folgejahren immer weiter entwickeln. Heute zählt die Karlsruher Fakultät für Informatik mit ihren mehr als 40 Forschungsgruppen und über 3000 Studierenden zu den

größten und vielfältigsten Informatikfakultäten in Deutschland. Darüber hinaus befindet sich die Fakultät auf stetigem Wachstumskurs. In 2022 konnte die Marke von 40 Professuren überschritten werden und die bereits geplanten Neuberufungen werden auch in 2023 und 2024 weiter fortlaufen, sodass die Informatik in Karlsruhe auch in Zukunft gut gerüstet ist, um sich gesellschaftlich wichtigen Fragen rund um die Digitalisierung annahmen zu können.

< 50 Jahre Fakultät für Informatik >

Die Informatik ist zugleich Erkenntniswissenschaft und Ingenieurwissenschaft – das unterscheidet sie von anderen Wissenschaften und das macht sie einzigartig.

Dieses Selbstverständnis der Informatik wird heute sicherlich von vielen Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft geteilt. Aber hat dieses Verständnis von Informatik auch die Entwicklung der Fakultät konsequent geleitet? Oder noch mehr: Hat die Fakultät wesentlichen Anteil an der Entstehung dieses Selbstverständnisses gehabt?

Am Anfang stand das neu aufgekommene Fach „Computer Science“ in den USA. Dessen Bedeutung für Karlsruhe erkannte früh der Mathematikprofessor Karl Nickel, der dann auch erste Vorlesungen initiierte. Parallel dazu wurden von Karl Steinbuch Forschungsaktivitäten an dem von ihm gegründeten heutigen Institut für Technik der Informationsverarbeitung angestoßen, die einen

Kern der zukünftigen Fakultät bilden sollten. Im Jahr 1969 war es dann so weit: Das Studienfach „Informatik“ wurde an der Universität Karlsruhe eingerichtet. Dass zum dauerhaften Erfolg eines solchen Faches allerdings eine Beschränkung auf Karlsruhe nicht reichte, sondern einer bundeweiten Initiative bedurfte, war eine Erkenntnis, die auf Karlsruher Seite der Mathematikprofessor Ulrich Kulisch energisch verfolgte.

1971 vereinbarten in einer damals neuartigen Übereinkunft Bund und Länder das „Überregionale Forschungsprogramm (ÜRF) Informatik“. Es sah in Karlsruhe die Einrichtung von neun Forschungsgruppen vor. Das Land Baden-Württemberg zeigte sich überaus großzügig und wies deren Führungsstellen als Professuren aus.

Nun galt es, die Berufungen möglichst zügig durchzuführen, um das Studienfach auf eine breitere Basis stellen zu können. Dies war die Aufgabe von Ger-

hard Goos, der schon vor Einrichtung des ÜRF berufen worden war und mit beispiellosem Einsatz alle Berufungen bis Ende 1972 abschließen konnte. Angesichts der abzusehenden Personalstärke ging aus dem 1969 in der Fakultät für Mathematik gegründeten Institut für Informatik im Herbst 1972 die Fakultät für Informatik hervor.

Wir gehen auf diese Vorgeschichte deshalb ausführlich ein, weil sie zeigt, dass man sich zunächst nicht lange mit einer Diskussion über eine adäquate Einordnung der Informatik in das Wissenschaftsgefüge aufhielt.

Kennzeichnend für die junge Fakultät war deren enger Zusammenhalt, sicherlich auch gestützt durch den Bezug eines vom Land geförderten Neubaus. Ein Großteil der Energie ging zunächst in den Aufbau des neuen Studiengangs Informatik und der Bestimmung der Lehrinhalte. Angesichts von Breite und Größe der Karlsruher Fakultät wurde das Studi-

8

[Die 10 Gründungsprofessoren der Karlsruher Fakultät für Informatik im Jahr 1972]



Prof. Dr.
Peter Deussen



Prof. Dr.
Gerhard Goos



Prof. Dr.
Winfried Görke



Prof. Dr.
Gerhard Krüger



Prof. Dr.
Peter C. Lockemann

enangebot auch wegweisend für andere Standorte in der damaligen Bundesrepublik. Bestandteil des Angebots waren nicht nur Theoretische, Technische und Praktische Informatik, sondern auch Anwendungen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Nicht überraschend ging auch die Initiative für die Gründung des Fakultätentages Informatik 1973 von Karlsruhe (Detlef Schmid) aus.

1975 wurde das ÜRF um die Angewandte Informatik erweitert, das den Natur- und Ingenieurwissenschaften neue Professuren und Mitarbeiterstellen bescherte und deren neidvollen Blick auf die junge Fakultät etwas besänftigte. Eine dieser Professuren ging übrigens auch an die Informatik, wo sie alsbald die Keimzelle für die Robotik bildete, eine weitere an das Institut AIFB in den Wirtschaftswissenschaften, das etwa zeitgleich mit der Fakultät entstand.

Kennzeichnend für diese Pionierjahre war eine bundesweite, heftige Diskus-

sion darüber, ob es sich bei der Informatik um eine Erkenntniswissenschaft oder um eine Ingenieurwissenschaft handelt. Die Karlsruher Fakultät stand dabei der letzten Auffassung näher.

1979 lief das ÜRF und damit der bundesweite Geldsegen (70% der Kosten hatte der Bund übernommen) aus. Es war eine gewaltige Leistung des Landes, diese Mittel voll in den Landeshaushalt zu übernehmen und in den Haushalt der Universität einzustellen. Dem damaligen Dekan gelang dabei das Kunststück, die Mittel trotz Vorbehalte und kritischer Stimmen innerhalb der Universität ungeschmälert der Fakultät zu erhalten.

Auf diese Weise gut ausgestattet, konnte die Fakultät nachhaltig für die Zukunft planen. Sie fokussierte stärker auf die Forschung und warb die ersten Projekte mit der Industrie sowie DFG-Vorhaben ein. Sie betrachtete Erkenntniswissenschaft und Ingenieurwissenschaft als gleichrangige Säulen, und dies

dokumentierte sich auch in der Vergabe von zwei Titeln, Dr.rer.nat oder Dr.-Ing. für die Promotion in der Informatik. Die ingenieurwissenschaftliche Seite gewann an Gewicht durch Kooperationen mit dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Architektur, mit dem Fraunhofer-Institut IITB (heute IOSB), und dem Institut IDT im Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK), dessen Leiter Gerhard Krüger war, der auch an der Informatik-Fakultät den Lehrstuhl für Prozessdatenverarbeitung innehatte.

In der Erinnerung bleiben die 1980er-Jahre als so etwas wie eine goldene Zeit der Fakultät. Die Zahl der Professuren stieg von 10 schließlich auf 25, die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf 190, wovon gut ein Drittel aus Drittmitteln finanziert wurde, der Studiengang Informatik wurde deutlich erweitert und aus vier Instituten wurden acht. Die Zeit des Großrechners war endgültig vorbei, lange Zeit dominierten Arbeitsplatzrechner, bis der PC



Prof. Dr.
Wolfram Menzel



Prof. Dr.
Detlef Schmid



Prof. Dr.
Alfred Schmitt



Prof. Dr.
Adolf Schreiner



Prof. Dr.
Horst Wettstein

seinen Einzug hielt. Die Fakultät war über zahlreiche Gebäude verteilt, bis mit dem Neubau am Fasanengarten eine räumliche Konsolidierung auf drei Gebäude möglich war. Das Internet hob den Kopf: 1984 empfingen Werner Zorn und Michael Rotert die erste Internet-E-Mail in Deutschland aus den USA.

In der Forschung wurden die ersten Sonderforschungsbereiche (SFB) eingeworben: „Künstliche Intelligenz“ sowie „Rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen“. Eine großangelegte Kooperation mit IBM sollte die Arbeitsplatzrechner in den Ingenieurwissenschaften verankern. Die Telematik nahm ihren Ursprung in der Fakultät, da Gerhard Krüger früh die Bedeutung der – wie man heute sagen würde – Digitalisierung für die Telekommunikation erkannte. Herausragendes leistete die Fakultät auch auf Gebieten wie Robotik, Sprachverarbeitung, Kryptografie und Übersetzerbau. Dem Technologietransfer wurde mit der Gründung des Forschungszentrums Informatik (FZI) eine schlagkräftige Plattform verliehen.

Die 1990er-Jahre setzten diese Entwicklung konsequent fort. Das erste Graduiertenkolleg, „Beherrschbarkeit komplexer Systeme“, wurde eingeworben. Ein weiterer SFB, „Informationstechnik in der Medizin“, kam hinzu. Ein neuer Studiengang Informationswirtschaft entstand, und im Zusammenhang damit wurde ein Zentrum für angewandte Rechtswissenschaften mit zwei Rechtsprofessuren geschaffen. Im Jahr 2000 wurde dann die 500. Promotion verzeichnet.

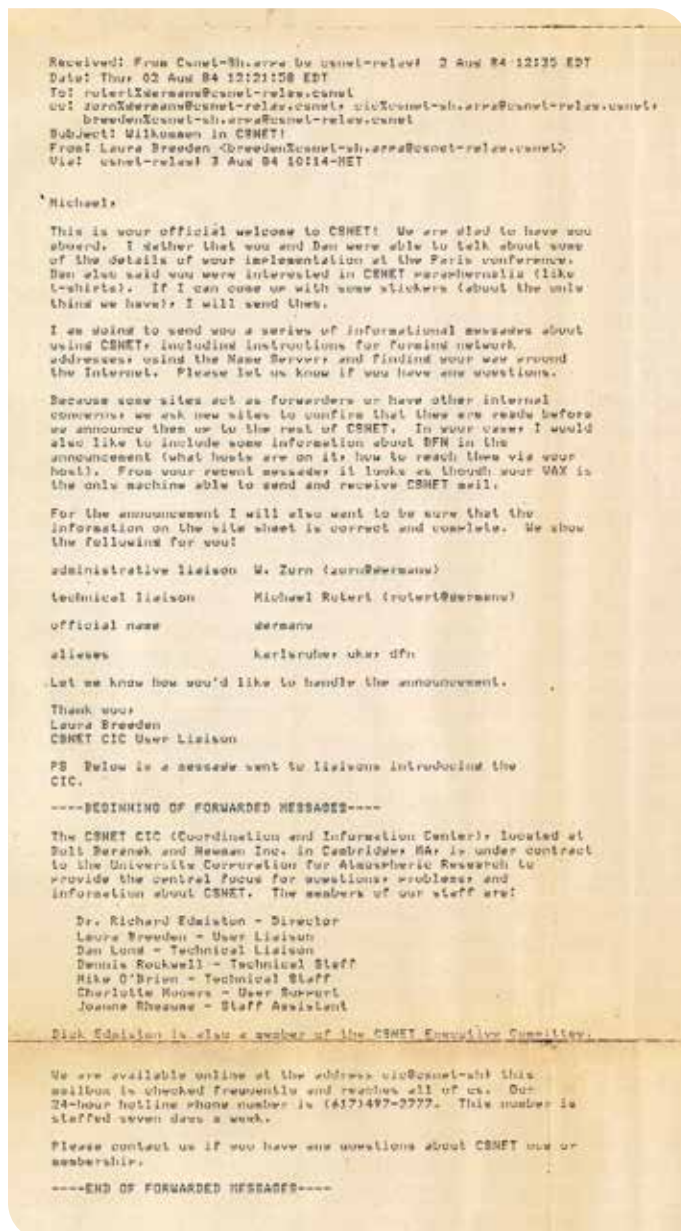
Die Jahrtausendwende brachte eine Zäsur mit sich: Die Gründergeneration trat allmählich ab. Merkmal dieses Generationswechsels war eine Neuorientierung der Fakultät bei gleichzeitiger Wahrung der Kontinuität.

In der Forschung gelang dies mit der Einwerbung des Sonderforschungsbereichs „Humanoide Roboter“ im Jahr

*1984 empfangen
Werner Zorn und
Michael Rotert die
erste Internet-
E-Mail in Deutschland
aus den USA.*

2001, mit der Koordination des Schwerpunktprogramms zum Thema selbstorganisierte vernetzte Systeme ab 2002 und mit den beiden Graduiertenkollegs über computergestützte Methoden in der Chirurgie (gemeinsam mit Universität und DKFZ Heidelberg) und selbstorganisierende Sensor-Aktor-Netzwerke 2005. Ab den 2010er-Jahren wurden mit der Beteiligung an den Transregio-SFB „Invasives Rechnen“ (gemeinsam mit der Universität Erlangen-Nürnberg und der TU München) sowie „Wissens- und Modellbasierte Chirurgie“ (wiederum gemeinsam mit der Universität Heidelberg und dem DKFZ), der Einwerbung des Kompetenzzentrums für angewandte Sicherheitsforschung KASTEL

beim BMBF, der Koordination bzw. starken Beteiligung an den DFG-Schwerpunktprogrammen „Algorithm Engineering“, „Design for Future“ und „Algorithmen für Big Data“ neue thematische Akzente gesetzt. 2015 startete das neue DFG-Graduiertenkolleg „Energiezustandsdaten“ und 2016 das vom Land geförderte Promotionsprogramm MERA-GEM zu gedruckter Elektronik und deren Materialien (gemeinsam mit der Hochschule Offenburg). Mit der jüngsten Einwerbung der DFG-Forschungsgruppe zur KI-basierten Methodik für die schnelle Ertüchtigung unreifer Produktionsprozesse im Sommer 2022 sowie dem Promotionskolleg „Barrierefreiheit durch KI-Basierte Assistive Technolo-



gien“ (KATE), welches gerade gemeinsam mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft Karlsruhe eingerichtet wird, ist die Erfolgsbilanz der Fakultät bis heute ungebrochen.

In der Lehre konnte 2003 der 4000ste Abschluss im Diplomstudiengang Informatik und der erste Abschluss im neuen Diplomstudiengang Informationswirtschaft verzeichnet werden, und bereits 2008 war die Zahl der Abschlüsse in Informatik auf über 5000 gestiegen. Das Jahr 2008 steht auch für die Umstellung der Studiengänge auf das System der Bachelor- und Masterabschlüsse, welche als Chance für eine grundlegende Überarbeitung von Aufbau und Inhalten des Informatikstudiums genutzt wurde. Im Unterschied zu vielen anderen Standorten entschied sich die Fakultät gegen die Einführung von neuen, spezialisierten Studiengängen oder „Bindestrichstudiengängen“, stattdessen werden die breiten Möglichkeiten der Spezialisierung im Masterstudiengang Informatik durch die Einführung von Studienprofilen veranschaulicht und strukturiert. Allerdings wurde 2016 der Bachelorstudiengang Informatik für das Lehramt neu eingeführt. Im gleichen Jahr wurde mit der Eröffnung des „Accessibility Labs“ das schon 1993 gegründete Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS, inzwischen umbenannt in Access@KIT) weiter ausgebaut. Die 1000ste Informatik-Promotion im Jahr 2015 und der 10.000ste Studienabschluss 2019 stehen für das stetig starke Wachstum der Fakultät.

Eine ähnliche Entwicklung kennzeichnet auch viele der größeren und in den 1970er-Jahren entstandenen Informatikfakultäten und -fachbereiche in Deutschland. Für die Karlsruher Fakultät für Informatik ergaben sich jedoch mit der Exzellenzinitiative und der dadurch 2006 angestoßenen Fusion der Universität Karlsruhe mit dem Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT) darüber hinaus ganz neue Herausforderungen und Chancen. Eine erste, bisher leider noch nicht von

Erfolg gekrönte Herausforderung bestand darin den Anspruch der Fakultät zu erfüllen, ein Exzellenzcluster einzulernen. Weitaus stärker geprägt wird die Fakultät inzwischen aber durch die Rolle der Informatik für die programmorientierte Forschung innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft und dem damit verbundenen weiteren Ausbau der Fakultät. Damit einher geht der Gewinn neuer Forschungsschwerpunkte wie etwa der Energieinformatik, der Large Scale Data Facility und dem High Performance Computing.

Aktuell lehren und forschen hier 45 Professorinnen und Professoren sowie etwa 300 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Eine Auflistung aller Professuren ist ab Seite 40 zu finden. Damit ist die Informatikfakultät des KIT eine der größten Informatik-Forschungsbereiche Deutschlands. Sie dürfte allerdings in den nächsten Jahren noch deutlich wachsen, denn derzeit laufen um die 20 Berufungsverfahren in der Fakultät für Informatik. Für die neu hinzukommenden Professuren werden unter anderem die KI-Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und die Rekrutierungsinitiative der Helmholtz-Gemeinschaft genutzt. Das Kompetenzzentrum für Angewandte Sicherheitsforschung KASTEL wurde 2021 im Zuge einer erfolgreichen wissenschaftlichen Evaluation und strategischen

Bewertung in die dauerhafte Finanzierung der Helmholtz-Gemeinschaft aufgenommen.

Diese jüngere Entwicklung der Karlsruher Informatik sollte auch im Zusammenhang der allgemein wachsenden Bedeutung der Informatik als Wissenschaftsdisziplin bewertet werden. Traditionell starke Gebiete der Karlsruher Informatik wie Cybersicherheit, Robotik und KI haben in den letzten Jahren deutlich an Gewicht gewonnen. Wie der Wissenschaftsrat 2020 in seinen Empfehlungen zu den Perspektiven der Informatik in Deutschland feststellte, erfordert erfolgreiche Forschung in der Informatik die adäquate Berücksichtigung der verschiedenen Teilbereiche der Disziplin sowie eine ausgewogene Förderpolitik für die verschiedenen grundlegenden Bereiche der Informatik. Diese Aussage kann durchaus als Empfehlung interpretiert werden, die Kerninformatik nachhaltig zu stärken, wie es aktuell im Rahmen eines Pilotprogramms der Helmholtz-Gemeinschaft am KIT auch geplant ist. In Karlsruhe knüpft diese Entwicklung nahtlos an die von Beginn der Fakultät an gelebte Verbindung von Erkenntnis- und Ingenieurwissenschaft an, ohne dabei der letztendlichen Verortung der Disziplin Informatik in den Ingenieurwissenschaften zu widersprechen.

PETER C. LOCKEMANN, DOROTHEA WAGNER



< Daten und Fakten >



JAHRE
ERSTE INFORMATIK-FAKULTÄT
IN DEUTSCHLAND

12

> 300

WISSENSCHAFTLICHES
PERSONAL

> 1350

PROMOTIONEN
SEIT 1972

➤ **3417**

STUDIERENDE
IM WINTERSEMESTER
2021/22

45

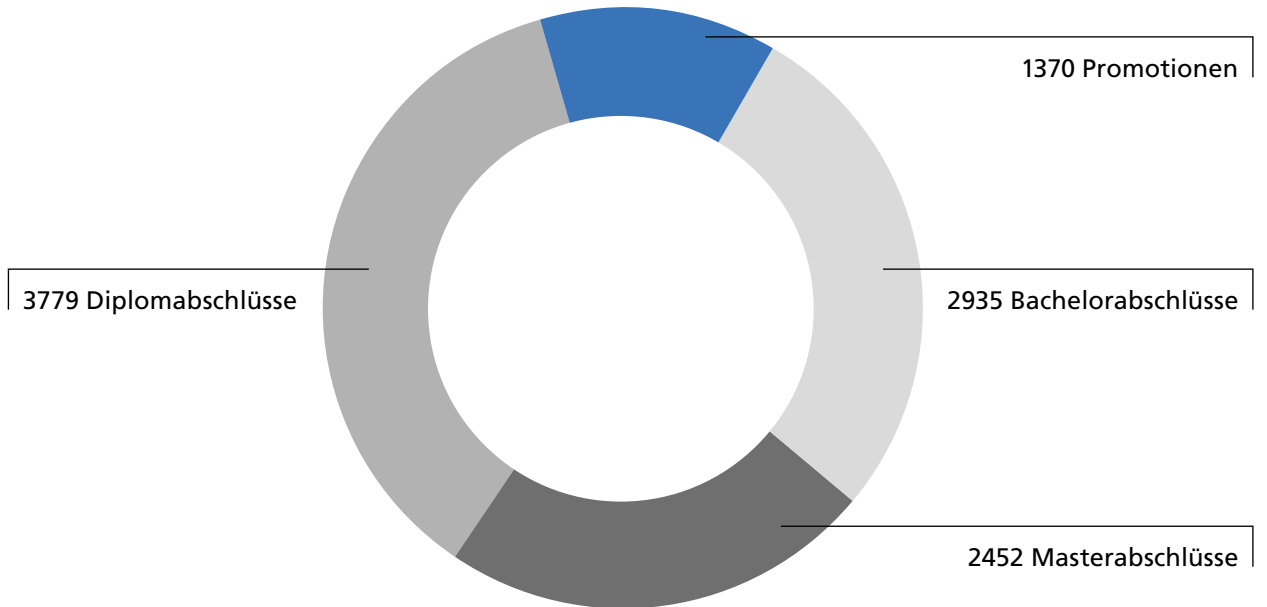
PROFESSUREN

➤ **220**

AUF PROFESSUREN
BERUFENE MITGLIEDER
DER FAKULTÄT

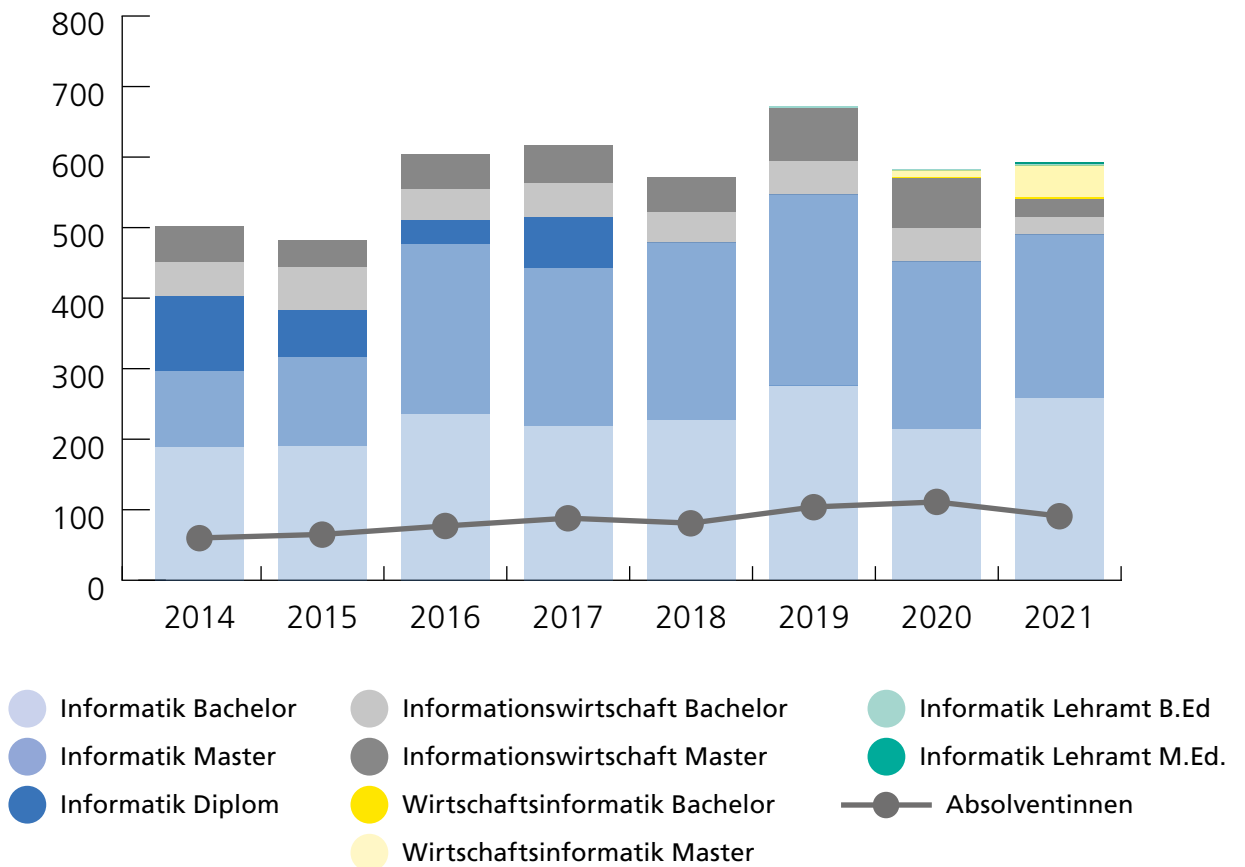
< Statistik >

[Abschlüsse, Studierende]

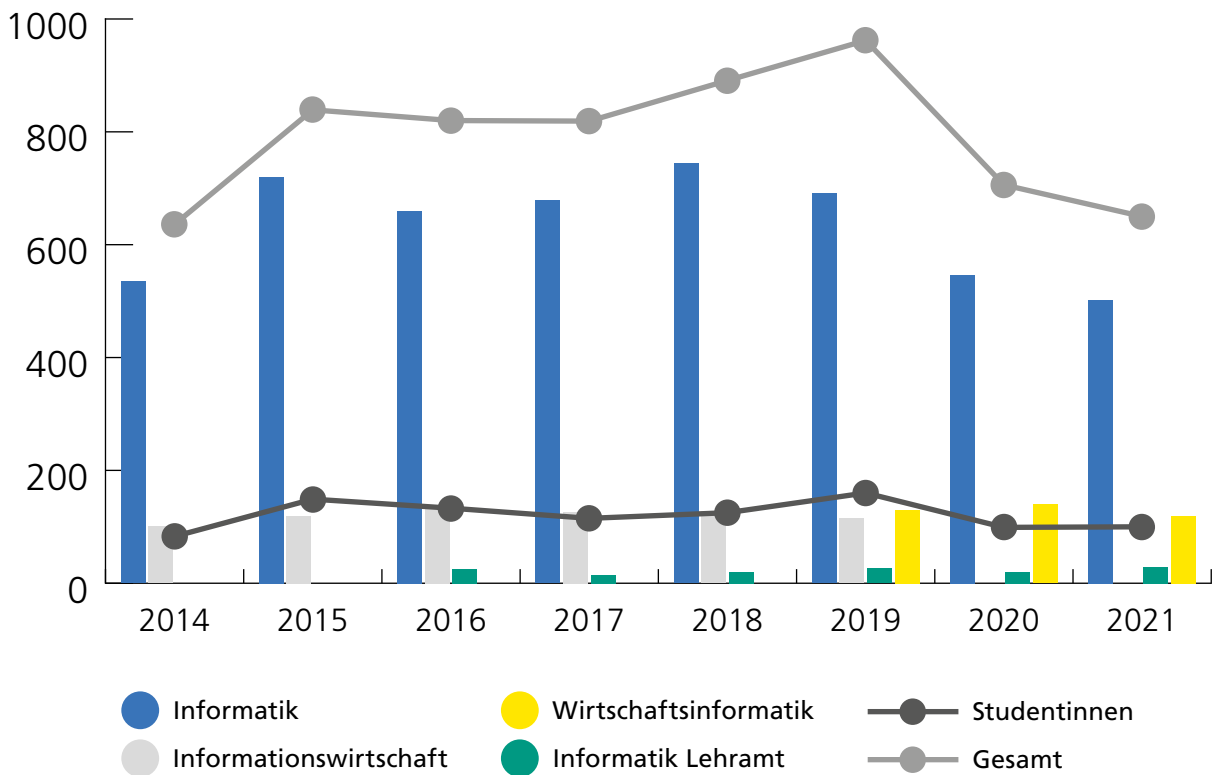


14

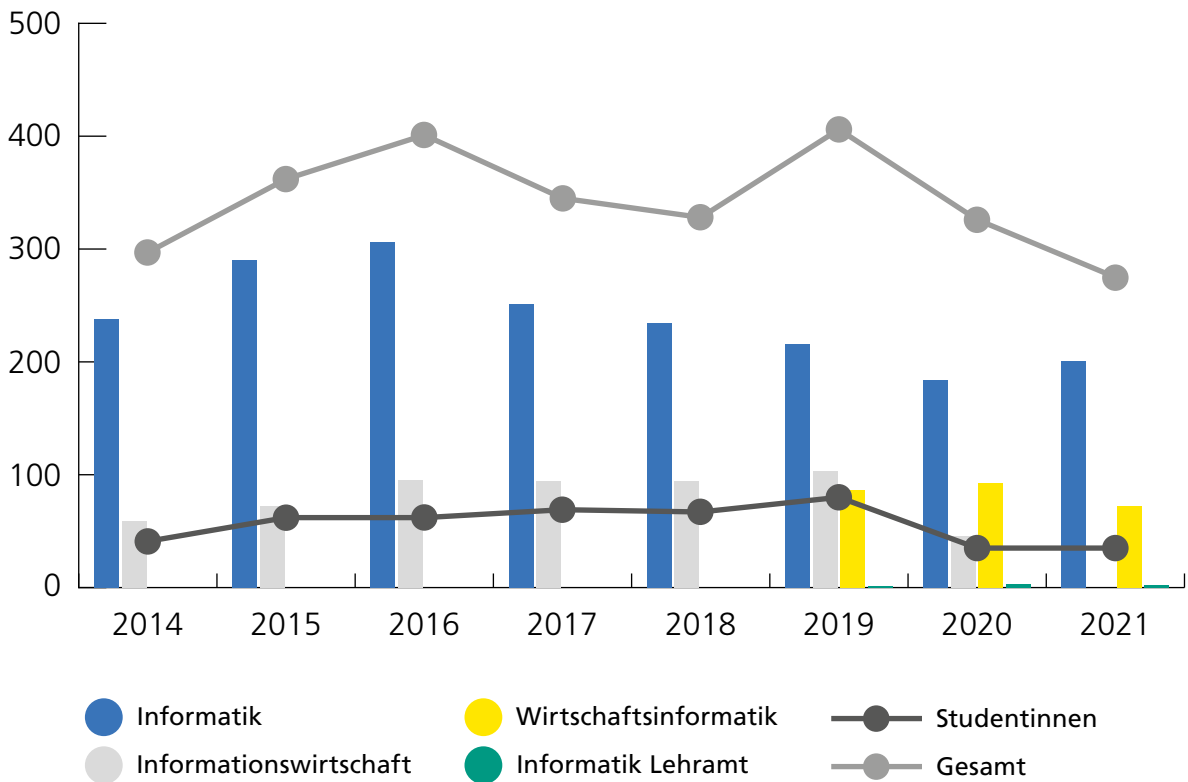
[Vergebene Abschlüsse pro Studienjahr]



[Neueinschreibungen in den Bachelor-Studiengängen]



[Neueinschreibungen in den Master-Studiengängen]



Themen und Schwerpunkte

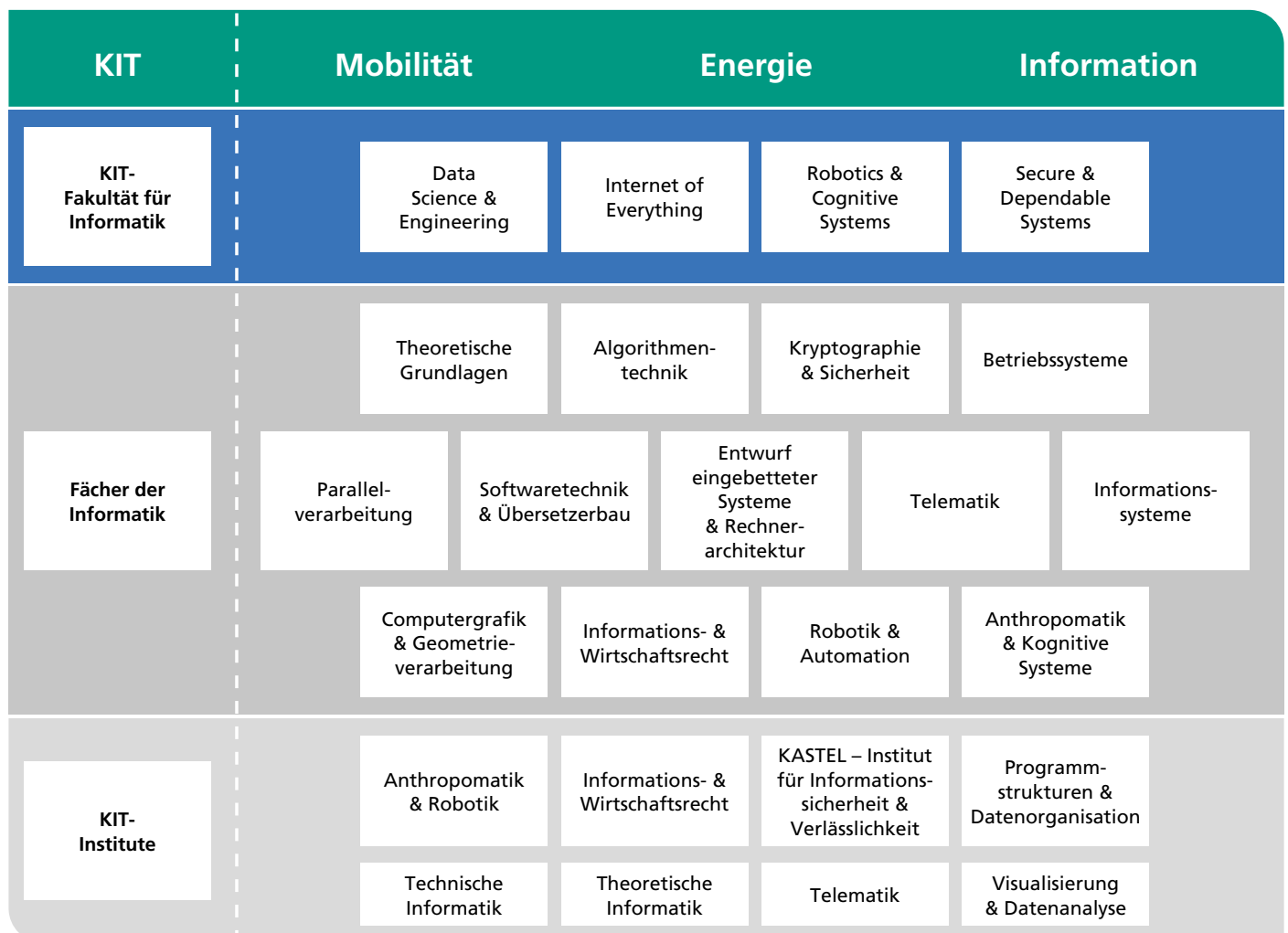
Die Informatik beschäftigt sich mit der Beschreibung, Analyse, Konstruktion und dem Betrieb informationsverarbeitender Systeme. Und diese Systeme haben inzwischen nicht nur alle Branchen in Wirtschaft und Industrie, sondern auch alle Lebensbereiche des Alltags sowie nahezu alle Generationen durchdrungen. Dieser Geist der digitalen Transformation ist an der KIT-Fakultät für Informatik deutlich spürbar. In den acht Instituten und mehr als 40 Forschungsgruppen arbeiten Informatikerinnen und Informatiker täglich an den Herausforderungen, welche die zunehmende Digitalisierung mit sich bringt.

Der Umgang mit stark wachsenden Datenmengen, die zunehmende Vernet-

zung aller Dinge, die Zunahme autonomer technischer Systeme und die steigende Einbindung von Informatik in kritischen Systemen gehören zu den aktuellen Problemstellungen, mit denen sich die Studierenden und die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fakultät beschäftigen. In der Forschung, wie auch in der Lehre stehen daher die technischen und methodischen Herausforderungen der Realisierung von Visionen sowie die Fragen des verantwortungsvollen Umgangs mit Informationstechnologien im Mittelpunkt.

Aus diesem Grund hat die KIT-Fakultät für Informatik die vier großen Themenfelder Data Science and Engineering, Internet of Everything, Robotics & Cog-

nitive Systems und Secure and Dependable Systems als Schwerpunkte der weiteren Entwicklung benannt. Diese Themengebiete werden durch die Kompetenzen in allen an der KIT-Fakultät für Informatik vertretenen Fächern der Informatik getragen. Diese vier Themenschwerpunkte unterstützen so in direkter Weise die Dachstrategie des KIT. So kann die KIT-Fakultät für Informatik ihre Expertise in den darin genannten Bedarfsebenen Mobilität, Energie und Information einbringen. Dies stärkt die Vernetzung der Kompetenzen nicht nur innerhalb der Fakultät, sondern auch interdisziplinär innerhalb des KIT.



< Die Fakultät ... >



< ... und ihre Partner >



<< FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur
< HITS – Heidelberger Institut für theoretische Studien



<< FZI – Forschungszentrum Informatik
< Fraunhofer IOSB – Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung

< Neues aus der Fakultät >



<<< Prof. Dr. Ralf Reussner
Prodekan Forschung
<< Prof. Dr. Bernhard Beckert
Dekan
< Prof. Dr. Gregor Snelting
Studiendekan Informatik

[Der amtierende Fakultätsvorstand]

Der Vorstand der KIT-Fakultät für Informatik besteht aus dem Dekan, Prof. Bernhard Beckert, dem Prodekan, Prof. Ralf Reussner, und dem Studiendekan, Prof. Gregor Snelting.

Der Fakultätsvorstand lenkt die Geschicke der Fakultät und setzt gemeinsam mit der Bereichsleitung die strategischen Weichen für die Fortentwicklung der Informatik am KIT. In den vergangenen Jahren sahen sich die Vorstandmitglieder vielfältigen Herausforderungen gegenüber. So musste die Qualität der Lehre auch während der Corona-Pandemie aufrecht erhalten werden. Der plötzliche Umstieg der gesamten Lehre von Präsenz- auf Onlineveranstaltungen war bereits eine große Kraftanstrengung und auch das stückweise Öffnen über Hybridveranstaltungen bis zurück zur Lehre vor Ort war kein leichtes Unterfangen. Gleichzeitig befindet sich die Fakultät auf stetigem Wachstumskurs und Neuberufungen bis hin zu Neugründungen von Instituten gehören inzwischen zum Alltagsgeschehen.

Seit April 2017 lenkt Professor Bernhard Beckert als Dekan die Geschicke der Fakultät. Herr Beckert ist seit 2009 Professor am Institut für Theoretische Informatik bzw. seit 2021 am neu gegründeten KASTEL – Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit und leitet den Lehrstuhl Anwendungsorientierte Formale Verifikation.

Das Amt des Prodekans für Forschung wird bereits in der dritten Legislaturperiode durch Professor Ralf Reussner besetzt. Herr Reussner hat seit 2006 die Professur für Software-Entwurf und -Qualität am KIT inne. 2006 wurde er zudem in das Direktorium des FZI Forschungszentrum Informatik berufen, bei dem er von 2012 bis 2017 auch wissenschaftlicher Vorstand war.

Professor Gregor Snelting übernahm 2017 das Amt des Studiendekans für Informatik. Die Entwicklung der Studiengänge Informatik und Informatik im Lehramt zählen zu seinen Aufgabengebieten. Sein Lehrstuhl für Programmier-

paradigmen ist am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation verortet.

Das Amt der Studiendekanin für den Studiengang Wirtschaftsinformatik hat seit April 2019 Professorin Martina Zitterbart inne. Frau Zitterbart verantwortet somit die Betreuung des 2019 eingeführten Studiengangs Wirtschaftsinformatik sowie des auslaufenden Studiengangs Informationswirtschaft. Sie ist seit 2001 Professorin am KIT und leitet den Lehrstuhl für Hochleistungskommunikation und multimediale Systeme am Institut für Telematik.

[Preise und Auszeichnungen 2022]



Uwe D. Hanebeck
wird **Präsidiumsmitglied der ISIF**

Professor Hanebeck wurde für das Jahr 2022 zum Vize-Präsidenten der International Society of Information Fusion (ISIF) gewählt, ab 2023 übernimmt er dann das Amt des Präsidenten. Die ISIF wurde im Jahr 1998 gegründet und ist international die erste Adresse für multidisziplinäre Ansätze für theoretische und praktische Techniken zur Informationsfusion. Der aus 20 Direktoren bestehende ISIF-Vorstand ist verantwortlich für die jährliche „International Conference on Information Fusion (FUSION)“ und die Flaggschiff-Zeitschrift „Journal of Advances in Information Fusion (JAIF)“.



Heinz Maier-Leibnitz-Preis für
Pascal Friederich

Tenure-Track-Professor Pascal Friederich erhielt einen Heinz Maier-Leibnitz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Der mit 20.000 Euro

dotierte Preis gilt als die wichtigste Auszeichnung für den wissenschaftlichen Nachwuchs in Deutschland. Im Jahr 2022 erhielten insgesamt zehn Forschende den Leibnitz-Preis.

Pascal Friederich befasst sich vor allem mit der datenbasierten Vorhersage von Materialeigenschaften, mit computergestütztem Materialdesign, mit dem Einsatz von Maschinellem Lernen zur Materialsimulation auf atomarer Skala sowie mit der direkten Verbindung von Methoden der Künstlichen Intelligenz mit Experimenten im Labor. Diese Themen gewinnen angesichts der steigenden Nachfrage nach leistungsfähigen Materialien und der Vielfalt an Anwendungsmöglichkeiten stetig an Bedeutung.



Europäischer Forschungsrat fördert
Projekte von Mehdi Tahoori

Der Europäische Forschungsrat (ERC) zeichnet Professor Mehdi Tahoori in der Vergaberunde 2021 mit einem Advanced Grant aus. Für seine Forschungsvorhaben auf den Gebieten der

Technischen Informatik erhält er in den nächsten fünf Jahren eine Förderung von rund 2,5 Millionen Euro.

Mit seiner interdisziplinären Forschung an Smart Computing mit gedruckter Elektronik im Projekt PRICOM möchte er die Verbreitung von schnellen, kostengünstigen und zuverlässigen (Mini-) Computern auf dem Verbrauchermarkt und in der personalisierten Medizin ermöglichen.



Video zum Fakultätslehrpreis:
https://youtu.be/ZhWtNN6GE_A



Fakultätslehrpreis 2022

Für hervorragende, interaktive und praxisbezogene juristische Lehrveranstaltungen für Studierende der Wirtschaftsinformatik und Informatik

sowie herausragendes Engagement für die Belange der Studierenden wurde die akademische Oberrätin Dr. Yvonne Matz vom Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht auf der Jahresfeier des KIT mit dem Fakultätslehrpreis 2022 ausgezeichnet.



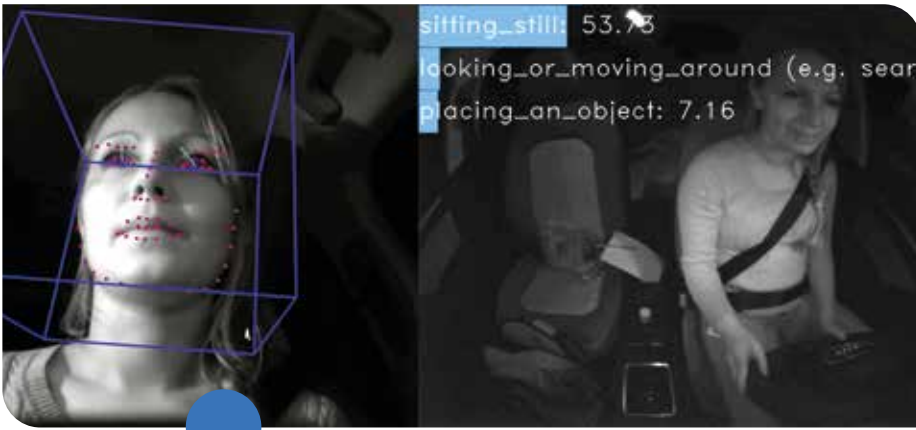
KIT erhält Alexander von Humboldt-Professur für IT-Spitzenforscher

Der höchstdotierte Forschungspreis Deutschlands, die Alexander von Humboldt-Professur, geht dieses Jahr an André Platzer. Das KIT gewinnt damit einen weltweit anerkannten Experten und internationalen Spitzenforscher auf dem Gebiet der cyber-physischen Systeme.

Diese cyber-physischen Systeme (CPS), in denen mechanische Komponenten

über Netzwerke und moderne Informationstechnik miteinander verbunden sind, ermöglichen die Steuerung und die Kontrolle komplexer Systemen und Infrastrukturen. Informatik-Experte Platzer untersucht, wie durch Logik und Programmierung gewährleistet werden kann, dass die Computer- und Kommunikationssysteme mit der physischen Bewegung fehlerfrei zusammenwirken.

Am KIT nahm André Platzer die Alexander von Humboldt-Professur zu Logik autonomer dynamischer Systeme an. Der Experte für theoretische Informatik lehrte seit 2008 an der Carnegie Mellon University (Pittsburgh, USA). Seine Dissertation wurde mit dem ACM Doctoral Dissertation Honorable Mention Award ausgezeichnet. Schon 2009/2010 galt er laut Popular Science Magazine und IEEE Intelligent Systems als einer der zehn besten Nachwuchswissenschaftler im KI-Bereich.



Vielfache Auszeichnung für Promotion zu Deep Learning

Informatikerin Dr. Alina Roitberg wurde im Jahr 2022 gleich mehrfach für ihre Promotion zu Deep Learning-Methoden für die visuelle Erkennung ausgezeichnet. Sie hat sich in ihrer Arbeit dem konkreten Anwendungsfall der Erkennung von Fahreraktivitäten im Fahrzeug gewidmet. In diesem Fall ist es nicht möglich, beim Trainieren der neuronalen Netze alle Aktivitäten des potentiellen Fahrers vorherzusagen und dem System als Trainingsdaten bereitzustellen. Daher ist es von großer Relevanz, dass das System auch neue, unbekannte Zustände erkennen kann. Diese Problematik hat Frau Roitberg in ihrer Dissertation in den Fokus gestellt und konnte dabei verschiedene neue Lösungsansätze entwickeln.

Für ihre Dissertation wurden Frau Roitberg gleich mehrere Preise verliehen: Die IEEE Intelligent Transportation Systems Society Germany verlieh ihr den Preis „Best PhD Dissertation Award 2021/2022“. Bereits im Herbst 2021 wurde die Arbeit von Frau Roitberg mit dem 2. Platz der IEEE Intelligent Transportation Systems Society weltweit geehrt.



Von der Helmholtz-Gemeinschaft erhielt sie den Promotionspreis 2022 im Fachbereich Information.

Das KIT verlieh ihr den „Promotionspreis des KIT“ für den Jahrgang 2021/2022 und von der KIT-Fakultät für Informatik wurde ihr der „Preis für die beste Dissertation 2021/2022“ verliehen.

Video-Interview mit Alina Roitberg:

<https://youtu.be/b7vORGk-hlY>



Vorsitz im Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft für Ina Schaefer

Im Juni 2022 wurde von Bundesminister Robert Habeck der „Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft“ berufen. Zur Co-Vorsitzenden des Expertenkreises wurde Professorin Ina Schaefer gewählt, die am KIT die Arbeitsgruppe für „Test, Validierung und Analyse Software-intensiver Systeme“ leitet.

Ina Schaefer forscht seit über 10 Jahren zu Themen der Digitalisierung von Produkten und Prozessen in der Automobilindustrie. Besondere Schwerpunkte sind hier Varianten- und Komplexitätsmanagement, sowie Qualitätssicherung von cyber-physische Systeme und Absicherung von automatischen und autonomen Fahrfunktionen.





< Aktivitäten rund um das Studium >

Gute Lehre und eine hochwertige Betreuung der Studierenden zeichnen eine gute Universität bzw. eine Fakultät aus. Entsprechend hoch ist das Engagement der KIT-Fakultät für Informatik im Bereich Studium und Lehre. Bereits im Schulalter soll Interesse für die Themen der Informatik geweckt werden und eine Bindung an das KIT entstehen. Mit der Gründung des Lehr-Lern-Labors Informatik Karlsruhe ist ein wichtiger Schritt hin zu einem regelmäßigen Angebot für Schülerinnen und Schüler gelungen.

Im Studium kümmern sich neben dem Informatik Studiengangservice eine Vielzahl an Lehrenden um die Belange der Studierenden vom ersten Semester bis hin zur Abschlussarbeit. Wie wichtig diese Betreuung ist, wurde nicht zuletzt in den vergangenen Jahren der Pandemie besonders deutlich.

Dieses Kapitel soll einige herausragende Einrichtungen sowie die bewegte Pandemiezeit in der Lehre darstellen. Alle Einzelaktivitäten und Entwicklungen können hier nicht berücksichtigt werden.

◀ Aktivitäten rund um das Studium ▶

[Einmal Online und zurück]

Die vergangenen Jahre waren in verschiedenster Weise mit besonderen Herausforderungen versehen. Eine der größeren Herausforderungen hatte die Lehre am KIT zu meistern. Beim Ausbruch der Pandemie im Jahr 2020 und dem damit verbundenen Lockdown musste innerhalb von wenigen Wochen eine über Jahrzehnte hinweg etablierte Präsenzlehre innerhalb weniger Wochen komplett auf Onlinelehre umgestellt werden. Dies war ein außergewöhnlicher Kraftakt, der nur durch das gemeinsame Wirken aller Lehrkräfte, Mitarbeitenden und aller Verwaltungsteile gelingen konnte. Schließlich wurde so eine funktionierende Onlinelehre binnen kürzester Zeit gewährleistet und der Lehrbetrieb konnte aufrechterhalten werden. Auch viele verwaltungstechnische Prozesse, wie Gremiensitzungen oder Berufungskommissionen mussten plötzlich online durchgeführt werden, was für die technische Infrastruktur wie auch für den Datenschutz eine besondere Herausforderung bedeutete. Hier kam u. a. zu Gute, dass man in den Informatikvorlesungen bereits vor vielen Jahren angefangen hatte, Vorlesungen



aufzuzeichnen und diese Technik in diversen Hörsälen zu etablieren. So konnte man bereits auf eine gute Infrastruktur zurückgreifen und diese weiter zu Hybridformaten ausbauen. Zusätzlich wurden im Verlauf der Pandemie neue Formate, wie YouTube-Videos für Erstsemester oder digitale Lernpartnerbörsen eingeführt, um das Studium im Homeoffice zu unterstützen.

Doch trotz aller Mühen und einiger struktureller Vorteile der Onlineange-

bote, hat diese Form des Studiums auch diverse Nachteile. Gerade die persönlichen Kontakte unter den Studierenden mussten unter diesen Bedingungen leiden. Studierende, die 2020 ihr Studium begonnen haben, konnten oftmals erst ab dem zweiten oder dritten Semester ihren Campus und das „Leben an der Uni“ kennenlernen. Zudem konnten einige Projekte, wie das Lehr-Lern-Labor Informatik, die für Präsenzformate konzipiert wurden, erst verspätet in den Regelbetrieb starten oder mussten ebenfalls neue, digitale Konzepte erarbeiten.

Dementsprechend war es für Studierende wie Lehrende letztlich eine große Erleichterung, als im Jahr 2021 wieder langsam auf die Präsenzlehre gewechselt werden konnte. Sicher wird man aus den positiven Aspekten der Onlineformate lernen und das ein oder andere Online-Angebot wird erhalten bleiben. Jedoch ist man nach den Jahren der Pandemie erleichtert, wieder Teil einer Präsenz-Universität zu sein.



[Informatik Studiengangservice (ISS)]

Der Informatik Studiengangservice (ISS) ist zuständig für alle administrativen Angelegenheiten rund um die Studiengänge Informatik und Informatik Lehramt (Bachelor und Master) als auch für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik. Die Beratung von Studierenden und Lehrpersonal, Organisation und Weiterentwicklung der Studiengänge sowie deren Bewerbung werden hier vereint.

Eine der wichtigsten Aufgaben des ISS ist die Betreuung und Beratung von Studierenden. Das Büro des ISS ist zentral neben der Fakultätsbibliothek einfach und schnell für alle Studierenden erreichbar. Zusätzlich zu den üblichen Öffnungszeiten und E-Mail-Anfragen haben Studierende die Möglichkeit, die Fachstudienberatung in Anspruch zu nehmen. Hier werden individuelle Anliegen besprochen und geklärt. Hinter der Betreuung der Studiengänge sowie der zuständigen Prüfungsausschüsse steckt eine Vielfalt an Aufgaben. Diese erstrecken sich von der Überprüfung von Anträgen über die Vorbereitung der Entscheidungsunterlagen für die Prüfungsausschüsse bis hin zur Verfassung und Bereitstellung der für das Studium notwendigen Dokumente (z.B. Vorlesungsverzeichnis und Modulhandbücher).

Für Austauschstudierende bietet der ISS eine zentrale Anlaufstelle und somit eine optimale Betreuung sowohl vor, während und auch nach ihrem Auslandsaufenthalt. Darunter fällt die Koordination der Doppelmasterprogramme ebenso wie Erasmus+ und andere Studienprogramme im Ausland.

Zusätzlich fungiert der ISS als Ansprechpartner für Dozentinnen und Dozenten bei der Organisation und Durchführung von Prüfungen und gibt Hilfestellung bei prüfungsrechtlichen Fragen. Besondere Herausforderungen dabei sind die Raumbelastung und eine kollisionsfreie Planung der Klausuren.

Die Organisation von und das Mitwirken an Sitzungen der studienbezogenen Gremien ist ein weiteres wichtiges Aufgabengebiet des ISS. Dabei werden Maßnahmen zur Verbesserung und Weiterentwicklung der Studiengänge besprochen. Die Qualitätssicherung und Akkreditierung aller Studiengänge der KIT-Fakultät für Informatik zu garantieren steht dabei immer im Fokus.

Die mittlerweile etablierten Lehramtsstudiengänge (Bachelor of Education, Master of Education und Master of Education Erweiterungsfach) wurden erfolgreich akkreditiert.

Das Mentorenprogramm, welches den Übergang von Schule zum Studium erleichtern soll, wurde in den letzten Jahren um eine semesterbegleitende Veranstaltung für die Erstsemester erweitert: „eezi - eine Einführung in das Informatikstudium am KIT“. Zusätzlich zu Vorlesungen und Tutorien wird eezi durch Informationsveranstaltungen rund um wichtige Themen im Studium (u. a. Prüfungsvorbereitung, Auslandsaufenthalt und Abschlussarbeit) ergänzt. Auch eine Reihe von Erklärvideos zu diesen Themen und weitere unterstützende Medien stehen den Studierenden zur Verfügung.

Weiterhin wurde vom ISS die Einrichtung des Lern-Lehr-Labors Informatik (LLL) angestoßen. Mittlerweile werden im LLL regelmäßige Veranstaltungen für Schülerinnen und Schülern gehalten.

Der ISS bildet unter der Leitung von Dr. Ioana Gheța die Schnittstelle zwischen Professorenschaft, Studierenden, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der KIT-Fakultät für Informatik und den unterschiedlichen Dienstleistungseinheiten (DE Recht, DE Internationales, DE Studium und Lehre) des KIT.

[Das Lehr-Lern-Labor Informatik am KIT]

Seit Herbst 2019 lernen Schülerinnen und Schüler im Lehr-Lern-Labor Informatik die Welt der Informatik aus einem neuen Blickwinkel kennen.

Es ist wichtig, dass junge Menschen im Rahmen ihrer Allgemeinbildung verstehen lernen, welche technologischen Konzepte hinter ihrer Smartphone-App, ihrer Google-Suchanfrage oder auch ihrem Lieblingscomputerspiel stehen. Im Lehr-Lern-Labor Informatik Karlsruhe bekommen Schülerinnen und Schülern an den beiden Standorten, der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Möglichkeit, Denkweisen der Informatik hautnah zu erfahren, um sich in der digitalisierten Welt zu orientieren.

Auch Studierende profitieren vom Konzept Lehr-Lern-Labor: Sie erhalten schon während des (Lehramt-) Studiums die Möglichkeit, mit Schülerinnen und Schülern in Kontakt zu kommen und stärken dabei nicht nur ihre Lehrerpersönlichkeit, sondern sammeln schon früh wichtige Erfahrungen für den späteren Arbeitsalltag.

Das Angebot des Lehr-Lern-Labors reicht von einer bunten Sammlung an Hands-On-Exponaten über eine Mischung von Workshops bis hin zu einwöchigen Ferienangeboten. Dabei wird das Präsenz-

gebot um eine virtuelle Ausstellung ergänzt. Im virtuLLL, dem virtuellen Lehr-Lern-Labor, kann man sich rund um die Uhr und bequem von zu Hause aus mit ausgewählten Themen der Informatik beschäftigen. Außerdem bietet die selbstentwickelte Plattform die Möglichkeit, Workshops und Science Camps auch virtuell durchzuführen.

Science Camps im Lehr-Lern-Labor Informatik

In elf Science Camps konnten bisher rund 140 Schülerinnen und Schüler eine Woche lang hinter die Kulissen der Informatik blicken. Die Science Camps finden in den baden-württembergischen Schulferien statt und ermöglichen den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in ein ausgewähltes Thema der Informatik. Das bunte Rahmenprogramm bietet darüber hinaus Einblicke in weitere Teilgebiete der Informatik und das Studi-Leben in Karlsruhe.

- Das **Science Camp Informatik** richtet sich gezielt an Schülerinnen. Wechselnde Themen und spannende Einblicke in die Forschungs- und Arbeitswelt sollen insbesondere Mädchen für die Informatik begeistern.
- Im **Science Camp Digital** lernen Schülerinnen und Schüler ab Klasse 8, wie man mithilfe von HTML, CSS und

JavaScript eine Website erstellt und setzen ihre ganz eigenen Ideen um.

- Das **Science Camp Softwareentwicklung** richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Oberstufe. In einer Woche bekommen die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die agile Softwareentwicklung und entwickeln im Team ein eigenes browserbasiertes Online-Multiplayer-Game von der ersten Idee zum fertigen Produkt.
- Im **Science Camp KI** bekommen die Schülerinnen und Schüler der Oberstufe einen Überblick über das Thema Künstliche Intelligenz. Sie beschäftigen sich mit Themen wie neuronalen Netzen und maschinellem Lernen und bringen einer eigenen KI bei, ein Computerspiel zu spielen.

Die Science Camps finden in Kooperation mit dem Zentrum für Mediales Lernen (ZML) am KIT statt und betten sich in das Gesamtangebot an Science Camps ein.

Workshops im LLL

Ein wachsendes Angebot an Workshops bietet Schulklassen und Schülergruppen die Möglichkeit, in 90 bis 120 Minuten Informatik hautnah zu erleben. Zu den Themen gehören beispielsweise ein Escaperoom zum Thema Kryptologie und der Workshop „Schokomat“,





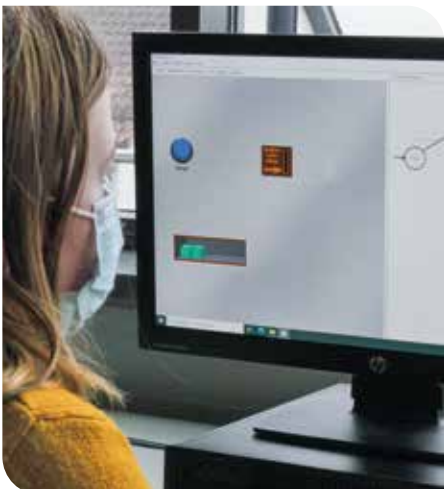
bei dem die Grundlagen der Automaten-
theorie anhand eines programmier-
baren Schokoladenautomats vermittelt
werden.

Bisher haben über 350 Schülerinnen und
Schüler an 24 Workshops teilgenommen.

Das LLL im Außeneinsatz

Das Lehr-Lern-Labor Informatik begeis-
tert nicht nur hinter verschlossenen
Türen. Auch bei Veranstaltungen für die
breite Öffentlichkeit ist das LLL vertreten.
So gab es die unterschiedlichsten Hand-
son-Exponate bei Veranstaltungen wie
dem KIT Campustag, der KIT Science
Week oder der Explore Science in Mann-
heim zu bestaunen.

Seit dem Schuljahr 2021/22 findet au-
ßerdem regelmäßig eine AG an einem
Karlsruher Gymnasium statt, welches im
Rahmen des Reallabors „Robotische
Künstliche Intelligenz“ stattfindet.



RockStartIt

Mit dem RockStartIt-Team entstehen
visionäre Kurse, die Themen der Informatik,
Naturwissenschaft und Technik ver-
binden. In interdisziplinären Expeditionen
erfahren die Schülerinnen und Schüler
wie sie Technologie nutzen können,
um große Ziele wie z. B. die Rettung der
Bienen zu verfolgen. Dabei erforschen
sie MINT- und Biologiephänomene und
wie Informatik dabei helfen kann, diese
zu verstehen und neues Wissen zu
erschaffen. Sie erleben die Freude an
Expeditionen ins Unbekannte, rüsten sich
mit MINT-Arbeitsmethoden und -Werk-

zeugen aus und wenden sie zur Lösung
ihrer Problemstellungen an. Mithilfe der
Expeditionen können die Schülerinnen
und Schüler naturwissenschaftliche
Arbeitsweisen erleben und forschendes
Lernen selbst erfahren. In insgesamt
sechs Expeditionen lernen sie u. a.
Grundlagen der Webentwicklung ken-
nen und wie sie als Data Scientist neues
Wissen in großen Datenmengen entde-
cken, um so den Bienen bei der Nah-
rungssuche zu helfen, oder wie ihnen
künstliche Intelligenz dabei helfen kann,
das Verhalten der Bienen besser zu ver-
stehen.



< Tag der Informatik 2022 >



28





ANALYSIS

DOING

DONE

DEV

DOING

DONE

TEST

DOING

DONE

UAT

DOING

DONE

REVIEW

DEPLOY

Handwritten notes on sticky papers in the DEV column, including blue, yellow, and pink notes.

Handwritten notes on sticky papers in the TEST column, including yellow, orange, and pink notes.

Handwritten notes on sticky papers in the REVIEW and DEPLOY columns, including pink notes.

IN SPRINT

Handwritten notes on sticky papers at the bottom right of the board, including a blue note and a purple note.

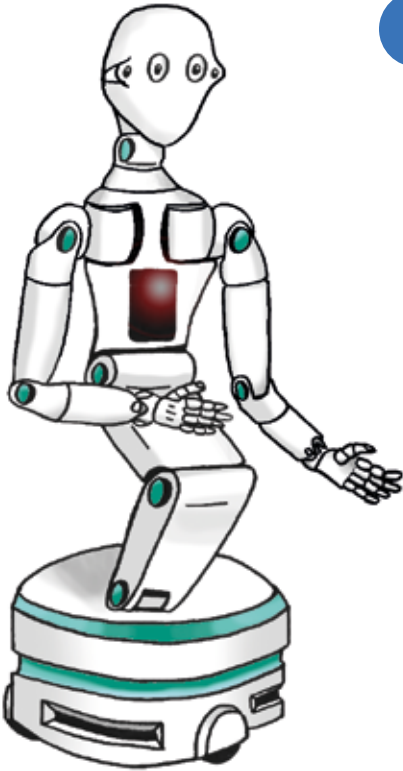


< Fortentwicklung des Fachs Informatik >

Auch wenn das gesellschaftliche Leben in den Jahren 2020 bis 2022 teilweise still zu stehen schien, ging es in der Informatik in gewohntem Tempo voran. Während der Pandemie hat die Bedeutung der Informatik für die Gesellschaft nochmals sprunghaft zugenommen und die Digitalisierung boomt wie nie zuvor. IT-Systeme sorgen inzwi-

schen weltweit durch alle Berufsgruppen für eine gesicherte Kommunikations- und Arbeitswelt. Entsprechend konnten an der Fakultät eine Vielzahl neuer Projekte gestartet oder weitergeführt werden. In dem folgenden Kapitel werden neben zukunftsweisenden Projekten auch eine kleine Auswahl der Presseberichte aus den vergangenen Jahren abgebildet.

◁ Projekte und Förderungen: ▷



[Humanoide Assistenzrobotik für die Alltagsbewältigung]

In einer immer älter werdenden Gesellschaft kann die Robotik einen Schlüsselbeitrag zur Unterstützung und Pflege von Seniorinnen und Senioren leisten. Auf diese Weise sollen Selbstständigkeit und Gesundheit der Menschen auch im Alter erhalten und gefördert werden, sowie Mitarbeitende in der Pflege unterstützt werden. Das Ziel des von der Carl-Zeiss-Stiftung geförderten Projekts JuBot ist die Entwicklung humanoider Assistenzroboter und anziehbarer Exoskelette, die personalisierte, lernende Assistenz für die Alltagsbewältigung von Seniorinnen und Senioren bieten. Hierzu sollen humanoide Assistenzroboter Alltagsaufgaben in Mensch-Roboter-Apartments übernehmen und anziehbare Roboter (Exoske-

lette) die persönliche Mobilität älterer Menschen unterstützen sowie ein zielgerichtetes Training von motorischen und kognitiven Fähigkeiten ermöglichen.

Das JuBot-Team besteht aus Forschenden des KIT aus Gebieten wie Robotik, Künstliche Intelligenz, Mensch-Maschine-Schnittstellen, IT-Sicherheit, Ingenieur- und Sportwissenschaften sowie Architektur und Technikfolgenabschätzung.

Das Projekt wird von der Carl-Zeiss-Stiftung mit 4,5 Millionen Euro von 2021 bis 2026 gefördert.

Link zur Pressemeldung:
<https://bit.ly/3SBKJg>

32



[Reallabor Robotische Künstliche Intelligenz – KI durch humanoide Roboter erfahrbar machen]

Ziel des Reallabors „Robotische Künstliche Intelligenz“ am KIT ist es, KI 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. Dadurch soll eine breite Sensibilisierung für KI-Technologien erreicht und neue Erkenntnisse für die Entwicklung robotischer KI-Systeme gewonnen werden. Die Experimente ermöglichen einen bidirektionalen Austausch auf Augenhöhe sowie einen Wissenstransfer zwischen Forschung und Anwenderinnen und Anwendern. Das Reallabor trägt damit zu einer gesellschaftszentrierten Forschung an Technologien bei, welche von den Menschen

gebraucht werden und der Gesellschaft nutzen. Anwendungsszenarien sind die Unterstützung von Klinikpersonal im Krankenhaus, das Lernen von Fremdsprachen durch Kinder im KinderUniversum, der Kita des KIT, oder das Vorlesen in der Stadtbibliothek. Gestartet ist das Reallabor mit verschiedenen Science Camps für Schülerinnen und Schüler sowie mit Experimenten zur Mensch-Roboter-Interaktion im Zentrum für Kunst und Medien in Karlsruhe.

Das Ministerium für Wissenschaft und Forschung Baden-Württemberg fördert das Reallabor mit 800.000 Euro.

Link zur Pressemeldung:
<https://bit.ly/3LMX0DM>



[Neue Methoden und Prozesse für das Auto der Zukunft]

Im Projekt „Software-Defined Car“ (SofDCar) sollen standardisierte Regeln und Prozesse geschaffen werden, damit die elektronischen Komponenten im Fahrzeug reibungslos zusammenspielen, jederzeit aktualisierbar und damit sicher bleiben. Das stellt sicher, dass sich einzelne Programme nicht gegenseitig stören und im Gesamtsystem fehlerfrei arbeiten. Es ist die Voraussetzung dafür, dass neue Funktionen im und um das Fahrzeug künftig schneller entwickelt werden und sicher zu den Fahrerinnen und Fahrern kommen können.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT betrachten im Projekt

„SofDCar“ innovative Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungsansätze für die Automobilindustrie, insbesondere mit Blick auf die IT-Sicherheit. Die Forschungsschwerpunkte am KIT liegen im Bereich Sicherheit und Verlässlichkeit. Hier wird untersucht, wie nach dem Kauf eines Fahrzeugs die Software-Funktionalitäten einfach, sicher und verlässlich aktualisiert werden können. Außerdem wollen die Forschenden des KIT die Informationsverwaltung und Sicherheitsprüfungen verbessern, Datenanalysealgorithmen und Datenschutzanalysen entwickeln, sowie Identitäts- und Zugriffsverwaltungssysteme, Update-Methoden und Absicherungsstrategien bereitstellen.

[DFG fördert neue Forschungsgruppe „KI-basierte Methodik für die schnelle Ertüchtigung unreifer Produktionsprozesse“]

Um hochwertig und kosteneffizient produzieren zu können, sind ausgereifte Produktionsprozesse notwendig. Weil dafür viele Experimente durchgeführt werden müssen, ist ihre Entwicklung bisher besonders aufwendig, insbesondere wenn neue Materialien und Verfahren verwendet werden, der Produktionsprozess hochkomplex ist oder keine ausgereiften Modelle zur Verfügung stehen. Der systematische Einsatz von KI hat das Potenzial, kosten-

günstiger, schneller und effizienter zu sein. Die Forschungsgruppe „KI-basierte Methodik für die schnelle Ertüchtigung unreifer Produktionsprozesse“ sucht daher in diesem Bereich grundlegend neue Lösungswege. Damit werden die Forschungsfelder KI und Engineering im Kontext industrieller Produktion weiter zusammengeführt und die wissenschaftliche Aktivität in der neu eröffneten Karlsruher Forschungsfabrik vorangebracht.

Zum Projekt gehört dabei der Aufbau des hybriden Demonstrators „Campus Vaihingen“: Mittels einer Echtzeit-5G-Teststrecke auf der Ringstraße des Campus können unter realitätsnahen Bedingungen Testfahrzeuge auf und abseits der Straße getestet werden.

Das Ziel ist es, die Sicherheit von KI-basierten Funktionalitäten laufend zu verbessern, auch mit den wertvollen Evaluierungsmöglichkeiten durch das Testfeld. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert das Projekt. Im Projekt forschen neben dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) auch die Universität Stuttgart, das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKSF) sowie das FZI Forschungszentrum Informatik, ein Innovationspartner des KIT. Zu den Projektpartnern aus der Industrie zählen neben Konsortialführer BOSCH BooleWorks GmbH, ETAS GmbH, Mercedes-Benz AG, P3 digital services GmbH, T-Systems International GmbH, Vector Informatik GmbH, ZF Friedrichshafen AG sowie als assoziierter Partner die Landesagentur e-mobil BW GmbH.

Link zur Pressemeldung: bit.ly/3Tzl8fe

Die neue Forschungsgruppe wird im Rahmen der strategischen Förderinitiative im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) ins Leben gerufen. Sprecher ist Professor Jürgen Beyerer.

Link zur Pressemeldung: <https://bit.ly/3E8iqZY>

< Ausgewählte Pressemitteilungen >



[Neuer Name: SZS wird Access@KIT]

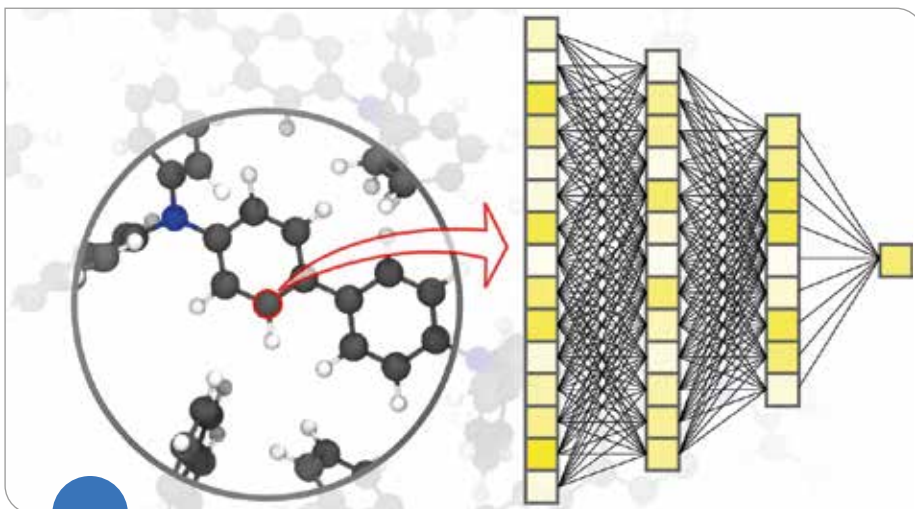
Im März 2022 wurde das ehemalige Studienzentrum für Sehgeschädigte (SZS) in ACCESS@KIT – Zentrum für

digitale Barrierefreiheit und Assistive Technologien umbenannt. Der neue Name verdeutlicht, mit welchen

Themen sich das Zentrum bereits seit vielen Jahren beschäftigt: Inklusiv studieren soll ermöglicht und Unterstützungssysteme für Menschen mit Sehbeeinträchtigung entwickelt werden. Durch die unterstützende Arbeit des ACCESS@KIT können Studierende mit Blindheit und Sehbehinderung selbstbestimmt und inklusiv am KIT studieren. Seit 2020 ist das ACCESS@KIT auch Teil des KIT-Reallabors „Digitale Barrierefreiheit und Assistive Technologien“, welches im Rahmen des Zukunftskonzeptes des KIT gefördert wird.

Link zur Pressemeldung: bit.ly/3Avm8JW

34



[Maschinelles Lernen beschleunigt Materialsimulationen]

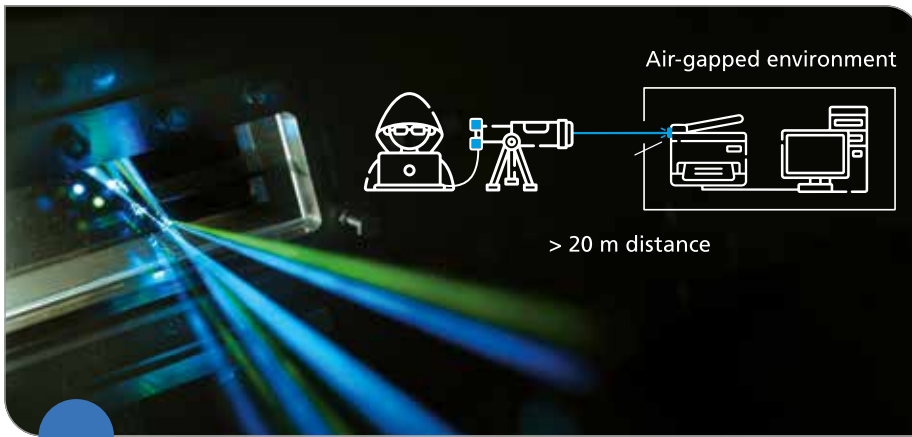
Digitalisierung und Virtualisierung gewinnen in den verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen immer mehr an Bedeutung. Dies gilt auch für die Materialwissenschaft: Erforschung,

Entwicklung und Herstellung neuer Materialien hängen entscheidend von schnellen und zugleich genauen Simulationsmethoden ab. Methoden der KI und des Maschinellen Lernens können Materi-

alsimulationen entscheidend voranbringen. Gegenüber herkömmlichen Simulationsmethoden, die auf klassischen oder quantenmechanischen Rechnungen basieren, lässt sich mit speziell auf Materialsimulationen zugeschnittenen neuronalen Netzen ein deutliches Geschwindigkeitsvorteil erreichen. Schnellere Simulationssysteme werden es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in den kommenden Jahren ermöglichen, größere und komplexere Materialsysteme rein virtuell zu entwickeln, sie bis auf die atomare Ebene hinunter zu verstehen und zu optimieren.

Wie das funktioniert und welche Anwendungen davon profitieren, erklärt ein Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) gemeinsam mit Kollegen aus Göttingen und Toronto in einem Artikel in der Zeitschrift Nature Materials. (DOI: 10.1038/s41563-020-0777-6)

Link zur Pressemeldung: bit.ly/3AZxdV4



[Forscher des KIT untersuchen versteckte Kommunikation über optische Kanäle]

Auch Computersysteme, die physisch von der Außenwelt isoliert sind, können Angriffen ausgesetzt sein. Dies demonstrieren IT-Sicherheitsexperten am KIT im Projekt LaserShark: Mit einem gerichteten Laser lassen sich Daten an bereits in Geräten verbaute Leuchtdioden

übertragen. So können Angreifende über mehrere Meter heimlich mit physisch isolierten Systemen kommunizieren. LaserShark zeigt, dass sicherheitskritische IT-Systeme nicht nur informations- und kommunikationstechnisch, sondern auch optisch gut geschützt sein müssen.

Hacker greifen Computer mit Lasern an – das könnte eine Szene in einem James-Bond-Film sein, ist aber durchaus auch in der Wirklichkeit möglich. Computer oder Netzwerke in sicherheitskritischen Bereichen, wie sie bei Energieversorgern, in der Medizintechnik oder bei Verkehrsleitsystemen zu finden sind, sind häufig physisch isoliert, um externe Zugriffe zu verhindern. Bei diesem sogenannten Air Gapping haben die Systeme weder drahtgebundene noch drahtlose Verbindungen zur Außenwelt. Bisherige Ansätze, diesen Schutz über elektromagnetische, akustische oder optische Kanäle zu durchbrechen, funktionieren nur über kurze räumliche Entfernungen oder bei niedrigen Datenübertragungsraten; häufig ermöglichen sie lediglich das Herausschleusen von Daten.

Link zur Pressemeldung: bit.ly/3e9TgiP



[Tiefsee-Test am Titanic-Wrack]

Forschende des KIT erproben neuartige Übertragungsmethoden unter extremen Bedingungen bei einem Tauchgang in 4000 Meter Tiefe zum versunkenen Ozean-Riesen.

„Daten aus vier Kilometern Tiefe durch Salzwasser hindurch verlustfrei zu übertragen, ist extrem schwierig“, beschreibt Professor Alex Waibel den Prozess. Denn die natürlichen Gegebenheiten ließen

eine Übertragung vom Tauchboot an die Meeresoberfläche zum Mutterschiff nur mit Sonar zu, da Radio-Kommunikation im Salzwasser nicht funktioniert.

Die Forschenden haben synthetische Methoden entwickelt, mit denen Videos aus Text rekonstruiert werden können. Die Tonaufnahme wird zunächst im U-Boot in Text umgewandelt, dann per Sonar-Schallimpuls nach oben übermittelt und dort aus dem Text als Video rekonstruiert. „Im Video ist dann eine synthetische Stimme zu hören, die auf die Stimme des Sprechenden übertragen wird, so dass sie wie die Stimme des Sprechenden klingt. Zudem wird die Video-Synthese so gesteuert, dass die Lippen des Sprechenden sich dabei synchron mit dem Ton bewegen.“

Link zur Pressemeldung: bit.ly/3B3Pd0u

◀ KASTEL – „Engineering Secure Systems“: ▶

[Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft“ seit 2021]

[Von der Gründung bis zur Verstetigung (2011–2022)]



KASTEL

Das „Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnik“ KASTEL wurde im Jahr 2011 gegründet und als eines von drei Kompetenzzentren für IT-Sicherheit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Projekt für vier Jahre gefördert. Der Standort Karlsruhe zeichnet sich dabei durch ein Alleinstellungsmerkmal aus: Die bestehenden weitreichenden Kompetenzen des KIT, des FZI und des Fraunhofer IOSB in den Berei-

chen Methodik, Energie, Mobilität und Produktion konnten hier in ihrer einmaligen Kombination integriert werden. KASTEL setzte dabei ausdrücklich auf interdisziplinäre Forschung, die unterschiedliche Aspekte des Themenbereichs Cybersicherheit vereint. Seitdem konnte KASTEL bereits bedeutende Beiträge zu Wissenschaft, Innovation und Sensibilisierung im Bereich Cybersicherheit verbuchen. Diese Erfolge trugen auch dazu bei, dass die Förderung durch

36



Die Beteiligten am Programm „Engineering Digital Futures“ (EDF) während der wissenschaftlichen Evaluation 2017.



Die Bundesministerin für Bildung und Forschung Anja Karliczek und die Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg Theresia Bauer unterstützten und förderten das KIT bei der Fortentwicklung im Prozess KIT 2.0. Bei ihrem Besuch auf dem KIT-Campus Nord am 27. Juli 2018 erläuterte Prof. Dr. Jörn Müller-Quade die Ziele von KASTEL am Beispiel der „BlurryBox“ (als beweisbar sicherer aber auch effizient arbeitender kryptographischer Softwareschutz) und des privatsphäre-schützenden Bezahl-systems „PriPay“.

das BMBF nach erfolgreicher Evaluierung im Jahr 2014 um weitere vier Jahre verlängert wurde (siehe Bericht im Fakultätsportrait 2015).

Das war der Startschuss für die Entwicklung von KASTEL zu einem auf Dauer angelegten Kompetenzzentrum: 2017/2018 nahm KASTEL an den Begutachtungen der Helmholtz-Gemeinschaft zur Ausrichtung der Forschung in der vierten Periode der Programmorientierten Förderung (PoF IV: 2021–2027) teil. Die Gutachter bestätigten die hervorragende Bewertung der ersten Evaluierung und hoben die besondere wissenschaftliche Exzellenz von KASTEL hervor: KASTEL-Forscherinnen und -Forscher publizieren auf den angesehensten internationalen Konferenzen und haben durch Auszeichnungen für ihre Aktivitäten in Forschung und Innovation außerordentliche Erfolge vorzuweisen. Die Ausrichtung der KASTEL-Forschung zeichnet sich darüber hinaus

besonders durch ihre gesellschaftliche Relevanz aus, z. B. durch Technologietransfer.

Mit Beginn der Förderperiode am 1. Januar 2021 ist KASTEL als Topic 3 „Engineering Secure Systems“ (ESS) ein fester Bestandteil des Helmholtz-Programms „Engineering Digital Futures“ (EDF) innerhalb des Forschungsbereichs „Information“. Wesentlichen Anteil an der Verwirklichung dieser Pläne hatte auch die tatkräftige Unterstützung des Präsidenten des KIT, Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka.

Als weiterer Teil der Verstetigung wurde 2021 das „KASTEL – Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit“ am KIT dauerhaft etabliert. Im neu gegründeten KASTEL-Institut finden nun sowohl die Universitäts- als auch die Großforschungsaufgaben der Informationssicherheit und Verlässlichkeit eine gemeinsame Heimat.

Die Idee von KASTEL ist auch in der Gründungsinitiative „StartUpSecure KASTEL“ gegenwärtig. Junge Forscherinnen und Forscher werden gezielt beraten und unterstützt, um ihre innovativen Ideen und Projekte auch in Form von Unternehmensgründungen umzusetzen. KASTEL unterstützt diese Initiative und bringt die fachliche Expertise seiner Forschenden ein (s. Kasten).



StartUpSecure KASTEL ist einer von vier Gründungsinkubatoren im Bereich der Cyber Security, welches vom BMBF finanziert wird. Sein Ziel ist es, Geschäftsideen zu identifizieren und den Gründergeist bei Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu wecken. Betreut wird der StartUpSecure KASTEL Inkubator in Karlsruhe von der KIT-Gründerschmiede, einem der größten Gründerzentren Deutschlands.

Das Programm betreut Gründungsprojekte mit IT-Sicherheitsbezug aus ganz Deutschland kontinuierlich über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Mit den Angeboten und der Unterstützung des StartUpSecure KASTEL Teams haben seit 2019 bereits acht

Start-ups gegründet, wie beispielsweise asvin, prenode und Aimino Tech.

StartUpSecure KASTEL-Angebot:

- Start-up-Beratung für Teams aus ganz Deutschland
- Coaching & Mentoring
- Teilnahme an Accelerator-Programmen
- Cyber Barcamps & Wettbewerbe
- Networking & Community Events

Kontakt:

www.startupsecure-kastel.de



[Aufgaben und Ziele]

Die innovativen Entwicklungen mit weitreichender gesellschaftlicher Bedeutung in den Bereichen Energieversorgung, Mobilität und Produktion weisen drei wesentliche, gemeinsame Eigenschaften auf: (1) Sie werden erst durch die intensive Nutzung der IT mit ihren softwarebasierten Funktionalitäten ermöglicht. (2) Sie setzen voraus, sicher und zuverlässig zu arbeiten. (3) Sie greifen auf enorme Mengen personenbezogener Daten zu. Damit ergibt sich ein unmittelbarer und gesellschaftlich unabdingbarer Bedarf, Methoden für die Entwicklung

sicherer software-intensiver Systeme zu entwickeln.

Im Mittelpunkt des Topics ESS steht eine umfassende Engineering-Methode für die Entwicklung sicherer Systeme. „Engineering“ bedeutet in diesem Kontext die systematische Erarbeitung praxistauglicher Lösungen, die nicht nur sicher sind (einschließlich dem Schutz der Privatsphäre), sondern auch garantierte Qualitätseigenschaften aufweisen (z. B. Leistung, Zuverlässigkeit, Usability und auch Wirtschaftlichkeit). Dies schließt auch

belastbare und zufriedenstellende Kompromisse zwischen den Aspekten Sicherheit und Qualität ein.

Dazu werden Methoden zur systematischen Spezifizierung, Modellierung, Entwicklung, Bewertung und Ableitung software-intensiver Systeme einschließlich unterschiedlicher Ebenen von kryptographischen Bausteinen („Primitiven“) bis hin zu Benutzerschnittstellen erforscht. An diesem Prozess wirken Forscherinnen und Forscher aus dem Bereich der Informatik, Rechts- und

Wirtschaftswissenschaften mit, die ein weites Spektrum von Aufgaben und Aspekten abdecken. Dies reicht von der Bedrohungsanalyse, der Erkennung von Anomalien in den Kommunikationsdaten, dem Risikomanagement, dem belastbaren Netzwerkbetrieb und der sicheren Softwareentwicklung über angewandte Sicherheitstests, formale Methoden und Kryptographie bis hin zu Technologien zur Wahrung der Privatsphäre, Transparenz, nutzbarer Sicherheit, zur Sicherheitssensibilisierung und zu rechtlichen Fragestellungen.

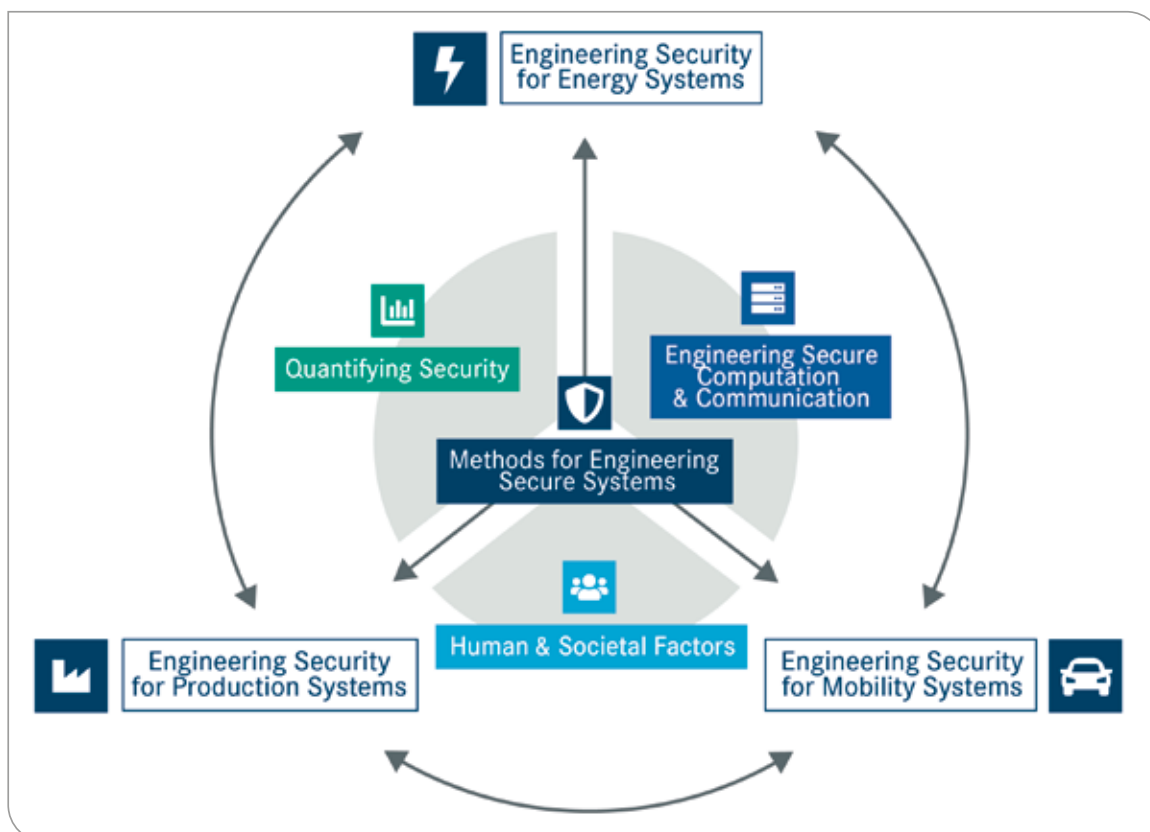
Dieser ingenieurwissenschaftliche Forschungsansatz verbindet durch die Arbeit der Forschungsgruppen und Labore die wissenschaftliche Theorie mit der Praxis der unterschiedlichen Anwendungsgebiete. So profitieren beide Bereiche von wechselseitigen Impulsen. Zwingend erforderlich ist dabei ein tieferes Verständnis dafür, auf welche Weise

unterschiedliche Abstraktionsebenen und verschiedene Komponenten die Sicherheit beeinflussen.

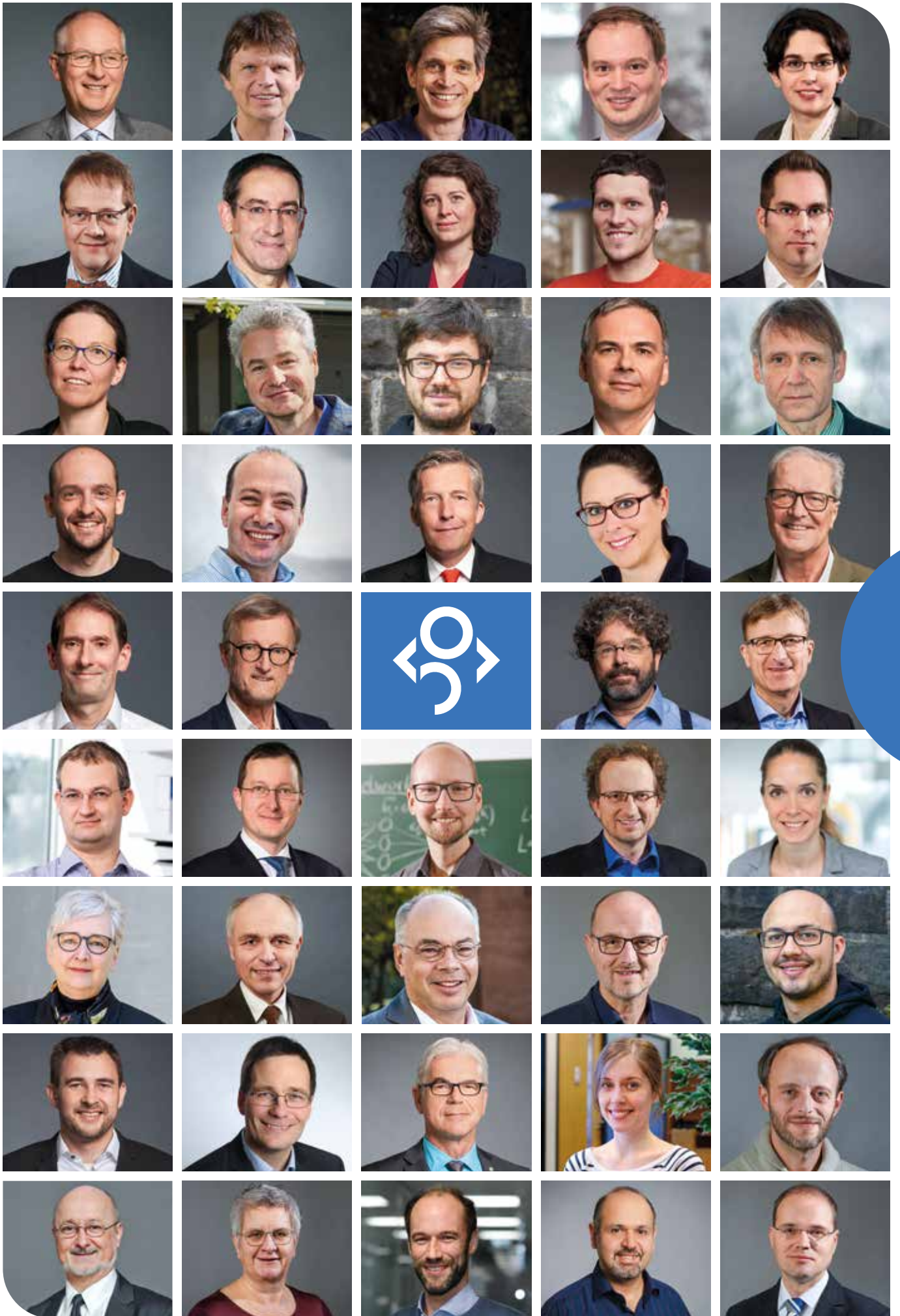
Ein ehrgeiziges Kernziel des Topics ESS ist die Quantifizierung von Sicherheit und ihre Anwendung auf die Entwicklung sicherer software-intensiver Systeme, insbesondere in den Bereichen Energie, Mobilität und Produktion. Hier ist messbare Sicherheit der Erfolgsmaßstab: Im Topic werden wissenschaftliche Ergebnisse erarbeitet, die entweder (1) die Sicherheit eines konkreten Systems nachweislich erhöhen, (2) neue Risiken identifizieren, das quantitative Sicherheitsniveau zu ändern oder (3) die Methodik der quantitativen Sicherheitsanalyse verbessern. Die langfristige Vision besteht darin, das Spannungsfeld zwischen Effizienz und Sicherheit für konkrete Anwendungen zu lösen und den Ertrag von Investitionen in die Sicherheit zu berechnen oder zumindest abzuschätzen. Dabei müssen Sicher-

heit und Usability im Einklang stehen und zusätzlich den gesetzlichen Anforderungen und wirtschaftlichen Erwägungen genügen.

Diese Ziele folgen der Empfehlung der Expertenkommission der wissenschaftlichen Begutachtung, die das Forschungsteam als „eine beeindruckende Gruppe, die ein wichtiges und aktuelles Thema anpackt“ bezeichnet und ihr wissenschaftliche Exzellenz attestiert. Ein zentrales Anliegen des Topics ESS ist sicherzustellen, dass systemweite Aspekte der Cybersicherheit und vertrauenswürdiger Systeme im Mittelpunkt stehen, und zwar nicht nur hinsichtlich der technischen Aspekte, sondern auch der breiteren gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekte.



Die Ziele des Topics ESS werden durch die enge Kooperation der vier Subtopics, bestehend aus drei Forschungsgruppen und den Laboren, verfolgt.





< 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

Prodekan: Prof. Dr. Ralf Reussner

Studiendekan Informatik: Prof. Dr. Gregor Snelting

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. Gerhard Neumann

Autonome lernende Roboter

Prof. Dr. Jan Niehues

Künstliche Intelligenz für

Sprachtechnologien

Prof. Dr. Rainer Stiefelhagen

Informatiksysteme für

sehgeschädigte Studierende

Prof. Dr. Alexander Waibel

Interactive Systems Labs

Tenure-Track-Prof.

Dr. Rudolf Lioutikov

Intuitive Robots Lab

Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich

Health Robotics and Automation

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. Jörn Müller-Quade

Kryptographie und Sicherheit

Prof. Dr. André Platzer

Alexander-von-Humboldt-Proffessur 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 Snelling
Programmierparadigmen

Institut für Automation und Angewandte Informatik (IAI)

Prof. Dr. Veit Hagemeyer
Energieinformatik

Institut für Theoretische Informatik (ITI)

Prof. Dr. Bernhard Becker
Anwendungsorientierte formale Verifikation

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

Jun.-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

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]

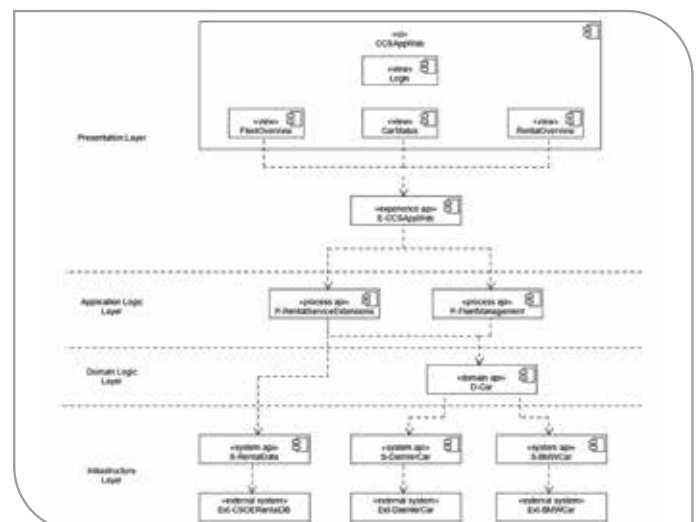
Sebastian Abeck hat nach seinem Informatik-Studium an der TU München (TUM) im Jahr 1991 im Bereich der Rechnetze promoviert. In der Umgebung des Leibniz-Rechenzentrums hat er im Jahr 1996 zum Thema des Integrierten Netz-, System- und Anwendungsmanagements an der TUM habilitiert. Im gleichen Jahr wurde 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 Forschungsgruppe 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 Wirtschaftsinformatik beteiligt. In diesem Studiengang ist er für die Organisation der Lehrveranstaltung „Teamprojekt Softwareentwicklung“ zuständig, in der die Wirtschaftsinformatik-Studierenden lernen, im Team ein komplexes Softwaresystem zu entwickeln. Die Aufgaben werden von Lehrstühlen der KIT-Fakultäten 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 fortgeschrittenen Web-Anwendungen. Ein wichtiges in Web-Anwendungen genutztes Architekturparadigma ist die Serviceorientierung, die durch Microservices 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-Anwendung ConnectedCarServicesApplication (CCSApp), deren serviceorientierte Architektur in der Abbildung als ein UML-Komponentendiagramm modelliert ist. CCSApp stellt Dienste rund um das vernetzte 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 Studierenden den Umgang mit komplexen Softwaresystemen und den Einsatz von hierfür zur Verfügung stehenden modernen Software-Engineering-Methoden und -Werkzeugen erlernen.



// Forschungsthemen

Ein aktuelles Forschungsthema ist die **qualitätsorientierte Entwicklung von Microservice-basierten Anwendungen**. Diese umfasst die Analyse der Anforderungen und eine strukturerhaltende und systematische Übertragung der resultierenden Artefakte der einzelnen Phasen auf die Architekturebene als auch deren Abbildung auf die Implementierungs- und Testebene. Für die Ableitung geeigneter Tests werden aktuell systematische und nachvollziehbare Vorgehensweisen entwickelt, welche die verschiedenen Arten von Tests (Unit, Integration, Ende-zu-Ende) berücksichtigt. Das Ziel des Engineerings ist es, qualitativ hochwertige und getestete Microservices zu erzielen.

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

Nach dessen Entwicklung ist der Microservice in einer Rechner-Infrastruktur zu verteilen (engl. deploy) und zu betreiben. Im Microservice-Umfeld kommen verstärkt Container-virtualisierte Infrastrukturen 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 Software. Durch die Einführung eines Rahmenwerks, welches dem als DevOps (Development and Operations) bezeichneten Paradigma folgt, wird diese Barriere aufgebrochen. Mittels definierter Prozesse und Template-basierter Ansätze werden Entwickler dazu befähigt, eigenständig Software auszuliefern und diese zu warten.

// Publikationen

Niklas Sängler, Sebastian Abeck: Authentication and Authorization in Microservice-Based Applications, INFORMATIK 2022, GI-Jahrestagung, Hamburg, 2022.

Michael Schneider, Stephanie Zieschinski et al.: A Test Concept for the Development of Microservice-based Applications, The Sixteenth International Conference on Software Engineering Advances (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“, „Riemmsche 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
humanoids.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.

48 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 beweiskorrekte 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. Schrempp 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]

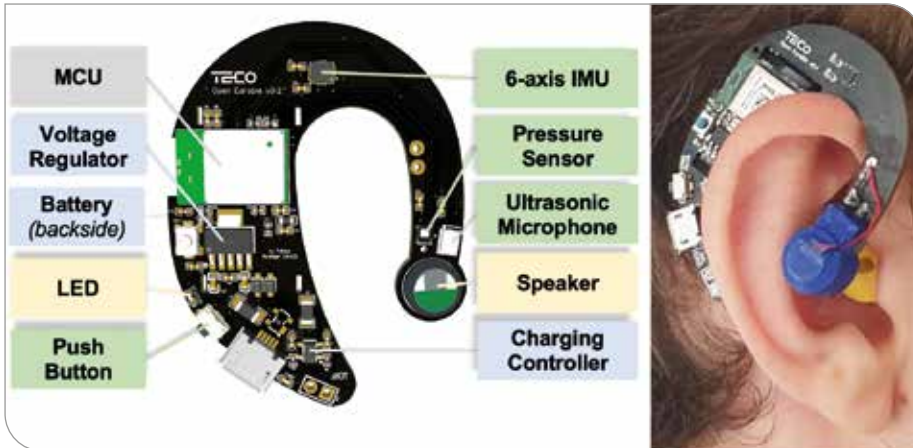
Michael Beigl ist Professor für Pervasive Computing Systems am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und Leiter des TECO-Forschungslabors. Zuvor war er von 2006–2010 Professor an der TU Braunschweig, 2005 Visiting Associate Professor an den Hide Tokuda Labs, Keio University, Japan und von 2001–2005 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**

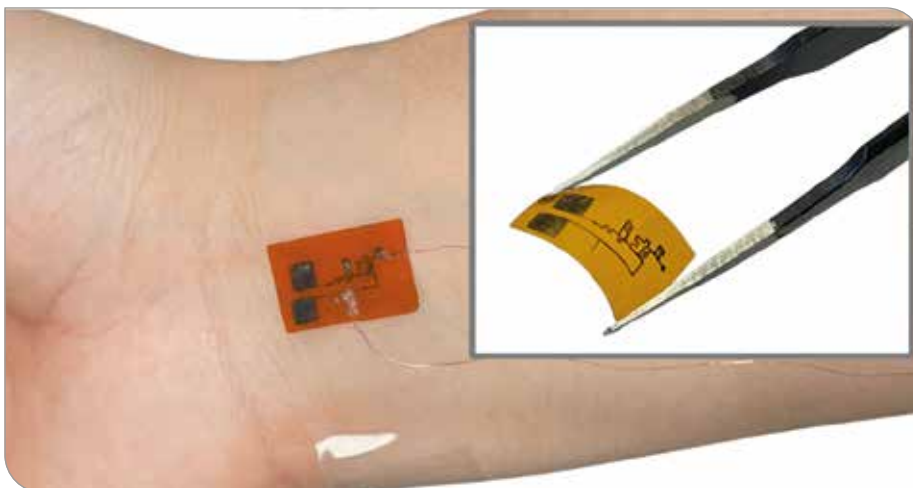
Forschungsfokus der Gruppe sind die Themen Smart Data Analytics mittels KI-Verfahren, Wearable Computing und HCI. Gerade im letzteren Themenfeld sind immer mehr Projekte auch im Bereich der Health Technology zu verorten (u. a. Hids4Health, Fit2Ear, VibCPR), während im Bereich der KI mit dem Machine-Learning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

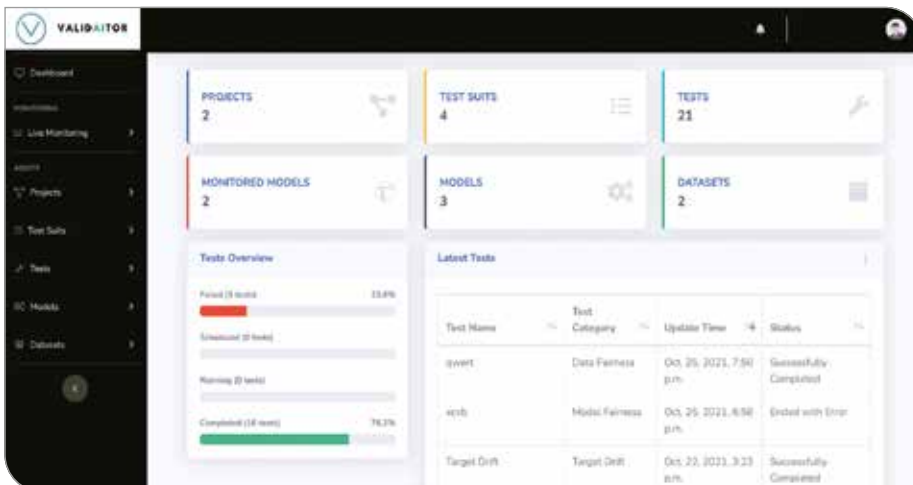
// Projekte und Erfolge



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 Temper
Haibin Zhao
Yexu Zhou

// Website

www.teco.kit.edu



[Prof. Dr. Frank Bellosa // Betriebssysteme]

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-Forscherguppe „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 einsatzfähigen 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.anthropomatik.kit.edu/



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

56

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.

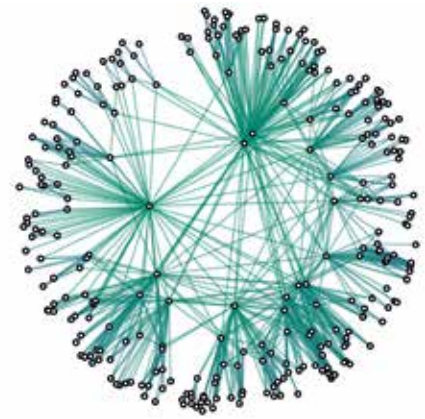
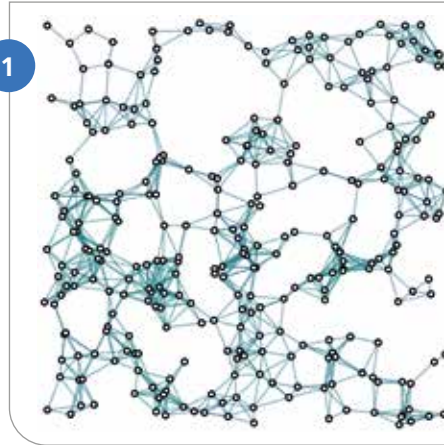
Methodisch wird dieses Ziel auf zwei Arten vorangetrieben. Auf der theoretischen Seite werden grundlegende Graphprobleme in Abhängigkeit von verschiedenen Grapheigenschaften analysiert. Stärker an der Praxis orientiert beschäftigt sich die Arbeitsgruppe außerdem mit dem Entwurf effizienter Algorithmen 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]

58

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 Pichierri (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 Englhard
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



[Prof. Dr. Carsten Dachsbacher //
Computergrafik]

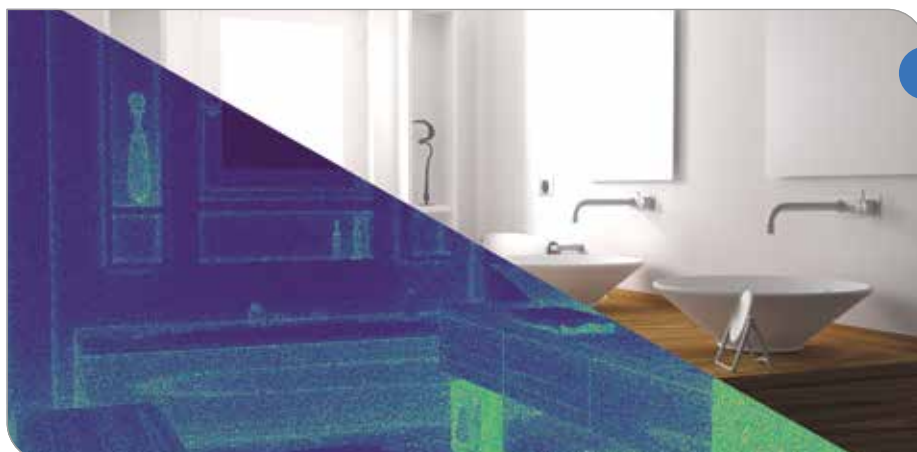
62 Carsten Dachsbacher studierte Informatik an der Universität Erlangen-Nürnberg und promovierte 2006 am dortigen Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung. Er erhielt ein Marie Curie Intra-European Fellowship um am INRIA Sophia-Antipolis/Frankreich zu forschen, und war von 2007 bis 2010 Juniorprofessor 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.

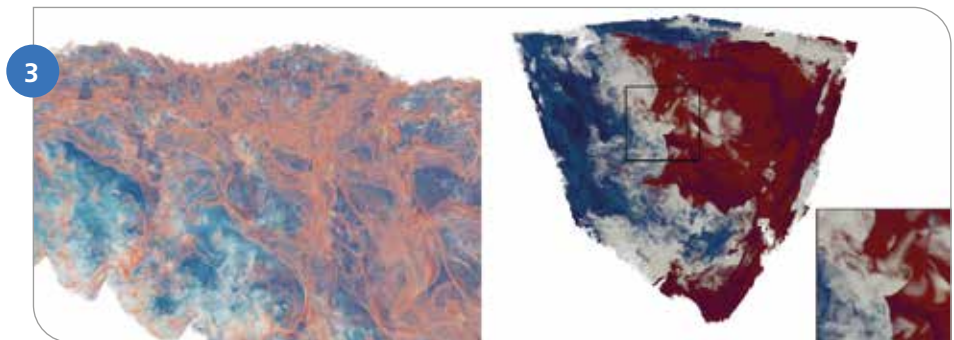
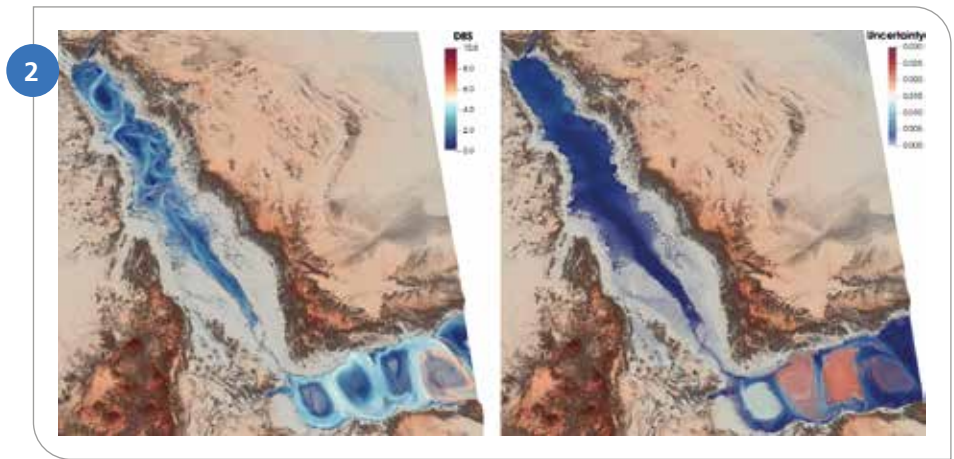
In der Lehre werden diese Forschungsschwerpunkte durch die Vorlesungen „Interaktive Computergrafik“, „Fotorealistische Bildsynthese“ und „Visualisierung“ vertreten, begleitet von weiteren Lehrveranstaltungen, z. B. Praktika zum Thema GPU-Computing.

// 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)]**

64 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

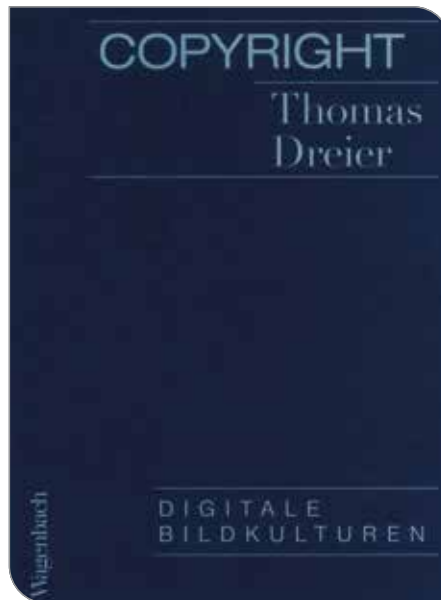
Das Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR) und unter seinem Dach das Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR) widmet sich am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) der wissenschaftlichen Begleitung des Rechts der Informationsgesellschaft. Zugleich sind ZAR und IIWR für die rechtswissenschaftliche 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

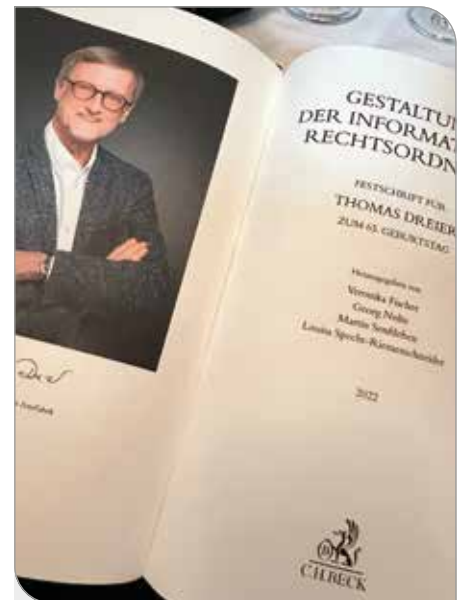
T. Dreier/G. Schulze, Urheberrecht – Kommentar, 7. Aufl., Beck, München 2022

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)]

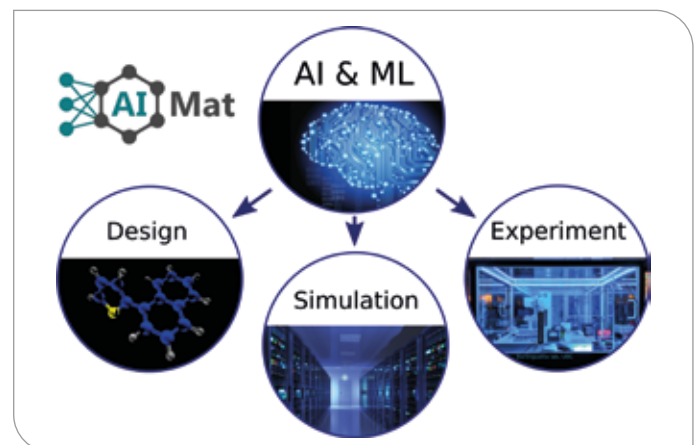
Nach seinem Studium der Physik am KIT promovierte Pascal Friederich 2016 am Institut für Nanotechnologie zum Thema Simulation und computergestütztes Design von Materialien für die organische Elektronik. Nach einem Aufenthalt als Gastwissenschaftler an der Georgia Tech Universität in Atlanta (USA) schloss 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 hochauflösenden 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 material 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., Andreo, 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]

68

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 bewegungs-basierte 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

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



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

70

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 (SEnSSiCC) 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, Vojtech 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 ausgehnter 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 Gilitshenski 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.

74 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 privatsphäregerechte 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 (CO-DES+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, Rechenleistung 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 allgemeiner 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 (VKSI) 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.; Calotiu, 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
mcse.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.

// **Forschungsrichtung 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 erklärbare 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**
www.intuitive-robots.net



[Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich // Health Robotics and Automation (HERA)]

Franziska Mathis-Ullrich ist Juniorprofessorin für Medizinische Robotik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und leitet dort die Gruppe für „Health Robotics & Automation“ (HERA). Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf minimal-invasiven und kognitiv gesteuerten Robotersystemen und eingebettetem maschinellem Lernen mit Schwerpunkt auf Anwendungen in der Chirurgie. Sie erwarb ihren B.Sc. und M.Sc. in Maschinenbau und Robotik in den Jahren 2009 und 2012 und promovierte 2017 in der Mikrorobotik an der ETH Zürich. Seit 2019 ist sie Juniorprofessorin am KIT.

Jun.-Prof. Mathis-Ullrich ist Vizepräsidentin der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC) und erhielt den IEEE ICRA Best Paper Award in Medical Robotics (2014), den IEEE BioRob Best Student Paper Award (2016) und gewann mit ihrem Team zweimal den ersten Preis der ICRA Microassembly Challenge (2014 & 2015). Zudem erhielt Sie 2019 den NEO Innovationspreis der TechnologieRegion Karlsruhe. Außerdem schaffte sie es auf die renommierte Forbes-Liste der „30 unter 30“ (2017).

// Überblick und Allgemeines

Das Labor für Health Robotics and Automation (HERA) ist ein Forschungslabor innerhalb des Instituts für Anthropomatik und Robotik (IAR) am KIT und wurde 2019 gegründet. Forschungsschwerpunkte beinhalten die minimal-invasive Medizinroboter, sowie robotergestützte Diagnose und Chirurgie. Darüber hinaus untersucht das Labor das Potenzial neuartiger Softroboter und Mikroroboter für Anwendungen in der Medizin und unter-

sucht maschinelle Lernmethoden für medizinische Anwendungen.

// Projekte und Erfolge

Der zunehmende Einsatz von Telemanipulatoren und Robotern hat die chirurgische Praxis in den letzten Jahren stark verändert. Präzise steuerbare Instrumente und integrierte Sensorik ermöglichen minimal-invasive Operationen und liefern dem medizinischen Personal zusätzliche – oft aufbereitete – Informationen. Um den derzeitigen Stand der Technik von Chirurgierobotern mit starren Instrumenten zu erweitern, werden neuartige steuerbare und flexible robotische Instrumente untersucht. Diese nachgiebigen robotischen Instrumente ermöglichen es, mit hoher Präzision durch den Körper und um Hindernisse herum zu navigieren und gleichzeitig das Risiko von Gewebeschäden zu reduzieren. Unabhängig von ihrer kinematischen Struktur wird die nächste Generation von Operationsrobotern von menschlichen Experten und medizinischen Daten lernen. Dies ebnet den Weg für kontextsensitive, kognitiv lernende Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen, von Chirurginnen lernen und (semi-)autonom bei chirurgischen Eingriffen assistieren, um so eine Kooperation mit menschlichen Chirurgen ermöglichen.

Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, konzentriert sich die Forschung am HERA auf drei Themen: Erstens nutzen wir verschiedene Methoden des maschinellen Lernens, um lernende Software für die kognitiv gesteuerte Roboterassistenz während der Operation bereitzustellen. Zweitens untersuchen wir neuartige minimal-invasive robotische Instrumente mit integrierter Sensorik, um inhärent sichere, agile und intelligente chirurgische Instrumente bereitzustellen. Drittens erforschen wir effektive Mensch-Maschine-Schnittstellen im Kontext der Chirurgie, die intuitiv sind und die benötigten Informationen zum richtigen Zeitpunkt bereitstellen.

In Kooperation mit der Hochschule Reutlingen (Prof. Burgert) erreichten wir die Top 10-Bestenliste bei der RSNA-ASNR-MICCAI Brain Tumor Segmentation Challenge (BraTS 2021) mit mehr als 2000 teilnehmenden Teams weltweit.

Zudem kooperieren wir eng mit medizinischen Experten der Universitätskliniken Heidelberg und Ulm/Günzburg, dem Städtischen Klinikum Karlsruhe, dem Fraunhofer IPA (Mannheim), sowie dem Zeiss Innovation Hub @ KIT.

// Ausgewählte Publikationen

Peikert, S., Kunz, C., Fischer, N., Hlavac, M., Pala, A., Schneider, M., Mathis-Ullrich, F., Automated Linear and Non-Linear Path Planning for Neurosurgical Interventions, In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) (Philadelphia, May 2022)

Philipp, M., Alperovich, A., Gutt-Will, M., Mathis, A., Saur, S., Raabe, A., Mathis-Ullrich, F., Dynamic CNNs using un-



certainty to overcome domain generalization for surgical instrument localization, IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2022, pp. 3612–3621.

Marzi, C., Alagi, H., Rau, O., Hampe, J., Korvink, J. G., Hein, B., Mathis-Ullrich, F., Capacitive Proximity Sensor for Non-Contact Endoscope Localization, In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) (Philadelphia, May 2022)

Karstensen, L., Ritter, J., Hatzl, J., Pätz, T., Langejürgen, J., Uhl, C., Mathis-Ullrich, F., Learning-Based Autonomous Vascular Guidewire Navigation without Human Demonstration in the Venous System of a Porcine Liver, Int J CARS (2022). <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02646-8>

Zeineldin, R.A., Karar, M.E., Mathis-Ullrich, F., Burgert, O. (2022). Ensemble CNN Networks for GBM Tumors Segmentation Using Multi-parametric MRI. In: Crimi, A., Bakas, S. (eds) Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries. BrainLes 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12962. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08999-2_41

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Elke Franzke
Stephanie Glinka
Nina Maizik
Francesca Morreale

Wissenschaftliches Personal

M.Sc. Nikola Fischer
M.Sc. Balasz Gyenes
M.Sc. Lennart Karstensen
Dr.-Ing. Christian Kunz
M.Sc. Christian Marzi
M.Sc. Nevin Musula
M.Sc. Steffen Peikert
M.Sc. Markus Philipp
M.Sc. Paul M. Scheikl
M.Sc. Ramy Zeineldin

Technisches Personal

Jean-Marie Teikitohe

// Website

hera.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 Thementzwerks 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 Sicherheit, 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 korrumpiert werden. Dies konnte mithilfe von „unhackbaren“ Hardwarebausteinen wie z. B. Datendiode 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 Geiselmann
Michael Klooß
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)]**

88

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 NVMe 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 eingeworben 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.anthropomatik.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/



[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. Arabnia, 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. Schönthaler, 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-Profe^{ss}ur
für Logik autonomer dynamischer
Systeme]**

André Platzer hat die Alexander von Humboldt-Profe^{ss}ur 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 zugrundeliegenden 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 zugrundeliegenden 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. Platzer's 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, impuls-basierte 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 trilinearer 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-E 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

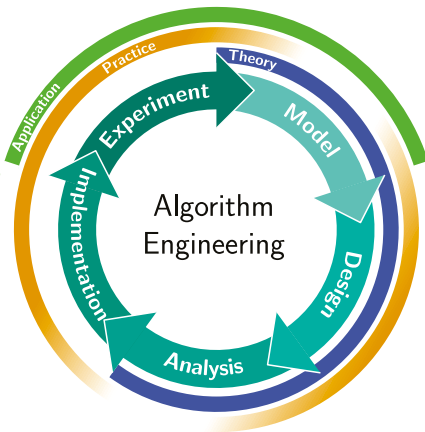
Effiziente Algorithmen und Datenstrukturen sind Grundvoraussetzung für alle anspruchsvollen Computeranwendungen. Algorithmik - die systematische Entwicklung effizienter Algorithmen - ist deshalb entscheidend für die Umsetzung technologischer Möglichkeiten in Anwendungen mit großer Bedeutung für

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 Hespe

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

genschaften 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



[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. Vogelsang, 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 Technikfolgenabschätzungs-forschung 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 Platform 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-MatWerk (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 Hermosillo Muriadas, 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 Ressmann, 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 Chefherausgeber 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 Kartenvalidierung, aber auch an kartenlosem Fahren. Zur Lokalisierung in dieser HD Karte forscht das Institut an visuellen Lokalisierungsalgorithmen.

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 Laserscanner, 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-



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.

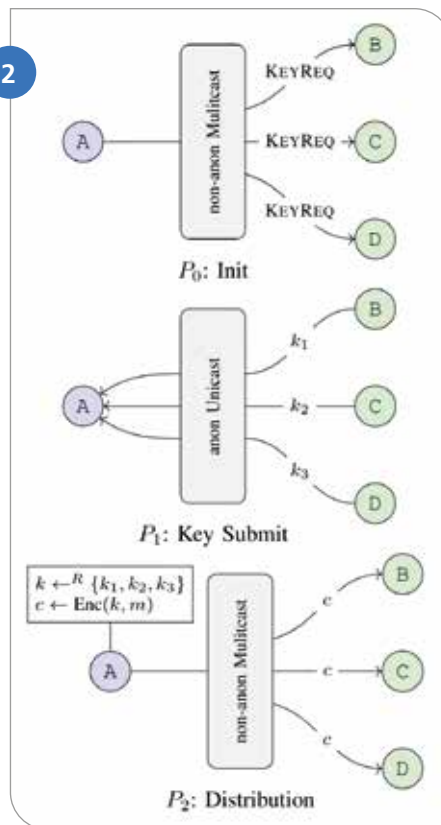
// Ausgewählte Publikationen

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. Christiane Kuhn
Kamyar Abedi
Christoph Coijanovic
Stephan Escher (Lehrstuhl Dresden)
Matin Fallahi
Patricia Guerra-Balboa
Simon Hanisch
Shima Hassanpour (Lehrstuhl Dresden)
Alex Miranda-Pascual
Felix Morsbach
Amr Osman (Lehrstuhl Dresden)
Jan Reubold
Julian Todt

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

Technische Mitarbeitende
B.Sc. Basheer Aleid (stud. HK)
Marius Simianer
Wei Su (stud. HK)
M.A. Jennifer von Olnhausen (wiss. HK)

// 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.

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).

// 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-

// Projekte und Erfolge

Der Europäische Forschungsrat (ERC) zeichnet Mehdi Tahoori in der Vergaberrunde 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 schnelllebbige 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 Changepoint-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. 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 Mtsentlintze
Jonas Sauer
Marcel Radermacher
Torsten Ueckerdt
Franziska Wegner
Matthias Wolf
Tim Zeitz
Tobias Zündorf

Technische Mitarbeitende
Ralf Kölmel

// Website
www.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 sprachen- 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

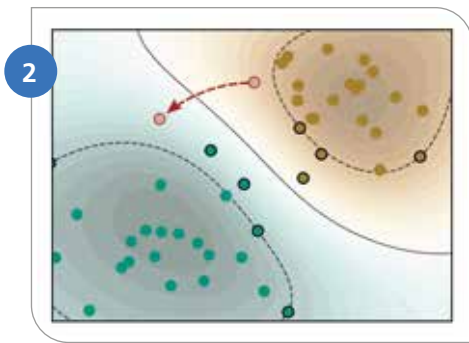
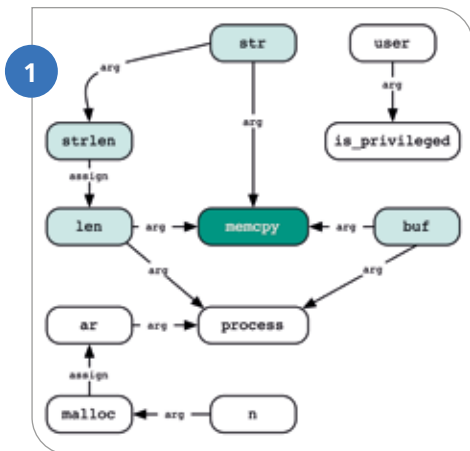
Zum einen beschäftigen wir uns mit dem Einsatz von maschinellem Lernen in der Computersicherheit. Hier untersuchen wir wie man mit Hilfe von lernenden Systemen, zum Beispiel, Schwachstellen in Software findet oder Schadcode (Malware) identifiziert und analysiert. Auch die selbst-lernende Angriffserkennung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



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. (Abb. 3)

// 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.

// 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

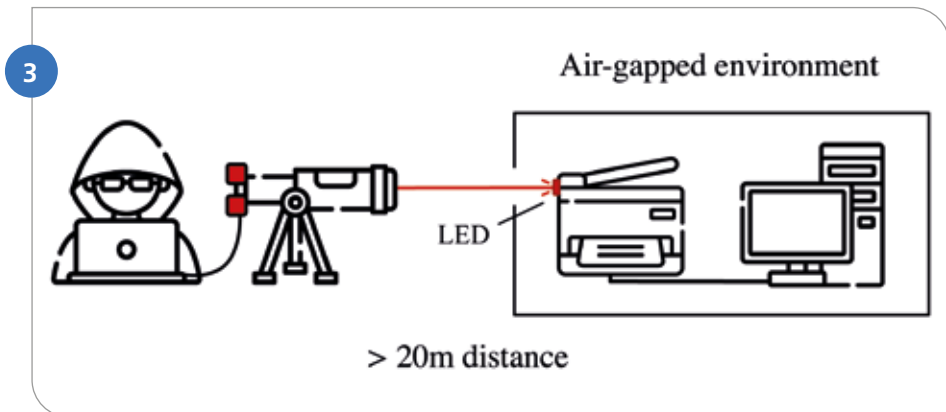
N. Kühnapfel et al. „LaserShark: Establishing Fast, Bidirectional Communication into Air-Gapped Systems“
Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC) 2021

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal
Hildegard Sauer
Dr. Philipp Scherzer

Wissenschaftliches Personal
Nurullah Demir
Achyut Hegde
Yilin Ji
Daniel Kaestner
Qi Lei
Max Noppel
Gustavo 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 Softwarebasierte 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



[Prof. Dr. Tamim Asfour (kommissarischer Leiter) // Intelligente Prozessautomation und Robotik (IPR)]

// Überblick und Allgemeines

Das IPR forscht an aktuellen Fragen der sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration, des Maschinellen Lernens für Roboter und der echtzeitfähigen Bahnplanung und Regelung für Roboter. Die Anwendungsdomänen sind dabei vorrangig die industrielle Robotik, aber auch die Service-Robotik.

// Einblicke in die Forschung

Im Bereich „Echtzeit-Roboterregelung und Bewegungsplanung“ wurde in den letzten Jahren eine Methode entwickelt, um Trajektorien für 7-Achs-Roboter in Echtzeit zu berechnen und deren Ausführung zu beschleunigen, indem das redundante 7. Gelenk verwendet wird, um die individuellen Wege der einzelnen Gelenke zu minimieren. Weiterhin wurde die Methode HIRO zur Bahnplanung in dynamischen Umgebungen entwickelt. Gegenüber herkömmlichen Verfahren ist HIRO um bis zu Faktor 10 schneller und ermöglicht so eine schnelle Umplanung einer Roboterbahn basierend auf externen Sensorsignalen.

Im Bereich „Funktionale Sicherheit und sichere Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK)“ wurde eine simulationsbasierte Methode entwickelt, um in MRK-Arbeitsabläufen auftretende Gefährdungen für menschliche Werker zu identifizieren (Abb. 1). Damit wird die vor der Inbetriebnahme von MRK-Systemen verpflichtende Risikobeurteilung unterstützt. Darüber hinaus wird an Verfahren zur Steigerung der Zuverlässigkeit von bildbasierten KI-Methoden zur Erfassung des Menschen geforscht. Diese versprechen eine effizientere Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter, ihre Fehleranfälligkeit verhindert bisher jedoch ihren sicheren Einsatz.



Im Bereich „Reinforcement Learning für Roboteranwendungen“ wurde eine Methode zur sicheren Erkundung der Umgebung entwickelt, die Kollisionsfreiheit garantiert und eine Überlastung der Robotergetriebe verhindert. Zudem wurde der modellfreie „Griff in die Kiste“ erlernt, der es erlaubt, Objekte in unstrukturierter Szenen ohne vorhandene CAD-Modelle nur auf Basis von Tiefenbildern zu greifen. Dabei kann der Roboter auch Objekte verschieben, um die Erfolgswahrscheinlichkeit eines Griffes zu erhöhen, und durch gezieltes Ablegen vorgegebene Muster nachbauen (Abb. 2).

// Ausgewählte Publikationen

Huck, T. P.; Ledermann, C.; Kröger, T., „Testing Robot System Safety by Creating Hazardous Human Worker Behavior in Simulation“, IEEE Robotics and automation letters, 7 (2), 770–777, 2022

Wiedmeyer, W.; Altoe, P.; Auberle, J.; Ledermann, C.; Kroeger, T., „A Real-Time-Capable Closed-Form Multi-Objective Redundancy Resolution Scheme for Seven-DoF Serial Manipulators“, IEEE Robotics and automation letters, 6 (2), 431–438, 2021.

Berscheid, L.; Friedrich, C.; Kröger, T., „Robot Learning of 6 DoF Grasping using Model-based Adaptive Primitives“, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 4474–4480, 2021

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Stephanie Glinka
Elke Franzke
Francesca Morreale
Nina Maizik

Wissenschaftliches Personal

Hosam Alagi
Woo-Jeong Baek
Lars Berscheid
Alexander Cebulla
Dennis Hartmann
Xi Huang
Tom Huck
Jonas Kiemel
Dr. Christoph Ledermann
Dr./VAK Moskau Ilshat Mamaev
David Puljiz
Patrick Schlosser
Wolfgang Wiedmeyer

Technisches Personal

Michael Mende
Jean-Marie Teikitohe

Externe Dozenten

Thomas Längle
Johannes Kurth
Michael Kaiser

// Website

www.ipr.kit.edu

[PD Dr. Ingmar Baumgart // Kompetenzzentrum IT-Sicherheit am FZI]



Ingmar Baumgart studierte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und promovierte 2010 am dortigen Institut für Telematik. Im Anschluss war er Leiter einer Young Investigator Group (YIG) am KIT und habilitierte dort im Jahr 2017 auf dem Gebiet dezentraler Systeme zum Schutz der Privatsphäre. Seit 2016 ist er Leiter des Kompetenzzentrums IT-Sicherheit am FZI Forschungszentrum Informatik in Karlsruhe. Zudem ist er Principal Investigator in KASTEL.

// Überblick und Allgemeines

Mit der fortschreitenden Digitalisierung aller Industriezweige erlangen die Themen IT-Sicherheit und Datenschutz immer mehr an Bedeutung. Vor allem der Trend eingebettete Systeme mit dem Internet zu verbinden („Internet of Things“) erhöht deren Angriffsfläche signifikant. Die Forschungsgruppe von Ingmar Baumgart befasst sich daher auf verschiedenen Ebenen mit der Absicherung solcher Systeme. Im Themenfeld IoT Security werden Konzepte und Methoden für die Absicherungen von vernetzten eingebetteten Systemen erforscht. Neben proaktiven Schutzmechanismen werden hier ergänzend auch reaktive Maßnahmen, wie z. B. die Erkennung von Angriffen („Intrusion Detection“) untersucht. Das Themenfeld Security Testing befasst sich mit Verfahren (z. B. Penetrati-

onstests) und Werkzeugen (z. B. Fuzzer) zur Auffindung von IT-Sicherheitslücken. Im Themenfeld Privacy Enhancing Technologies werden technische Maßnahmen zum Schutz von personenbezogenen Daten entwickelt und evaluiert. Eine besondere Herausforderung stellen hier u. a. Lokationsdaten dar, wie sie im Kontext von Mobilitätssystemen anfallen. Schließlich werden im Themenfeld Incident Response auch Verfahren zur effektiven Reaktion auf IT-Sicherheitsvorfälle untersucht. Die Forschung in diesen Themenfeldern erfolgt mit starkem Anwendungsbezug zu den Domänen Mobilität, Produktion und Energie. Eine grundlegende Vorgehensweise zur Verbesserung von Resilienz und Datenschutz stellt dabei der Einsatz von dezentralen Systemen ohne zentrale Vertrauensinstanz dar. In der Lehre erfolgt eine Beteiligung durch die Vorlesung Netzsicherheit, das Praktikum Sicherheit sowie das Praktikum Penetration Testing.

// Projekte und Erfolge

Im Bereich Mobilität wurde im Rahmen von KASTEL u. a. eine Simulationsumgebung zur Evaluierung von Intrusion-Detection-Systemen für Vehicle-2-X-Kommunikation konzipiert. Zudem wurden Konzepte und Werkzeuge zur Erkennung von Schwachstellen in Kommunikationstapeln von IoT-Produkten auf Basis von Software Defined Radio (SDR) entwickelt.

// Ausgewählte Publikationen

I. Baumgart, M. Börsig, N. Goerke, T. Hackenjös, J. Rill, M. Wehmer: Who controls your energy? On the (in) security of residential battery energy storage systems, IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm), 2019.

M. Wehmer, I. Baumgart: A Practical Evaluation Method for Misbehavior Detection in the Presence of Selfish Attackers, VEHTS, 2021.

V. Kiechle, M. Börsig, S. Nitzsche, I. Baumgart, J. Becker: PREUNN: Protocol Reverse Engineering using Neural Networks, ICISSP, 2022.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal

Matthias Börsig (FZI)
Niklas Goerke (FZI)
Timon Hackenjös (FZI)
Maximilian Müller (FZI)
Marek Wehmer (FZI)

// Website

fzi.de/team/ingmar.baumgart



[PD Dr.-Ing. Roland Bless // Dienstgüte, Steuerung und Sicherheit in Internet-basierten Netzen]

Roland Bless ist Privatdozent und akademischer Oberrat am Institut für Telematik, Lehrstuhl Professorin Zitterbart. Er studierte Diplom-Informatik an der Universität Karlsruhe (TH) bis 1996 und promovierte 2002 zum Dr.-Ing. bei Professor Gerhard Krüger im Bereich Dienstgütemanagement. 2009 habilitierte er an der Fakultät für Informatik des KIT. Seit 1998 ist er in Gremien IETF/IRTF zur Standardisierung im Internet aktiv tätig. Dr. Bless ist Mitglied in der GI, der ACM SIGCOMM, der IEEE ComSoc und der Internet Society.

// Überblick und Allgemeines

Die Themen der Forschungsaktivitäten umfassen Dienstgüteunterstützung und Sicherheit in Netzen sowie verschiedene Verfahren zur Kontrolle und Steuerung von Datenströmen. Solche Themen sind insbesondere für zeitkritische und zuverlässige Umgebungen relevant, wie sie beispielsweise im Kontext von Industrie 4.0, Mobilfunknetzen der 6. Generation und Cloud-basierten Diensten betrachtet werden. Heutige Netze auf Internet-basierter Technik stehen aufgrund der vielfältigen Anwendungen vor Herausforderungen hinsichtlich ihrer Komplexität, Flexibilität und Skalierbarkeit. Eine Möglichkeit den ersten beiden Aspekten zu begegnen, ist der Einsatz selbstorganisierender und

software-basierter Kontrollstrukturen, welche sich an die zunehmende Anzahl von Netzkomponenten und Teilnehmern anpassen können. Skalierbarkeit bezeichnet die Eigenschaft eines Systems, das Wachstum (ggf. auch Schrumpfen) bestimmter Systemparameter zu bewältigen. Im Internet sind das beispielsweise neben der Anzahl der Netzkomponenten, Teilnehmer und Datenströme auch die Übertragungsgeschwindigkeiten (wenige kbit/s bis mehrere 100 Gbit/s). Die Gestaltung zukünftiger Energienetze, die Internet-ähnlich (z. B. paketorientiert) arbeiten, bildet einen weiteren Themenbereich.

// Einblicke in die Forschung

Aktuelle Arbeiten befassen sich zum einen mit flexiblen, selbstorganisierenden Kontrollebenen für zukünftige Netzinfrastrukturen (u. a. 6. Generation der Mobilfunknetze) und dazu passenden resilienten sowie hoch skalierbaren Routingverfahren. Zudem werden Verfahren zum schnellen Auffinden von Ressourcen und Diensten entwickelt sowie zur Sicherung der Routingverfahren. Zum anderen umfassen die Forschungsarbeiten die Entwicklung von Staukontrollmechanismen bei sehr hohen Geschwindigkeiten. Für die Leistungsfähigkeit eines Netzes ist zudem eine möglichst geringe Latenz ausschlaggebend. Hierzu wurden verschiedene Staukontrollverfahren unter-

sucht, bewertet und gezielt verbessert. Im Bereich zukünftiger Energienetze werden zurzeit verschiedene Konzepte entwickelt und erprobt, die sich an der Funktionsweise des Internets orientieren, z. B. Energiepaket-basierte Router.

Herr Dr. Bless hält Vorlesungen zu den Themen „Next Generation Internet“ und „Netzicherheit“ und organisiert die Seminare „Hot Topics in Networking“ und „Internet und Gesellschaft“.

// Ausgewählte Publikationen

R. Bless, Z. Despotovic, A. Hecker, M. Zitterbart; KIRA: Distributed Scalable ID-based Routing with Fast Forwarding; IFIP Networking, Catania, Italien, 2022.

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 LCN, 2021.

R. Bless; A Lower-Effort Per-Hop Behavior (LE PHB) for Differentiated Services; Proposed Standard RFC 8622, IETF, 2019.

// Website

www.tm.kit.edu/bless

[Prof. Dr. Björn Hein // IIROB – Intelligente Industrieroboter]



Björn Hein studierte Elektrotechnik und promovierte 2003 zu Automatischer kollisionsfreier Bahnplanung. 2010 habilitierte er auf dem Gebiet der Mensch-Roboter-Interaktion. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Algorithmen zur kollisionsfreien Bahnplanung und -optimierung, Methoden für intuitive Roboterprogrammierung, sichere Mensch-Roboter-Interaktion und multimodale Benutzerschnittstellen. Seit 2018 ist er Professor für Intelligente Produktion an der Hochschule Karlsruhe betreut aber am KIT weiterhin die Gruppe „Intelligente Industrieroboter“ IIROB.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsarbeiten der IIROB-Gruppe von Professor Hein befassen sich mit neuen Verfahren der Industrierobotik.

Erforschung von Algorithmen und Verfahren zur Planung, zur Konfiguration und zum autonomen Betrieb komplexer Roboteranlagen: Fähigkeiten und Einsatzgebiete von Robotersystemen werden immer umfangreicher und auch zunehmend komplexer. Insbesondere werden die automatische Berücksichtigung des konkreten Bearbeitungsprozesses bzw. die automatische Konfiguration und die autonome Ausführung komplexer Produktionsprozesse untersucht. Hinzu kommt Mobile Manipulation im

Kontext der wandelbaren Fabrik, d. h. flexible Verkettung von Fertigungsanlagen, Logistikanwendungen und neue Konzepte im Bereich Transport werden untersucht (Projekte „QBIK“, „Rob-LPI“, „ROBDEKON“, „SafeLog“).

Erforschung taktiler Näherungssensoren und deren Anwendungspotentiale: Diese Sensoren stellen eine wichtige Sensormodalität für Robotersysteme dar, da sie genau den Bereich adressieren, in dem klassische bild-basierte Sensorsysteme unter der Verdeckungsproblematik leiden bzw. rein taktile Systeme zu spät Informationen liefern würden. Wie bereits aktuell gezeigt werden kann, reichen die Einsatzgebiete von der Mensch-Maschine-Interaktion bis hin zum Einsatz in Greifsystemen (Projekte „SINA“, „QBIK“).

// Ausgewählte Publikationen

I. Mamaev, D. Kretsch, H. Alagi, und B. Hein, „Grasp Detection for Robot to Human Handovers Using Capacitive Sensors“, in 2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2021, S. 12552–12558.
D. Stogl, O. Armbruster, M. Mende, B. Hein, X. Wang, P. Meyer: Robot-Based Training for People With Mild Cognitive Impairment. IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 4, no. 2, S. 1916-1923, 2019.

T. Petkovic, D. Puljiz, I. Markovic, B. Hein: Human intention estimation based on hidden Markov model motion validation for safe flexible robotized warehouses. Robotics & Computer-Integrated Manufacturing (57), S. 182-196, 2019.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal

Hosam Alagi
Dennis Hartmann
David Puljiz

// Website

www.ipr.kit.edu/iirob.php



[Prof. Dr. Thomas Längle // Sichtprüfsysteme]

Thomas Längle studierte Informatik an der Universität Karlsruhe (TH), dem heutigen Karlsruher Institut für Technologie (KIT), von 1988 bis 1993 und promovierte dort 1996 mit einer Arbeit über agentenbasierte Steuerung von Robotersystemen. Nach seiner Habilitation im Jahre 2003 wechselte er an das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), leitet die Abteilung Sichtprüfsysteme und ist zudem aktueller Sprecher des dortigen Geschäftsfeldes „Inspektion und optronische Systeme“.

// Überblick und Allgemeines

Die Forschungsgruppe Sichtprüfsysteme beschäftigt sich mit schwierigen Aufgaben der optischen Qualitätsprüfung in der Industrie. Die wichtigsten Anwendungsgebiete sind die automatische Sortierung von Schüttgütern im Recycling, im Bergbau sowie in der Lebensmittelindustrie (z. B. Altglas, Metalle, Saatgut), die Inspektion von Oberflächen auf Defekte bzw. Bestimmung der Beschichtungsdicke (z. B. Lackprüfung), die Bewertung von beliebig geformten transparenten Materialien (z. B. Flachglas, Scheinwerferglas) sowie die spektroskopische Bewertung von Lebensmitteln (z. B. Frische). Alle Anwendungen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Inspektion bei hohem Durchsatz schritthalbend mit dem überlagerten Prozess erfolgt – dementsprechend hoch ist die benötigte

Verarbeitungsleistung der Bildauswertungssysteme. Als bildgebende Sensordienste hochauflösende Zeilenkameras (Farbe, UV, NIR) sowie Laserscanner. Die Abteilung betreibt zudem ein Bildauswertezentrum mit Experimentalaufbauten zur Durchführung von Verfahrensklärungen und Entwicklungssystemen für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete.

// Einblick in die Forschung

Die Inspektionslösungen der Forschungsgruppe Sichtprüfsysteme werden falls möglich patentiert und dann Industriekunden zur Lizenzierung angeboten. Die hierzu notwendige Erarbeitung von Grundlagen erfolgt in öffentlichen Projekten, wird aber teilweise auch durch eigene Forschungsmittel finanziert. Durch dieses Prinzip fließen die Ergebnisse in eine Vielzahl an Qualitätsprüfsystemen ein und sorgen beispielsweise für sichere Lebensmittel. Die Arbeiten zur Aussortierung von hitzebeständigem Glas bei der Altglasaufbereitung wurde mit dem Industriepartner Binder+Co. aus Österreich erfolgreich industriell umgesetzt und mit dem Österreichischem Staatspreis (vergleichbar dem Zukunftspreis des Bundespräsidenten) ausgezeichnet.

// Projekte und Erfolge

Das gemeinschaftliche AIF-Projekt „Verbesserung optischer Schüttgutsortierung

durch simulationsgestützte Entwicklung von Trackingverfahren“ der Forschungsgruppe Sichtprüfsysteme mit dem Lehrstuhl „Intelligente Sensor-Aktor-Systeme“ des Instituts für Anthropomatik und Robotik des KIT wurde von der Forschungsgesellschaft für Verfahrenstechnik als „GVT-Projekt des Jahres 2019“ ausgezeichnet. Im Projekt wurden Trackingsverfahren für Sortiersysteme umgesetzt, die eine genauere Schätzung des Partikelstromes erlauben, so dass eine verbesserte Ausschleusung von Fremdprodukten ermöglicht wird.

// Ausgewählte Publikationen

- G. Maier et al.: Motion-based visual inspection of optically indiscernible defects on the example of hazelnuts. In: Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, Band 185, 2021
- M. Heizmann, T. Längle: Forum Bildverarbeitung. KIT Scientific Publishing, 2020
- T. Längle, J. Beyerer: Optical Characterization of Materials. KIT Scientific Publishing, 2021

// Website

www.iosb.fraunhofer.de/de/kompetenzen/optronik/sichtpruefsysteme.html

[Prof. Dr. Klaus-Jürgen Melullis // Patentrecht]



Nach dem Studium der Rechtswissenschaften an der Universität Hamburg (1963-1966) absolvierte Professor Dr. Melullis das Referendariat in Hamburg (1967-1971). 1972 erschien seine Dissertation unter dem Titel „Das Verhältnis von Geschäftsführung ohne Auftrag und ungerechtfertigter Bereicherung“. Im gleichen Jahr trat er in den Justizdienst der Freien und Hansestadt Hamburg ein und wurde dort 1974 zum Richter am Landgericht sowie 1982 zum Richter am OVG Hamburg ernannt. Nach Ernennung zum Richter am Bundesgerichtshof (1990) war er bis 2001 Mitglied des X. Zivilsenats (Patentrecht, Werkvertragsrecht, Schenkungsrecht Reisevertragsrecht), daneben von 1990-1992 Mitglied des IX. ZS (Zwangsvollstreckungsrecht) sowie v. 1993-2001 Mitglied des Kartellsenats, zuletzt als dessen stellvertretender Vorsitzender. 2001 wurde er zum Vorsitzenden Richter am BGH befördert und übernahm den Vorsitz im X Zivilsenat mit Zuständigkeiten für Patentrecht, Werkvertragsrecht, Schenkungsrecht, Reiserecht und das Vergaberecht. Dieses Amt bekleidete er bis zu seiner Pensionierung 2009. Im Anschluss daran übernahm er die Leitung der Forschungsgruppe Patentrecht am ZAR. 2010 verlieh ihm das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) die Honorarprofessur.

// Überblick und Allgemeines

Seit ihrer Gründung 2009 ist die Forschungsgruppe fest in den Lehrbetrieb des Zentrums für Angewandte Rechtswissenschaften (ZAR) integriert. Neben einem konstanten Lehrkanon, der von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern semesterweise angeboten wird, legen wir besonderen Wert auf außerplanmäßige (Lehr-)Veranstaltungen und Tagungen, in denen aktuelle Entwicklungen aufgegriffen und im großen Rahmen vertieft behandelt werden können.

Absolventinnen und Absolventen werden in ihrem späteren Berufsleben in vielfältiger Weise Fragen nach einem angemessenen Schutz ihrer Entwicklungen begegnen, um Investitionen und finanziellen Aufwand zu sichern und zu refinanzieren. Ein wesentliches Element dieses Schutzes ist das Patentrecht. Daher ist es ein Anliegen der (bis 2016 mit Mitteln der Deutschen Gesellschaft für Urheberrecht und gewerblichen Rechtsschutz (GRUR) geförderten) Forschungsgruppe, neben der interdisziplinären Erörterung und Vertiefung wissenschaftlicher Fragestellungen eine verbreiterte Einbindung des Patentrechts in die Lehre am KIT zu gewährleisten.

Für die am KIT tätigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierenden kann die Professur darüber hinaus eine zusätzliche, die Arbeit des KIT-Innovationsmanagements (IMA) be-

gleitende, Anlaufstelle in Fragen der Patentierung anbieten. Mit der „Erfindersprechstunde“ besteht ein offenes Angebot für alle Angehörigen des KIT. Gerade für Studierende kann die Professur im Rahmen ihrer Möglichkeiten eine unentgeltliche, praktische und zunächst vom IMA als Teil der Verwaltung unabhängige, ergänzende Erstberatung anbieten. In diesem Zusammenhang will sie auch außerhalb der Lehre durch Informationsveranstaltungen bei den in der Forschung Tätigen das Bewusstsein für das Funktionieren und die Bedeutung des Patentwesens stärken, ohne dass wertvolle Erfindungen ungeschützt und das in ihnen liegende finanzielle Potential ungenutzt blieben. Mit diesem Anliegen bettet sie sich als Ergänzung in eine am KIT bereits bestehende Struktur um die Dienstleistungseinheit Innovationsmanagement ein, in der Fragen von Technologiemarketing und Lizenzen, Business Development sowie geistiges Eigentum zusammen laufen. Über ihr Engagement in Forschung und Lehre will die Forschungsstelle schließlich in Kooperationen, z. B. mit dem Cyberforum, Handel und Gewerbe in der Region, insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen, als Partner zur Information über Bedeutung, Möglichkeiten und Inhalte des Patentrechts sowie der Definition und Verlautbarung ihrer Bedürfnisse zur Seite stehen und so dazu beitragen, dass sich das KIT den Unternehmen in der Region weiter öffnet.



Prof. Dr. Oliver Waldhorst // Datenzentrierte Software-Systeme (DSS)

Oliver Waldhorst studierte Informatik an der TU Dortmund und promovierte dort 2005. Im Herbst 2006 wechselte er ans Institut für Telematik am KIT, wo er von 2007 bis 2011 eine Young Investigator Group leitete und sich 2011 an der KIT-Fakultät für Informatik habilitierte. Er besuchte als Gastwissenschaftler die University of Toronto und als Lehrstuhlvertreter die TU Ilmenau. Im Herbst 2013 wechselte er zur Fahrzeugentwicklung der Daimler-AG. Zum Wintersemester 2016/17 wurde er an die Hochschule Karlsruhe berufen und vertritt dort das Fachgebiet Rechner- und Kommunikationsnetze.

// Überblick und Allgemeines

Datenzentrierte Softwaresysteme unterstützen die Kommunikation, Verarbeitung und Analyse großer, heterogener Datenmengen und -ströme in modernen Anwendungsszenarien. Dazu zählen komplexe IT-Landschaften, online Plattformen, cyberphysische Systeme und softwarebasierte Netze. Diese müssen jederzeit leistungsfähig, skalierbar, zuverlässig und vertrauenswürdig funktionieren. Die Mitglieder der Forschungsgruppe Datenzentrierte Software-Systeme (DSS) am Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Karlsruhe bündeln ihre Kompetenzen auf Anwendungs- und Systemebene und entwickeln gemeinsam mit

Partnern aus Industrie und akademischer Forschung innovative und tragfähige Lösungen.

Innerhalb der Forschungsgruppe DSS@IAF vertritt Oliver Waldhorst schwerpunktmäßig die Themen Rechner- und Kommunikationsnetze. Sein Fokus liegt dabei insbesondere auf mobilen (Kommunikations-)Systemen und deren Anwendungen. Weiterhin vermittelt er im Rahmen von Lehrveranstaltungen zu diesem Themenbereich – auch in der Master-Ausbildung am KIT – ein grundlegendes Verständnis für Möglichkeiten und Limitierungen mobiler Kommunikationssysteme. Da dieses Themenfeld ständigen Veränderungen unterliegt, z.B. durch immer neue Mobilfunkgenerationen wie 3G, 4G, 5G, 6G, ... werden grundsätzliche Problemstellungen und Lösungsansätze erarbeitet, die es ermöglichen, neue Entwicklungen einfach einzuordnen und so den Wandel der Technik zu folgen. Ergänzend zur technischen Sicht beschäftigt sich Oliver Waldhorst außerdem seit langem mit dem Anayse der Bewegungs- und Verhaltensmuster mobiler Teilnehmer.

// Einblicke in die Forschung

Die Forschungsgruppe DSS@IAF kooperiert in zwei großen Verbundprojekten mit dem Institut für Telematik, Prof. Zitterbart, am KIT und anderen Partnern.

Im vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) Baden-Württemberg geförderten Projekt „bwNET2020+“ beschäftigt sich Oliver Waldhorst schwerpunktmäßig mit der Optimierung des Zugriffs auf digitale Lehrressourcen über mobile Endgeräte. Dabei stehen vor allem Zugriffe über Endgeräte im Fokus, die über mehr als eine mobile Zugangstechnologie verfügen, beispielsweise WLAN und Mobilfunk nach dem 5G Standard.

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt „Künstliche Intelligenz in sicheren Web-Infrastrukturen mit digitalem Identitätsmanagement“ (KIWI) liegt der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten von Oliver Waldhorst darauf, durch die KI-basierte Analyse des Verhaltens mobiler Nutzer deren Identität zu bestätigen. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Authentifizierung eines Nutzers, ohne ihn beispielsweise mit Passwort-Eingaben oder per SMS versendeten Sicherheitscodes aus seinem Arbeitsfluss reißen zu müssen. Da es sich bei Verhaltensdaten um höchst sensible Daten handelt, spielt der Schutz der Privatsphäre der Nutzer hierbei eine große Rolle.

< Die Unruheständler der Fakultät >

HERZLICHEN DANK!

Mit viel Pioniergeist und größtem Engagement wurde vor genau 50 Jahren unsere Fakultät für Informatik gegründet. Damit wurde nach der Gründung des Studiengangs Informatik drei Jahre zuvor ein weiterer Meilenstein in der Erfolgsgeschichte der Karlsruher Informatik erreicht. In der Anfangszeit und den folgenden Jahren haben unsere emeritierten oder in den Ruhestand übergegangenen Professoren allesamt ihren maßgeblichen Beitrag zur Entwicklung unserer Fakultät und des Fachs Informatik geleistet. Sie haben mit ihrer Arbeit nicht nur die Forschung in der Informatik vorangetrieben, sondern auch das Profil der heutigen KIT-Fakultät für

Informatik geschärft. Viele von ihnen sind der Fakultät bis heute treu geblieben und verfolgen noch immer diverse Projekte oder stehen uns mit Rat und Tat zur Seite.

Daher möchte sich die KIT-Fakultät für Informatik bei allen ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie den emeritierten und pensionierten Professoren herzlich für die hervorragenden Leistungen bedanken, welche in den vergangenen Jahrzehnten der Fakultätsgeschichte erbracht wurden und immer noch erbracht werden.



Prof. Dr.
Georg Bretthauer
Institut für Angewandte
Informatik / Automati-
sierungstechnik



Prof. Dr.
Rüdiger Dillmann
Institut für Anthro-
pomatik und Robotik



Prof. Dr.
Winfried Görke
Institut für Technische
Informatik



**Prof. Dr.
Wilfried Juling**
Institut für Telematik



**Prof. Dr.
Peter Lockemann**
Institut für Programm-
strukturen und
Datenorganisation



**Prof. Dr.
Wolfram Menzel**
Institut für Theoretische
Informatik



**Prof. Dr.
Hans-Hellmut Nagel**
Institut für Anthro-
pomatik und Robotik



**Prof. Dr.
Hartmut Schneck**
Institut für Angewandte
Informatik und formale
Beschreibungsverfahren



**Prof. Dr.
Alfred Schmitt**
Institut für Visualisie-
rung und Datenanalyse



**Prof. Dr.
Peter H. Schmitt**
Institut für Theoretische
Informatik



Prof. Dr. Rudi Studer
Institut für Angewandte
Informatik und formale
Beschreibungsverfahren



**Prof. Dr.
Woffried Stucky**
Institut für Angewandte
Informatik und Formale
Beschreibungsverfahren



Prof. Dr. Walter Tichy
Institut für Programm-
strukturen und Daten-
organisation



**Prof. Dr.
Roland Vollmar**
Institut für Theoretische
Informatik



Prof. Dr. Heinz Wörn
Institut für Anthro-
pomatik und Robotik

Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
KIT-Fakultät für Informatik
Geb. 50.34, Am Fasanengarten 5
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721/608-44344
Fax: +49 721 608-41777
E-Mail: pr@informatik.kit.edu
www.informatik.kit.edu

Herausgeber

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
www.kit.edu