

HEINZ NIXDORF INSTITUT INSTITUTE



Mitglieder des Vorstands

Members of board of directors

Gruppe der Professoren:

Professor group:

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar*
Prof. Dr. Eric Bodden (Vorsitzender/chairman)*
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Prof. Dr. René Fahr*
Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach
Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus
Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt
Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler*

* Mitglieder im geschäftsführenden Vorstand

* Members of Executive Board

Juniorprofessur:

Junior professorship:

Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy

BMBF Nachwuchsgruppe:

BMBF Junior Research Group:

Dr.-Ing. Julia Timmermann

Ehrenmitgliedschaften:

Honorary membership:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien
Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiter:

Academic staff:

Anja Rasor, M.Sc.

Gruppe der weiteren Mitarbeiter:

Non-academic staff:

Michaela Wiemers

Gruppe der Studierenden:

Student group:

Theresa Scheutzow

Mitglieder des Kuratoriums

Members of curatorship

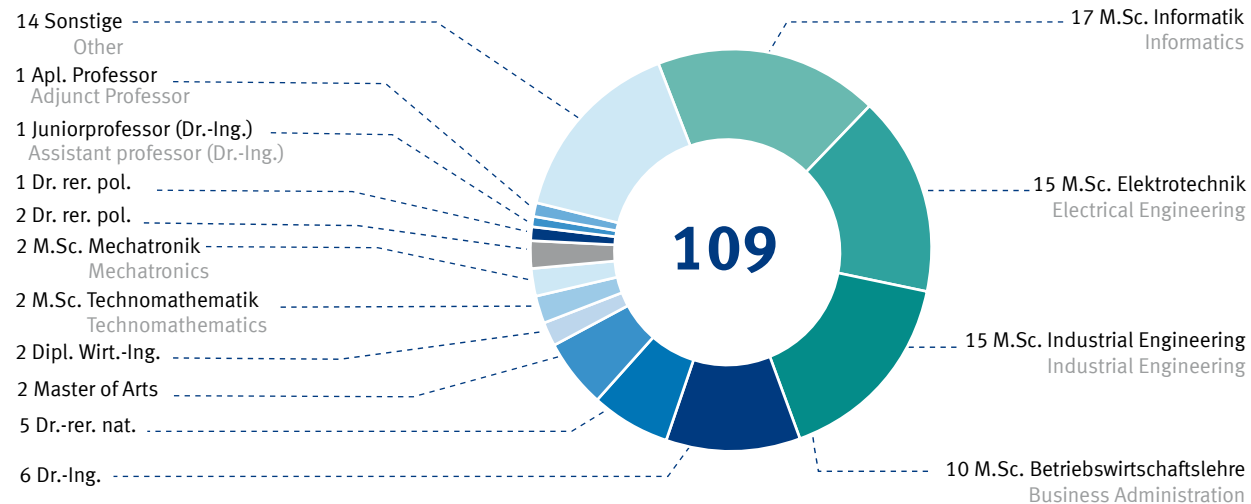
Michael Dreier, Bürgermeister der Stadt Paderborn
Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer, FAU Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau, Universität Potsdam
Prof. Dr. Dr. Rafaela Hillerbrand, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Prof. Dr. Jan Lunze, Ruhr-Universität Bochum
Dr. Horst Nasko, stv. Vorsitzender der Stiftung Westfalen
Prof. Dr. Birgitt Riegraf, Präsidentin der Universität Paderborn
Dr. Eduard Sailer
Prof. Dr. Martina Angela Sasse, Ruhr-Universität Bochum

Das Institut in Zahlen

Instituts statistics

Akademisches Profil des interdisziplinären Instituts

Academic profile of the interdisciplinary institute

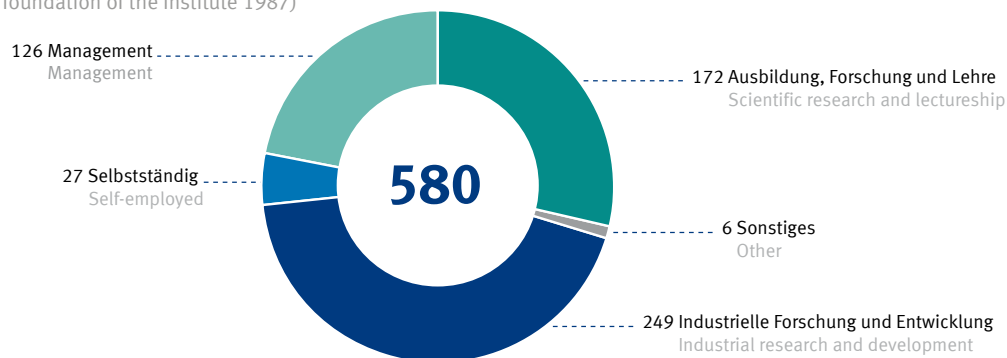


Tätigkeitsbereiche promovierter Absolventinnen und Absolventen

Activities of employees with PhD

(seit Gründung des Instituts 1987)

(since foundation of the institute 1987)

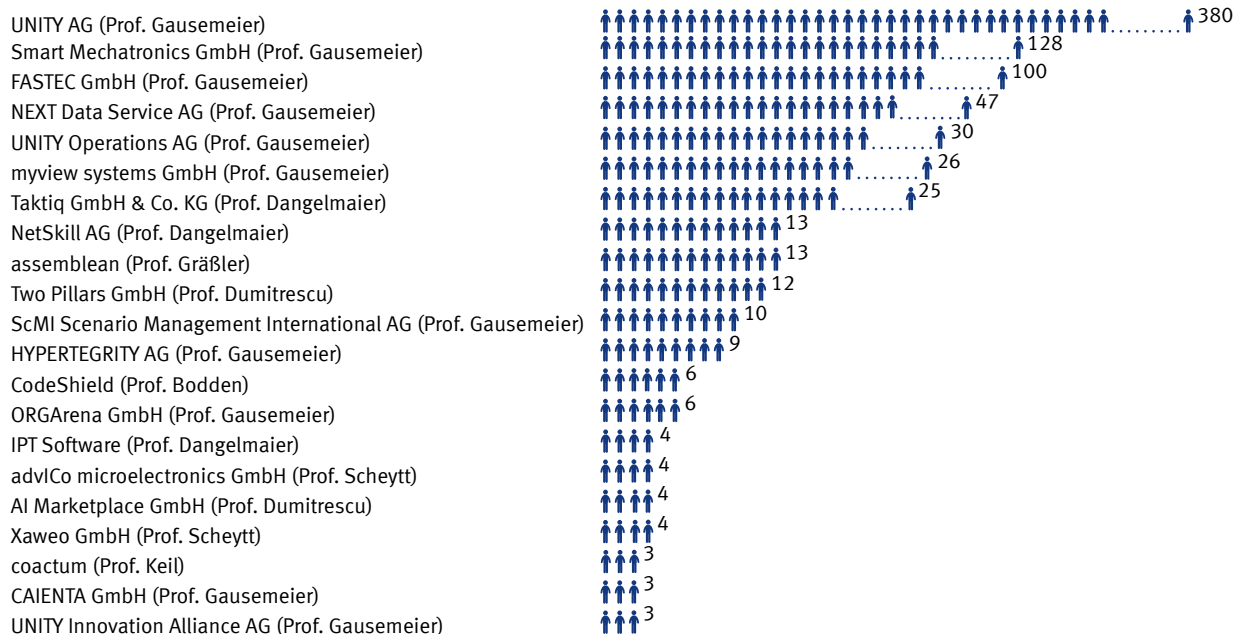


Spin-Offs aus dem Heinz Nixdorf Institut

Jobs at spin-offs of the Heinz Nixdorf Institute

(seit Gründung des Instituts 1987)

(since foundation of the institute 1987)

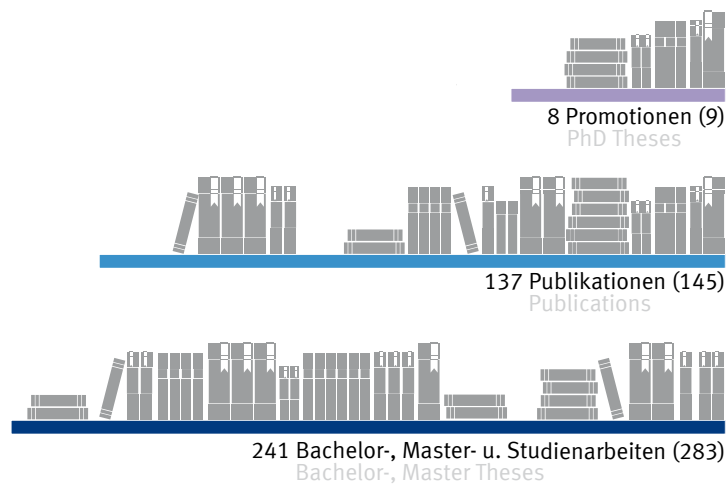


Wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen

Scientific results and publications

(Vorjahr 2022)

(Previous year 2022)

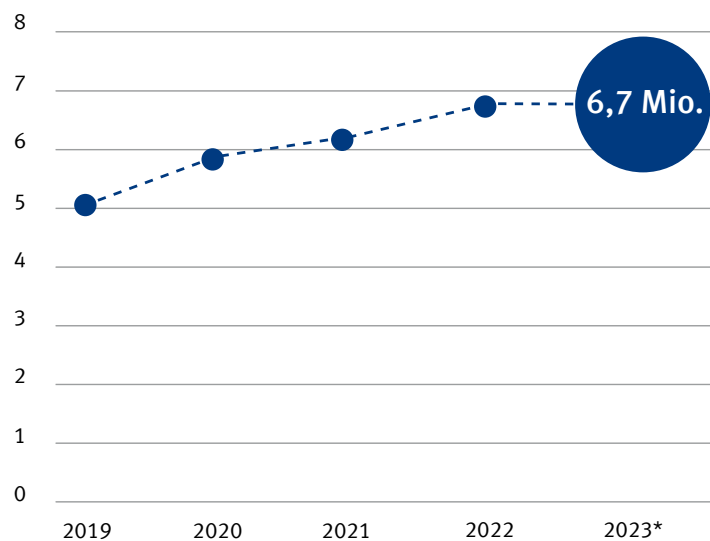


Drittmittel

External funds

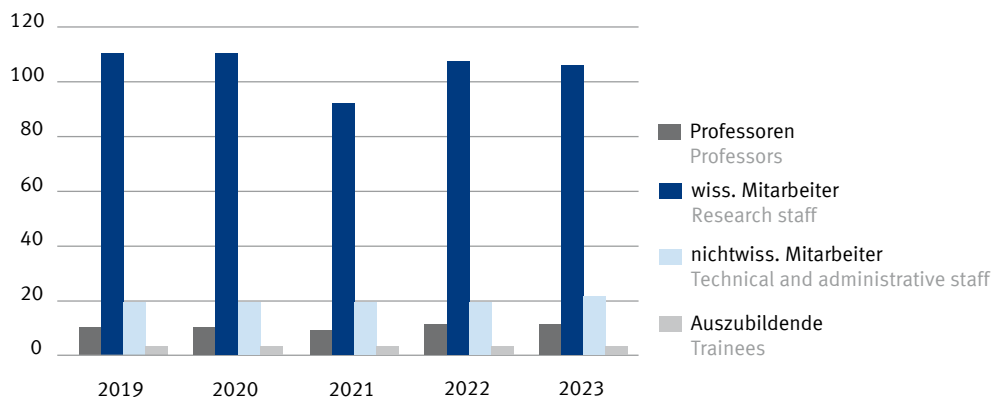
Drittmittel in Mio. EURO
Third-party funds in Mill. EUR

*geschätzter Wert
*estimated value

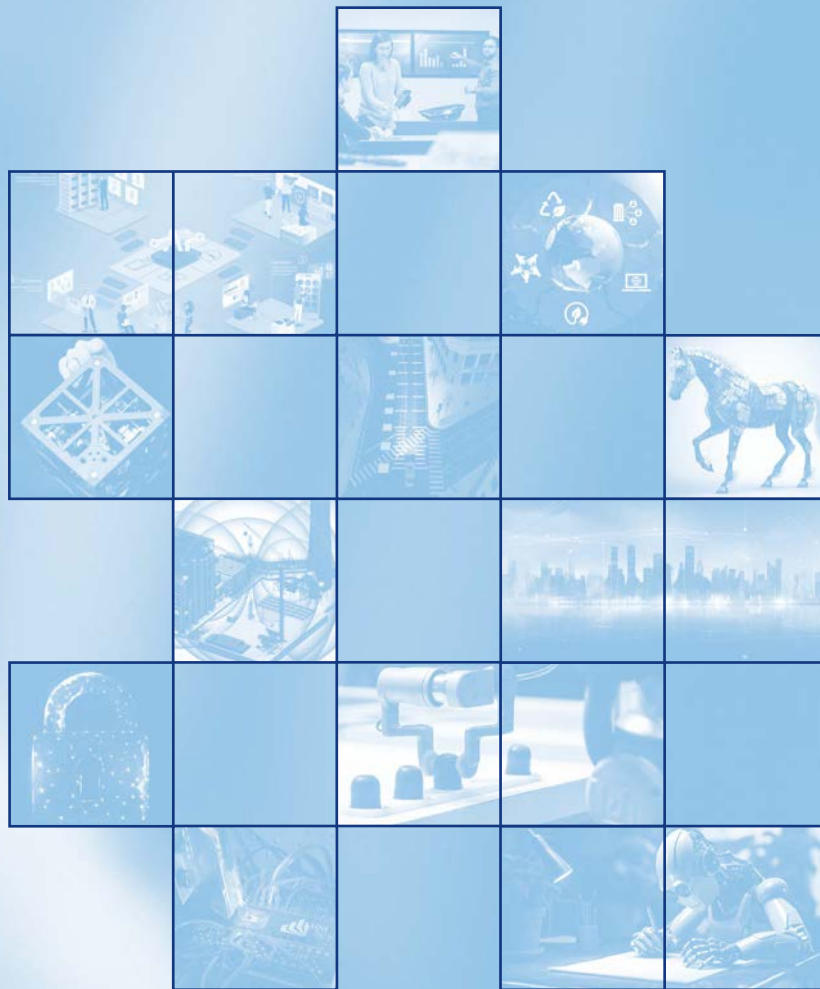


Anzahl der Beschäftigten

Number of employees



HEINZ NIXDORF INSTITUT INSTITUTE



Jahresbericht
Annual Report **2023**

Wir sind ...

...ein interdisziplinäres Forschungsinstitut; unser Forschungsschwerpunkt sind intelligente technische Systeme.

Auf dem Weg zu diesen Systemen wachsen Informatik und Ingenieurwissenschaften zusammen. Dies bestimmt unser Denken und Handeln: Wir entwerfen Konzeptionen für intelligente technische Systeme, die anpassungsfähig, robust und benutzungsfreundlich sind und vorausschauend handeln. Das erfordert neue Herangehensweisen, Methoden und Techniken, die wir liefern. Im Wettbewerb wollen wir uns als führendes interdisziplinäres Forschungsinstitut für Methoden und Technologien für intelligente Systeme positionieren.

Innovation braucht Spitzenkräfte. Wir vermitteln unserem Nachwuchs die Fach-, Methoden- und Sozialkompetenzen, auf die es künftig ankommt, und bereiten ihn auf die Übernahme von Verantwortung in Wirtschaft und Wissenschaft vor. Pro Jahr promovieren bei uns etwa 20 Nachwuchswissenschaftler*innen.

We are ...

...an interdisciplinary research institute. Our research focuses on intelligent technical systems.

Computing and engineering are growing together on the path to developing these systems. This determines how we think and act: we develop concepts for intelligent technical systems that are adaptable, robust, user-friendly and able to anticipate. This requires new approaches, methods and technologies, which we supply. We are aiming to position ourselves against the competition as a leading interdisciplinary research institute for intelligent system methodologies and technologies.

Innovation requires top-class minds. We teach our talented young people the expertise, methodology and social skills that the future demands and prepare them for taking up responsible positions in business and science. Every year, around 20 young researchers complete their doctorate at our institute.

Inhalt

Allgemeine Darstellung

Umschlag vorne	Das Institut in Zahlen
Seite 6	Unser Leitbild
Seite 8	Unser Forschungsprogramm und Schwerpunktprojekte
Seite 36	Strategische Kooperationen
Seite 48	Internationalität
Seite 50	Engagement in der Nachwuchsförderung

Fachgruppen des Instituts

Seite 44	Secure Software Engineering Prof. Dr. Eric Bodden
Seite 52	Advanced Systems Engineering Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Seite 60	Behavioral Economic Engineering and Responsible Management Prof. Dr. René Fahr
Seite 68	Produktentstehung Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
Seite 76	Nachrichtentechnik Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach
Seite 84	Algorithmen und Komplexität Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide Jun. Prof. Dr. Gleb Polevoy
Seite 90	Schaltungstechnik Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt
Seite 98	Regelungstechnik und Mechatronik Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Content

General description

Statistics of the institute	Cover inside
Our guiding principles	Page 7
Our research programme and priority projects in research	Page 9
Strategic cooperations	Page 37
Internationality	Page 49
Commitment to support young researchers	Page 51

Workgroups of the institute

Secure Software Engineering Prof. Dr. Eric Bodden	Page 45
Advanced Systems Engineering Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu	Page 53
Behavioral Economic Engineering and Responsible Management Prof. Dr. René Fahr	Page 61
Product Creation Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler	Page 69
Communications Engineering Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach	Page 77
Algorithms and Complexity Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide Assistant Prof. Dr. Gleb Polevoy	Page 85
System and Circuit Technology Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt	Page 91
Control Engineering and Mechatronics Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler	Page 99

Assoziierte Fachgruppe

Seite 106 **Angewandte Ethik, Technikethik**
Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Associated workgroup

Applied Ethics, Ethics of Technology Page 107
Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Weitere Aktivitäten

Seite 114 **Publikationen**
Promotionen
Messen, Tagungen, Seminare
Patente, Preise, Auszeichnungen
Weitere Funktionen
Spin-Offs
Aktuelle Forschungsprojekte
Aktuelle Industriekooperationen
Umschlag **Wissenschaftliche Kooperationen**
Impressum

Additional activities

Publications Page 115
PhD Theses
Fairs, conferences, seminars
Patents, prizes, awards
Additional functions
Spin-offs
Current research projects
Current industry cooperations
Scientific cooperations
Imprint Cover



Unser Leitbild

Wir erleben den Wandel von den nationalen Industriegesellschaften zur globalen Informationsgesellschaft. Informations- und Kommunikationstechnik durchdringen alle Lebensbereiche; die Grenzen von gestern verlieren ihre Bedeutung. Die zentralen Herausforderungen unserer Zeit verlangen Innovationen, die allerdings das Vertraute ersetzen werden. In der Folge finden immer weniger Menschen in den klassischen Bereichen der Industrie Beschäftigung, weshalb viele den Wandel als Bedrohung empfinden und das Erreichte erhalten möchten. Diese Entwicklung eröffnet aber große Chancen und Gestaltungsmöglichkeiten. Es zeichnen sich neue Leistungsbereiche und Arbeitsplätze ab. Wir haben die Kompetenzen und die Kraft, die Zukunft zu gestalten. Wir wollen diese einsetzen, um Perspektiven zu erarbeiten und Zuversicht zu erzeugen.

Wohlstand braucht Beschäftigung, Beschäftigung braucht Innovation, Innovation braucht Bildung. An diesem Leitgedanken orientiert sich unser Handeln.

Intelligente technische Systeme für die Märkte von morgen

Im Zentrum unserer Forschung steht die Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften. Daraus ergeben sich Impulse für intelligente technische Systeme und entsprechende Dienstleistungen für die globalen Märkte von morgen. Was wir tun, soll dazu beitragen, neue Arbeitsplätze zu schaffen, den Wohlstand zu erhalten und die nachhaltige Entwicklung zu fördern.

Balance von Grundlagenforschung und angewandter Forschung

Wir wollen ein führendes Forschungsinstitut sein. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen wir der Praxis entscheidende Impulse geben können, aber

auch die Probleme von morgen frühzeitig erkennen und an deren Lösung arbeiten. Grundlagenforschung, die neue Erkenntnisse bringt und neue Möglichkeiten eröffnet, und angewandte Forschung, die einen aktuellen Praxisbezug aufweist, haben für uns den gleichen Stellenwert. Wir arbeiten strategisch mit dem Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM zusammen, das von Professoren aus dem Heinz Nixdorf Institut geführt wird.

Engagement in der Nachwuchsförderung

Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und der Ausbildung unserer Studierenden, Doktorand*innen und mit dem Ziel, ihnen die erforderlichen Kompetenzen für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln.

Messbare Ziele

Der Erfolg strategischen Agierens muss sich messen lassen; wir setzen uns drei Hauptziele:

- 1) Die Forschungsleistung soll herausragend sein. Wir messen sie an unserem Drittmittelaufkommen, an der Anzahl der Promotionen und Habilitationen sowie an der Anzahl von Publikationen in angesehenen Organen.
- 2) Unsere Arbeit soll in der Wirtschaft zu innovativen Produkten, Dienstleistungen und Leistungserstellungsprozessen führen. Indikatoren sind die Anzahl von Kooperationen mit der Wirtschaft und die Anzahl der Ausgründungen.
- 3) Unsere Absolvent*innen sollen einen adäquaten Arbeitsplatz in der Wirtschaft bzw. im wissenschaftlichen Umfeld erhalten.

Damit folgen wir der Intention von Heinz Nixdorf, dem Initiator unseres Instituts.

Our guiding principles

We are currently experiencing a shift away from a multitude of national industrial societies towards a single global information society. Information and communication technology pervade all areas of life; yesterday's borders are no longer relevant today. The crucial challenges of the modern age demand innovations that will eventually replace what we have come to know and trust. As a result, the number of people working outside the classic areas of industrial employment continues to fall; many of them regard the change as a threat and strive to preserve the status quo. This shift, however, also opens up a huge range of opportunities and creative possibilities. Completely new jobs and service areas are emerging. We have the skills, knowledge and energy to shape tomorrow's world. We want to apply them to the creation of attractive prospects and confidence in the future.

Prosperity requires engagement, engagement requires innovation, innovation requires education. This is the guiding principle behind what we do.

Intelligent technical systems for the markets of tomorrow

The symbiosis of computer science and engineering forms the core of our research. The resulting impulses are a catalyst for the intelligent technical systems and corresponding services for the global markets of tomorrow. We want our work to contribute to the creation of new employment opportunities, the preservation of the current level of prosperity and the promotion of sustainable development.

Balance between fundamental research and applied research

We want to be a leading research institute. To achieve this goal, we need to send

the right impulses for industry to put into practice. We also need to anticipate the problems of tomorrow early on and work on finding solutions. We attach the same importance to fundamental research – which reveals new insights and opens up new opportunities – as we do to applied research, with its vital practical relevance. We cooperate strategically with the Fraunhofer Institute for Mechatronic Systems Design IEM, run by professors from the Heinz Nixdorf Institute.

Commitment to supporting young talent

We are deeply committed to providing our students and postgraduate doctoral candidates with all training and education required to equip them with the skills and knowledge they will need to shape the future.

Measurable goals

Any action strategy must be measurable in terms of success. We set ourselves three main benchmark objectives:

- 1) Excellent research performance. Our measurement criteria are the amount of third-party funding, the number of doctoral and postdoctoral degrees awarded and the number of publications in reputable journals.
- 2) Creating real benefits for the economy that result in innovative products, services and operational processes. Our measuring indicators here are the number of cooperation agreements with industry and the number of new spin-off companies.
- 3) The placement of our graduates in suitable employment in industry or in scientific circles.

The pursuit of these principles follows the intention of Heinz Nixdorf, the initiator of our institute.

Technologischer Wandel erfolgt nicht durch Revolution, sondern durch Evolution, durch unendlich viele kleine Schritte, die man stetig tun muss.

Technological progress is not achieved by revolution, but by evolution, an endless series of tiny steps, which must be taken constantly.

Heinz Nixdorf, † 1986

Unser Forschungsprogramm



Wir haben technische Systeme im Blick, die auf dem Zusammenwirken von Ingenieur-, Naturwissenschaften und Informatik beruhen. Typisch für derartige Systeme sind die Erzeugnisse der Informations- und Kommunikationstechnik, des Maschinenbaus, der Verkehrstechnik, der Elektroindustrie und der Medizintechnik. Der Markterfolg der Erzeugnisse dieser Industrien wird stark bestimmt durch Ressourceneffizienz, Usability und Verlässlichkeit.

Die technischen Systeme von morgen müssen sich durch Ressourceneffizienz, Usability und Verlässlichkeit auszeichnen.

- Ressourceneffizienz: Damit orientieren wir uns am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung; Handlungsbereiche sind beispielsweise energieeffiziente Maschinen und Kraftfahrzeuge, „green IT“ usw.
- Usability: Technische Systeme sollen zunehmend intelligente und aktive Schnittstellen haben, die eine natürliche und intuitive Bedienung erlauben. Dazu werden sie moderne Interaktionen wie aktive Displays, Berührung, Gesten oder Sprache nutzen, die Informationen situationssensitiv verarbeiten, Bedienungsunterstützung (teil-)selbstständig anbieten und sich dabei an den Nutzer anpassen. Die hier adressierten Systeme müssen dem Benutzer nachvollziehbar erklären können, warum sie welche Aktion durchführen.
- Verlässlichkeit: Diese in der Informatik definierte Eigenschaft schließt die Verfügbarkeit, die Zuverlässigkeit und die Sicherheit von technischen Systemen ein und gewährleistet die Vertraulichkeit.

Durch die digitale Transformation erfährt der Umgang mit Daten eine erheblich größere Bedeutung; es entstehen neue

Geschäftsmodelle, welche etablierte Wertschöpfungsketten völlig umgestalten.

Dies erfordert neue Ansätze zur Gestaltung der technischen Systeme von morgen: Die Informationstechnik und auch nicht-technische Disziplinen, wie die Kognitionswissenschaft und die Neurobiologie, bringen eine Vielfalt an Methoden, Techniken und Verfahren hervor, mit denen sensorische, aktorische und kognitive Funktionen in technische Systeme integriert werden, die man bislang nur von biologischen Systemen kannte. Derartige Systeme bezeichnen wir als Intelligente Technische Systeme. Der Entwurf, die Kontrolle und die Realisierung solcher Systeme erfordern neuartige Herangehensweisen und stellen die interdisziplinäre Forschung vor neue Aufgaben.

Dazu befassen wir uns mit Vorgehensmodellen, Spezifikations- und Modellierungstechniken, Entwurfs- und Testmethoden, IT-Werkzeugen zur Synthese und Analyse und technologischen Konzepten, die wir sowohl disziplinspezifisch weiterentwickeln wie auch in gemeinsamen Forschungsprojekten zusammenführen. Vor diesem Hintergrund ergibt sich für uns eine ausgezeichnete Möglichkeit zur Profilierung: Wir wollen uns als das

Our research programme

We focus on technical systems that are based on the interplay between engineering, science, and informatics. Typically, such systems yield products in the field of information technology, communication technology, mechanical engineering, automotive and transport engineering, and the electrical industry. The market success of products deriving from these industries will be largely determined by resource efficiency, usability, and reliability.

The technical systems of tomorrow must display resource efficiency, usability, and reliability.

- Resource efficiency: We are guided by the principles of sustainable development, with areas of action including energy-efficient machinery and vehicles, “green IT” etc.
- Usability: Technical systems are required to possess more and more intelligent and active interfaces allowing users natural and intuitive handling. These systems will encourage modern interaction using displays, touch, gesture, or speech for flexible information processing according to the situation, as well as offering partly or wholly independent operator assistance adapted to the needs of the individual user. The systems addressed here must be able to give the user a clear explanation of why certain actions are carried out.
- Reliability: The clearly-defined IT term comprises the availability, dependability, and security of technical systems and is an expression of their ensured confidentiality.

Digital transformation means that data handling is becoming significantly more important; new business models are being created that completely reconfigure established value chains.

This requires new approaches to designing the technical systems of the future: information technology and also non-technical disciplines such as cognitive science and neurobiology provide a wide range of methods, technologies and processes that enable sensor, actuator and cognitive functions previously only found in biological systems to be integrated into technical systems. Such systems are termed intelligent technical systems; their design, control, and realisation require new approaches and presents interdisciplinary research with new challenges.

We work with procedure models, specification and modelling techniques, design and testing methodology, IT tools for synthesis and analysis, and technological concepts, which we develop further specific to each discipline and also together in joint research projects. This context provides us with an outstanding profiling opportunity: we want to position ourselves as a leading institute in the interdisciplinary design of intelligent technical systems.

Structuring our research programme

We structure our research programme in the two dimensions research competencies and application areas. The dimension research competencies elucidates the emphases of our

führende Institut auf dem Gebiet interdisziplinärer Entwurf für Intelligente Technische Systeme positionieren.

Strukturierung unseres Forschungsprogramms

Wir gliedern unser Forschungsprogramm entlang der Dimensionen Forschungskompetenzen und Anwendungsbereiche. Forschungskompetenzen verdeutlichen die Schwerpunkte unserer Forschungsarbeiten; Anwendungsbereiche zeigen, wofür wir diese Kompetenzen einsetzen, um gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzen zu erzeugen.

Forschungskompetenzen

Als interdisziplinäres Forschungsinstitut bündeln wir die Kompetenzen unserer Fachgruppen im Hinblick auf die gemeinsam erarbeitete Zielsetzung des Entwurfs intelligenter technischer Systeme. Unser Fokus liegt heute auf folgenden fünf Bereichen:

- 1) Lernfähigkeit, Adaptivität und Regelung: Wir können heute das Phänomen beobachten, dass technische Systeme selbst in hochkomplexen, sich dynamisch verändernden Umgebungen funktionieren, vielfach ohne zentrale Koordination. Ermöglicht wird dies durch die Kombination klassischer Regelungs- und Steuerungstechnik mit modernen Methoden der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens, die solchen Systemen ein hohes Maß an Autonomie verleihen und mit der Fähigkeit der datengetriebenen Anpassung ihres Verhaltens ausstatten.
- 2) Mechatronik, Sensorik und Kommunikation in verteilten Systemen: In verteilten Systemen agiert eine mechatronische Komponente in einem Verbund vernetzter Teilsysteme, die kommunizieren und kooperieren. Es sind Softwarelösungen gefragt, die eine nachweisbare Übertragungsqualität garantieren. Wichtig, um dieses Ziel zu erreichen, sind mehrschichtige Softwarearchitekturen.
- 3) Safety und Security: Die Betrachtung von Safety-Eigenschaften ist eine Kernfragestellung im Entwurf Intelligenter Technischer Systeme und Bestandteil heutiger Entwicklungsmethodiken. Ziel ist es, diese Methodiken so zu erweitern, dass die entworfenen Systeme „Secure by Design“ sind, also aufgrund ihres Entwurfs auch aktiven Angriffen möglichst gut standhalten können. Im Gegensatz zur Safety-Problematik bedarf dies insbesondere einer Minimierung der Angriffsfläche und somit der notwendigen Funktionalität.
- 4) Entwurfsmethodik: Im Sinne der Nutzerzentrierung steht „Voice of the Customer“ im Mittelpunkt der Entwurfsmethodik. Nur so können Zusatzfunktionen und -dienste identifiziert werden, die den Endkunden überraschen und begeistern. Ziel ist eine durchgängige modellbasierte Entwurfsumgebung, die bei den Anforderungen beginnt und sämtliche Phasen des Entwurfs bis zur Inbetriebnahme umfasst.

- 5) Strategische Planung und Akzeptanz: Die konsequente Ausrichtung am Kundennutzen führt zu Systemen, die den Kunden begeistern. Hierfür muss Kenntnis über die Verwendung ähnlicher Produkte gewonnen werden. Auf dieser Datenbasis werden Anwendungsszenarien generiert.

Anwendungsbereiche

Angestrebt ist die Realisierung konkreter technischer Systeme, die Nutzen stiften bzw. Bedürfnisse erfüllen. Dies soll in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft erfolgen. So fördern wir den Austausch mit der Praxis und validieren die von uns erarbeiteten Verfahren. Folgende Anwendungsbereiche sind für uns relevant:

- 1) Intelligente Technische Systeme, Cyber-Physical Systems
- 2) Verteilte IT-Systeme, Plattformen
- 3) Soziotechnische Systeme, Märkte

Die dargestellte Grafik zeigt 22 repräsentative Forschungs- und Entwicklungsprojekte; einige werden auf den folgenden Seiten vorgestellt.

research work. The dimension application area shows the purpose for which we use our competencies in order to induce societal and economic value.

Research expertise

As an interdisciplinary research institute, we combine the research expertise of our different workgroups to achieve the jointly defined objective of designing intelligent technical systems. Our current common focus is on the following five areas:

- 1) Learning capacity, adaptivity and regulation: Today, we observe the phenomenon that technical systems are working even in highly complex and dynamically changing environments, and often without central coordination. This becomes possible through the combination of traditional control engineering with modern methods from artificial intelligence and machine learning, which allow such systems to act autonomously and to adapt their behavior in a data-driven manner.
- 2) Mechatronics, sensing, and communication in distributed systems: In distributed systems mechatronic components

operate in a network and represent individual subsystems which communicate and cooperate with each other. Software solutions are needed which guarantee quality of service. Furthermore multi-layered software architectures are needed to achieve this goal representing an important research goal.

- 3) Safety and Security: Safety properties have long been of interest in the engineering of intelligent technical systems, which is why their assurance is an essential part of current engineering methodologies. Right now the institute’s goal is to extend those methodologies such that the engineered systems will be “secure by design”, i.e., by design can withstand malicious attacks. In contrast to safety engineering, this requires a minimization of the system’s attack surface, and hence also it’s required functionality.
- 4) Design methodology: The “Voice of the Customer” is at the center of a customer-oriented design methodology. Only in this way functions and services which generate added value for the customer can be identified surprising and exciting the end customer. An important target is a comprehensive model-based design environment which starts at the requirement definitions and comprises all phases of the design.
- 5) Strategic planning and acceptance: The consequent orientation on customer value leads to systems which excite the customer. To this end the knowledge about the way similar products are used by the customer has to be gained. On the basis of such data application scenarios are generated.

Fields of application

Here, our emphasis lies on the implementation of real technical systems offering real benefits or fulfilling real requirements. This process should be carried out in close collaboration with the business sector, thus promoting the exchange of experiences and practices and validating the tried and tested procedures we have created. The following fields of application are currently the most important from our point of view:

- 1) Intelligent Technical Systems, Cyber-Physical Systems
- 2) Distributed IT-Systems, Platforms
- 3) Sociotechnical Systems, Markets

The figure shows 22 representative research and development projects; some of these projects are presented in the following.

Struktur des Forschungsprogramms und dessen Schwerpunktprojekte
Research programme and the positioning of priority projects

SFB 901: S. 12 | p. 13;
SAIL: S. 20 | p. 21;
it’s OWL: S. 28 | p. 29
FastGate: S. 64 | p. 65
SCALE4EDGE: S. 92 | p. 93

SPP 2111: S. 16 | p. 17
KI Marktplatz: S. 22 | p. 23
URANOS-X: S. 56 | p. 57
CREXDATA: S. 70 | p. 71

Research Competencies	1 Learning Capacity, Adaptivity and Regulation	2 Mechatronics, Sensing & Communication in Distributed Systems	3 Safety & Security	4 Design Methodology	5 Strategic Planning & Acceptance
A) Intelligent Technical Systems, Cyber-Physical Systems	it’s OWL	it’s OWL	it’s OWL	it’s OWL	it’s OWL
	DART	SPP 2111		SPP 2111	
	SPP 2443	SPP 2443		SPP 2443	SPP 2443
	TRR 318	SCALE4EDGE	SCALE4EDGE	SCALE4EDGE	TRR 318
		MID4Automotive		BIKINI	BIKINI
	FG ASN	FG ASN		ImPaKT	ImPaKT
	SAIL	SAIL	SAIL		SAIL
	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA
	FastGate	FastGate			FastGate
	B) Distributed IT-Systems, Platforms	KI Marktplatz	KI Marktplatz	KI Marktplatz	KI Marktplatz
SFB 901		SFB 901	SFB 901	SFB 901	SFB 901
WestAI		SCALE4EDGE	SCALE4EDGE	SCALE4EDGE	
		TRR 142			
FG ASN		FG ASN	CROSSING	CROSSING	
		METERACOM		ImPaKT	ImPaKT
		SPP 2111		SPP 2111	
		URANOS-X		URANOS-X	URANOS-X
CREXDATA		CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA
				PhoQuant	
C) Sociotechnical Systems, Markets	SFB 901	SFB 901	SFB 901	SFB 901	SFB 901
	FastGate	FastGate			FastGate
	SPP 2443	SPP 2443		SPP 2443	SPP 2443
	TRR 318				TRR 318
				ImPaKT	ImPaKT
				BIKINI	BIKINI
	SAIL	SAIL	SAIL		SAIL
CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	CREXDATA	

Individualisierte IT-Dienstleistungen in dynamischen Märkten

Sonderforschungsbereich (SFB) 901 „On-The-Fly Computing“



Das Ziel des SFB 901 ist die Entwicklung von Methoden zur automatischen On-The-Fly-(OTF)-Konfiguration und Ausführung individueller IT-Dienstleistungen aus auf weltweiten Märkten verfügbaren Services. Neben der Konfiguration solcher Dienste durch spezielle OTF Provider und deren Ausführung durch spezielle OTF Compute Center umfasst dies die Entwicklung von Methoden zur Qualitätssicherung, Sicherheit, Interaktion und Marktentwicklung.

Heute stehen wir am Beginn eines neuen Abschnitts in der Entwicklung und Ausführung von IT-Dienstleistungen. Wir sehen erste Ansätze zur Abkehr von dem 40 Jahre alten Prinzip der Beschaffung von Software durch Einkauf von teuren, relativ unflexiblen Standardlösungen beziehungsweise der noch teureren Erstellung durch Softwarehäuser oder eigene Softwareabteilungen. Mit Grid und Cloud Computing wird es möglich, IT-Dienstleistungen und ihre benötigten Ressourcen nur bei Bedarf und nur in der benötigten Form einzukaufen. Mit den service-orientierten Architekturen stehen Methoden zur Verfügung, Software zumindest unternehmensintern flexibel zusammenzustellen. Diese ersten Ansätze für eine neue Art der Erbringung von IT-Dienstleistungen bilden den Ausgangspunkt für die Forschungen im Sonderforschungsbereich 901 „On-The-Fly Computing“.

Die Vision des „On-The-Fly Computing“ sind Services, die von individuell und automatisch konfigurierten und zur Ausführung gebrachten IT-Dienstleistungen auf Märkten frei gehandelt und flexibel kombiniert werden können. Gleichzeitig zielt der SFB 901 auf die Organisation von Märkten ab, deren Teilnehmer*innen durch geeignetes unternehmerisches Handeln einen lebendigen Markt der Services aufrechterhalten. Mit dieser

Vision schaut der SFB 901 weit in die Zukunft der IT-Entwicklung und -Nutzung, deren erste Wandlungen wir aber schon heute erleben.

Um zu erforschen, inwieweit diese Vision realisierbar ist, werden Methoden und Techniken entwickelt, die

- eine weitestgehend automatische Konfiguration, Ausführung und Adaption von IT-Dienstleistungen aus Services ermöglichen, die auf Märkten weltweit verfügbar sind,
- die Sicherung der Qualität der so erbrachten Dienstleistungen und den Schutz der Akteur*innen in den Märkten garantieren sowie
- die Organisation und die Weiterentwicklung dieser Märkte und die für diese Aufgaben notwendige Interaktion zwischen den Akteur*innen unterstützen.

Um diese Ziele zu erreichen, arbeiten Informatiker aus unterschiedlichen Disziplinen wie Softwaretechnik, Algorithmik, Rechnernetze, Systementwurf, Sicherheit und Kryptografie mit Wirtschaftswissenschaftlern zusammen, die ihre spezifische Expertise einbringen. So können die Organisation und Weiterentwicklung des Marktes vorangetrieben werden.

Individualised IT services in dynamic markets

Collaborative Research Centre (CRC) 901 “On-The-Fly Computing”

SFB 901
ON - THE - FLY COMPUTING

The objective of this CRC 901 is to develop methods for automatic On-The-Fly (OTF) configuration and the provision of individual IT services out of base services that are available on worldwide markets. In addition to the configuration by special OTF service providers and the provision of services known as OTF Compute Centres, this involves developing methods for quality assurance, security, interaction and market developments.

Today, we find ourselves at the start of a new era in the development and implementation of IT services. We are witnessing the beginnings of a shift away from the 40-year-old principle of either acquiring software by purchasing expensive, relatively inflexible standard solutions or relying on the even more expensive method of commissioning customised solutions from external software companies or in-house software departments. With Grid and Cloud Computing, it is now possible to purchase IT services and their essential resources only when necessary and only in the required form. The service-oriented architectures provide methods to put together software at the in-house level, at a minimum. These initial advances towards a new way of providing IT services are the starting point for the research activities in the CRC 901 “On-The-Fly Computing”.

The vision of “On-The-Fly Computing” is one of individually and automatically configured and implemented IT services, consisting of flexibly combinable services that are available on free markets. At the same time, CRC 901 is aimed at organising markets whose participants maintain a lively service landscape by dedicated entrepreneurial action. With this vision, CRC 901 looks far into the future of IT development and usage, the transformation of which we are already experiencing today.

In order to research the extent to which this vision can be realised, CRC 901 will develop methods and techniques that

- enable an almost entirely automatic configuration, implementation and adaptation of IT services from the services available on worldwide markets,
- guarantee the protection not only of the services acquired in this way but also of the active participants in the markets, and
- support the organisation and further development of these markets and the necessary interaction between those involved.

To reach these goals, computer science experts from diverse disciplines, such as software technology, algorithmics, computer networks, system design, security and cryptology are working hand-in-glove with economists who contribute their specific expertise on how to promote the organisation and the further development of the market

Reguläres Ende des SFB 901

Zum 30. Juni 2023 endete nach der maximalen Förderzeit von 12 Jahren die erfolgreiche Grundlagenforschung unseres SFB 901. Im Einrichtungsantrag haben wir 2011 eine Vision von Märkten für IT-Dienstleistungen formuliert, die einen seinerzeit und in weiten Teilen auch heute noch neuartigen Ansatz für die Erbringung von IT-Dienstleistungen beschreibt. Mittlerweile sind aber viele Aspekte unserer Vision des „On-The-Fly Computing“ nicht nur in der Grundlagenforschung, sondern auch in aktuellen Trends der kommerziellen Softwareentwicklung sichtbar. Hierbei sind insbesondere die Entwicklungen rund um generative Sprachmodelle wie ChatGPT oder GitHub Copilot zu nennen. Sie unterstützen eine automatisierte Erstellung von Dokumenten und Programmcode und berühren wichtige Themen, die auch im SFB 901 behandelt wurden.

ICALP 2023

Nahezu zeitgleich zum regulären Ende des SFB 901 haben wir vom 10. – 14. Juli im Heinz Nixdorf MuseumsForum ein weiteres wissenschaftliches Highlight veranstaltet – das 50. Internationale Kolloquium über Automaten, Sprachen und Programmierung (ICALP). Die ICALP ist die wichtigste Konferenz und Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Theoretische Informatik (EATCS). Die Konferenz wurde 1972 ins Leben gerufen und deckt alle Aspekte der theoretischen Computerwissenschaft ab. Bei der diesjährigen Jubiläumskonferenz konnten die mehr als 350 Teilnehmer*innen aus aller Welt am ersten Tag unter zehn verschiedenen Workshops wählen und sich an den Folgetagen an diversen Fachvorträgen und Diskussionsrunden erfreuen. Zu den Höhepunkten der Veranstaltung zählten neben den 135 Kurzvorträgen zu den akzeptierten Forschungspapieren insbesondere auch die Hauptvorträge renommierter Wissenschaftler*innen des Fachgebiets sowie die Vorträge der diversen Wissenschaftspreisträger*innen. In einer speziellen ICALP-Jubiläums-Session, die vom ehemaligen EATCS-Präsidenten und Gründungsmitglied des Heinz Nixdorf Instituts, Burkhard Monien, moderiert wurde, stellten dann mit Kurt Mehlhorn (Direktor am Max-Planck-Institut für Informatik) und Thomas Henzinger (erster Präsident des





Das Organisationskomitee der ICALP 2023/The organizing committee of ICALP 2023: Johannes Blömer, Christian Scheideler, Artur Czumaj (EATCS President), Friedhelm Meyer auf der Heide, Ulf-Peter Schroeder, Burkhard Monien, Uriel Feige (PC Chair), Kousha Etessami (PC Chair), Sevag Gharibian

Institute of Science and Technology of Austria) zwei der renommiertesten Vertreter der Europäischen Theoretischen Informatik in einer persönlichen Retrospektive ihre Hauptforschungsergebnisse und die Bedeutung der ICALP resp. EATCS in ihrem langjährigen Forscherleben dar. Den Konferenzteilnehmer*innen wurde zudem ein umfangreiches Rahmenprogramm geboten, was zweifelsohne mit dazu beigetragen hat, dass die diesjährige Ausrichtung der ICALP von allen Teilnehmenden hoch gelobt wurde. Mit der Ausrichtung dieser Jubiläumskonferenz in Paderborn schloss sich für den Sprecher des SFB 901, Professor Friedhelm Meyer auf der Heide vom Heinz Nixdorf Institut, auch sein ganz persönlicher wissenschaftlicher Zyklus, denn im Jahre 1979 hielt er auf der 6. ICALP seinen ersten Wissenschaftsvortrag, und in 1996 richtete er zusammen mit seinem Kollegen Burkhard Monien die 23. ICALP schon einmal in Paderborn aus.

Ehrenkolloquium zur Verabschiedung des Sprechers des SFB 901

Mit Ablauf des Monats Juli 2023 ist Professor Meyer auf der Heide, der im Übrigen 1989 der erste berufene Professor an das Heinz Nixdorf Institut war, in den Ruhestand gegangen. Aus diesem Anlass haben wir am letzten Tag der ICALP ihm zu Ehren ein Sonderkolloquium mit diversen wissenschaftlichen Abkömmlingen und Kolleg*innen sowie zahlreichen Ehrengästen veranstaltet. Meyer auf der Heide hat während seiner Zeit am Heinz Nixdorf Institut tiefe Spuren in der Paderborner Forschungslandschaft hinterlassen, u. a. hat er mit dem SFB 901 den zweiten Sonderforschungsbereich in seiner Karriere als Sprecher erfolgreich über die maximale Förderzeit von 12 Jahren geführt, was in der Form wohl einmalig in der deutschen Forschungslandschaft sein dürfte. Er erhielt in seiner Karriere unter anderem eine Auszeichnung für die beste Habilitation 1986 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt sowie den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Darüber hinaus wurde er in die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaft und der Künste, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) berufen. Damit ist Meyer auf der Heide zweifelsohne einer der renommiertesten Wissenschaftler der Universität Paderborn und des Heinz Nixdorf Instituts.

 **Dr. Ulf-Peter Schroeder**
E-Mail: ups@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 67 26

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

 sfb901.upb.de

Regular end of CRC 901

On 30 June 2023, the successful basic research of our Collaborative CRC 901 came to an end after the maximum funding period of 12 years. In the application for establishment in 2011, we formulated a vision of markets for IT services, which described an approach to the provision of IT services that was novel at that time and, to a large extent, is still novel today. In the meantime, however, many aspects of our vision of “on-the-fly computing” are visible not only in basic research but also in current trends in commercial software development. Here, the developments around generative language models such as ChatGPT or GitHub Copilot are particularly worth mentioning. They support an automated generation of documents and program code and touch on important topics that were also addressed in CRC 901.

ICALP 2023


Almost simultaneously to the regular end of CRC 901, we hosted another scientific highlight at the Heinz Nixdorf MuseumsForum on July 10 – 14 July – the 50th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP). ICALP is the main conference and annual meeting of the European Association for Theoretical Computer Science (EATCS). The conference was established in 1972 and covers all aspects of theoretical computer science. At this year's anniversary conference, the more than 350 participants from all over the world were able to choose from ten different workshops on the first day as well as enjoy various technical talks and discussion sessions on the following days. In addition to the 135 short presentations on accepted research papers, the highlights of the event included in particular the keynote lectures by renowned scientists in the field as well as the presentations by the various science award winners. In a special ICALP Anniversary Session, moderated by former EATCS President and Heinz Nixdorf Institute founding member, Burkhard Monien, two of the most renowned representatives of European Theoretical Computer Science, Kurt Mehlhorn (Director at the Max Planck Institute for Computer Science) and Thomas Henzinger (first President of the Institute of Science and Technology of Austria), then presented in a personal retrospective their main research results and the importance of ICALP resp. EATCS in their long research careers. The conference participants were also offered an extensive social programme, which undoubtedly contributed to the fact that this year's hosting of ICALP was highly praised by all the participants. With the organisation of this anniversary conference in Paderborn, the spokesperson of the CRC 901, the professor of the Heinz Nixdorf Institute Friedhelm Meyer auf der Heide, also closed his very personal scientific cycle because, in 1979, he held his first scientific talk at the 6th ICALP, and in 1996, he already organised the 23rd ICALP in Paderborn together with his colleague Burkhard Monien.




Die rund 350 Teilnehmer*innen der ICALP 2023 genossen ihren Aufenthalt in Paderborn in vollen Zügen.
The roughly 350 participants at ICALP 2023 fully enjoyed their stay in Paderborn.

Honorary Colloquium for the Farewell of the Spokesperson of CRC 901

At the end of July 2023, Friedhelm Meyer auf der Heide, who incidentally was the first professor appointed to the Heinz Nixdorf Institute in 1989, retired. To mark the occasion, we held a special colloquium in his honour on the last day of ICALP with various scientific descendants and colleagues as well as numerous guests of honour. During his time at the Heinz Nixdorf Institute, Friedhelm Meyer auf der Heide left deep traces in the Paderborn research landscape, including successfully leading with CRC 901 the second Collaborative Research Center in his career as spokesperson over the maximum funding period of 12 years, which is probably unique in the German research landscape in this form. During his career, he has received, among other honours, an award for the best habilitation in 1986 at the Goethe University in Frankfurt as well as the Gottfried Wilhelm Leibniz Prize of the German Research Foundation (DFG). In addition, he has been appointed to the North Rhine-Westphalian Academy of Science, Humanities and the Arts, the National Academy of Science and Engineering (acatech) and the German National Academy of Sciences (Leopoldina). This makes Friedhelm Meyer auf der Heide undoubtedly one of the most renowned scientists at the Paderborn University and the Heinz Nixdorf Institute.

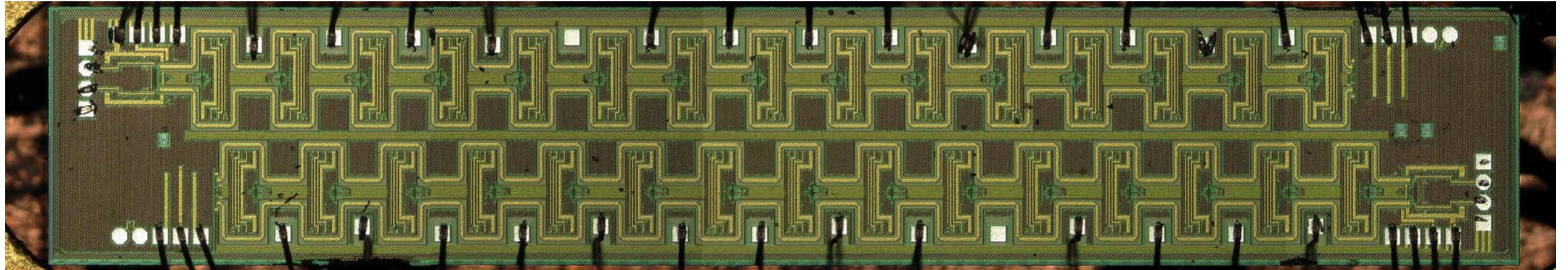
 **Dr. Ulf-Peter Schroeder**
E-mail: ups@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 67 26

 Supported by: German Research Foundation (DFG)

 sfb901.upb.de

DFG-Schwerpunktprogramm SPP2111

Elektronisch-photonische Signalverarbeitung mit nanophotonischen/-elektronischen ICs




Im Schwerpunktprogramm „Integrierte elektronisch-photonische Systeme für die ultrabreitbandige Signalverarbeitung“ (SP2111) erforschen Forschergruppen aus deutschen Universitäten sowie Fraunhofer- und Leibniz-Instituten neue elektronisch-photonische Systeme auf Basis der Siliziumphotonik-Technologie. Das Schwerpunktprogramm wird von der DFG mit insgesamt 14 Millionen Euro gefördert und von Professor Christoph Scheytt koordiniert.


Photonik auf Basis von Silizium ist eine Schlüsseltechnologie am Anfang des 21. Jahrhunderts. Siliziumphotonik ermöglicht die Kombination von nanophotonischen Schaltungen (optische Wellenleiter, Filter, Schalter, Modulatoren, Detektoren) mit integrierten elektronischen Schaltungen (Prozessoren, Speicher, Hochfrequenzelektronik u. a.). Die Kombination von komplexer Elektronik und miniaturisierter Photonik auf einem Chip ermöglicht völlig neue Systeme für die Signalverarbeitung und Kommunikation.

Das Schwerpunktprogramm befindet sich in der zweiten Phase (2022 bis 2025). Die Forschungsarbeiten in der zweiten Phase führen die erfolgreichen Konzeptstudien aus der ersten Phase fort und überführen sie in Demonstratoren. Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ ist mit drei Projekten vertreten. Im Projekt PACE (Photonically-Assisted Ultrabroadband Analogue to Digital Converter) werden Analog-Digital-Wandler mit Bandbreiten bis zu 500 GHz entwickelt. Im Projekt PoNyDAC (Precise Optical Nyquist Pulse Digital to Analogue Converter) ist es das Ziel, einen photonischen Digital-Analog-Wandler mit mehr als 100 GHz Bandbreite zu realisieren. Für die wissenschaftliche Koordination des Schwerpunktpro-

gramms wurde ein Koordinationsprojekt eingeworben. Das Foto zeigt den kürzlich gefertigten EPIC-Empfänger-Chip.

Im Jahr 2023 wurden zwei Workshops auf hochrangigen internationalen Konferenzen organisiert. Ein Workshop fand auf dem Optica Advanced Photonics Congress in Busan, Südkorea, statt und beinhaltete unter anderem sechs Präsentationen von Projekten des SPP. Auf der European Microwave Conference (EuMC) in Berlin stellten fünf Projekte aus dem SPP aktuelle Ergebnisse vor. In beiden Workshops präsentierten auch Vertreter*innen von Forschungsabteilungen der Industrie ihre Ergebnisse und mögliche Anwendung integrierter elektronisch-photonischer Systeme, wie Thales, Nokia Bell Labs, Fujitsu und NTT.

 **Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt**
E-Mail: christoph.scheytt@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 63 50

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

 www.dfg-spp2111.de


DFG priority programme SPP2111

Electronic-photonic signal processing for using nanophotonic/nanoelectronic integrated circuits

In the Priority Programme “Integrated Electronic-Photonic Systems for Ultrawideband Signal Processing” (SP2111), research groups from German universities as well as Fraunhofer and Leibniz institutes are investigating new electronic-photonic systems based on silicon photonics technology. The priority programme is funded by the DFG with a total of 14 million euros and it is coordinated by Professor Christoph Scheytt.

Silicon-based photonics is a key technology at the beginning of the 21st century. Silicon photonics enables the combination of nanophotonic circuits (optical waveguides, filters, switches, modulators, detectors) with integrated electronic circuits (processors, memories, high-frequency electronics, etc.). The combination of complex electronics and miniaturised photonics on one chip enables completely new systems for signal processing and communication.

The SPP is in its second phase (2022 to 2025). The research work in the second phase continues the successful concept studies from the first phase and transfers them into demonstrators. The “System and Circuit Technology” workgroup is represented with three projects. In the PACE project (Photonically-Assisted Ultrabroadband Analogue to Digital Converter), analog-to-digital converters with bandwidths up to 500 GHz are being developed. In the PoNyDAC (Precise Optical Nyquist Pulse Digital to Analogue Converter) project, the goal is to realise a photonic digital-to-analogue converter with more than 100 GHz bandwidth. A coordination project has been obtained for the scientific coordination of the priority programme. The photo shows the most recently manufactured EPIC transceiver chip.

 **Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt**
E-mail: christoph.scheytt@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 63 50

 Supported by: German Research Foundation (DFG)

 www.dfg-spp2111.de/en

Two workshops were organised in 2023 on top international conference. One workshop took place at the Optica Advanced Photonics Congress in Busan, South Korea and featured among other topics six presentations from projects of the SPP. At the European Microwave Conference (EuMC) in Berlin, five projects from the SPP presented recent results. In both workshops, from major industrial and academic groups also present their results, such as Thales, Nokia Bell Labs, Fujitsu and NTT.


Künstliche Intelligenz und Data Science für eine hybride Entscheidungsunterstützung in der Produktentstehung (SPP2443)




Das DFG-Schwerpunktprogramm „Hybride Entscheidungsunterstützung in der Produktentstehung“ (SPP2443) erforscht Ansätze, um die Leistungsfähigkeit der interdisziplinären Produktentstehung mit Data Science und Künstlicher Intelligenz zu erhöhen. Ingenieur*innen müssen die komplexen Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft, globale Abhängigkeiten und die digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau meistern.

Technische Systeme sind zunehmend interdisziplinär, komplex und immer stärker miteinander vernetzt. Produkt und Produktionssystem erfordern deshalb eine Mehrzieloptimierung. Durch den Anspruch auf Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit steigt die Komplexität weiter an. Viele der daraus resultierenden Anforderungen treten allerdings erst zu einem späteren Zeitpunkt im Produktleben auf, z. B. während der Nutzung oder ganz spät mit der Außerbetriebnahme. Trotzdem müssen vor- und nachgelagerte Ressourcenverbräuche bereits während der Produktentstehung mitgedacht werden! Die Gesamtverantwortung dafür tragen die Ingenieur*innen als zentrale Akteur*innen der Kreislaufwirtschaft. Technische Systeme müssen im Hinblick auf die Anforderungen zukünftiger Märkte gestaltet werden, dabei aber auch auf Produktions-, Instandhaltungs- und Recyclingtechnologien ausgelegt werden. Die Leistungsfähigkeit bislang etablierter Verfahren der Ingenieurwissenschaften – wie Heuristiken, Modellbildung und Simulation – stößt in solchen Fällen an ihre Grenzen. Daher ist eine Leistungssteigerung der interdisziplinären Produktentstehung notwendig. Das SPP2443 unter Leitung von Professorin Iris Gräßler der Fachgruppe „Produktentstehung“ setzt an diesen Herausforderungen an und erforscht hierzu Grundlagen zu Verfahren und Methoden von Data Science (DS) und Künstlicher

Intelligenz (KI). Ingenieur*innen sollen in die Lage versetzt werden, auch „extreme“ Daten systematisch in ihre Entscheidungen einzubeziehen. Neue Konzepte sind erforderlich, um in der Produkt- und Produktionssystementwicklung mit schnell veränderlichen, extremen Daten in unterschiedlichen Formaten umzugehen und zukünftig erforderliche Datenlagen rechtzeitig vorzubereiten: Welche Daten brauchen wir heute, welche morgen? Welche Informationen müssen wir zu welchem neuen Wissen aggregieren, um es in zukünftigen Entwicklungsprozessen zu berücksichtigen? Methoden von KI und Data Science könnten künftig – in Ergänzung menschlicher Fähigkeiten – in Verbindung mit bisherigen Verfahren genutzt werden, um die Effizienz der Produktentstehung zu erhöhen.

 **Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler**
E-Mail: iris.graessler@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 75


 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

 www.upb.de/en/forschungsprojekte/spp2443

Artificial intelligence and data science for hybrid decision support in product creation (SPP2443)

The DFG priority programme “Hybrid Decision Support in Product Creation” (SPP2443) researches the approaches to increasing the performance of interdisciplinary product development with data science and artificial intelligence. Engineers must master the complex challenges of the circular economy, global dependencies and the digital transformation in mechanical and plant engineering.

Technical systems are increasingly interdisciplinary, complex and more and more interconnected. The product and production system, therefore, require multi-objective optimisation. The demand for sustainability and recyclability increases the complexity even further. However, many of the resulting requirements only arise at a later point in the product's life, e.g. during use or much later on when the product is decommissioned. Nevertheless, upstream and downstream resource consumption must already be considered during product engineering! Engineers bear overall responsibility for this as core players in the circular economy. Technical systems must be designed to meet the requirements of future markets, but must also be designed for production, maintenance and recycling technologies. In such cases, the performance of previously established engineering methods – such as heuristics, modelling and simulation – reaches its limits. Therefore, an increase in the performance of interdisciplinary product creation is necessary. The SPP2443, headed by Professor Iris Gräßler of the “Product Creation” workgroup, addresses these challenges and researches the fundamentals of data science (DS) and artificial intelligence (AI) processes and methods.

 **Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler**
E-mail: iris.graessler@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 75

 Supported by: German Research Foundation (DFG)

 www.upb.de/en/forschungsprojekte/spp2443

The aim is to enable engineers to systematically include even “extreme” data in their decisions. New concepts are required in order to deal with rapidly changing, extreme data in different formats in product and production system development as well as to prepare future data sets in good time: What data do we need today and which data tomorrow? What information do we need to aggregate into which new knowledge in order to take it into account in future development processes? In the future, AI and data science methods could be used in conjunction with existing processes to increase the efficiency of product creation – in addition to human capabilities.

Grundlagenforschung für die Entwicklung nachhaltiger KI-Technologien der neusten Generation



Das interdisziplinäre Verbundprojekt SAIL (SustAInable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems) adressiert drei Hauptbereiche: Grundlagenforschung in KI, ihre gesellschaftlichen Auswirkungen und konkrete Anwendungen in Industrie und Gesundheitsversorgung. Die weitverbreitete Präsenz von KI in der Gesellschaft birgt Herausforderungen, denen das Forschungsnetzwerk SAIL durch eine neue Generation von KI-Technologie begegnen will.

Intelligente soziotechnische Systeme sind über ihren Lebenszyklus unterschiedlichsten Umgebungen und Bedingungen ausgesetzt. Durch die Integration von maschinellen Lernverfahren oder allgemein Künstlicher Intelligenz (KI) als Kern sind diese Systeme außerordentlich leistungsfähig. Ein langfristiger störungsfreier Betrieb kann aber nicht immer sichergestellt werden. Daher resultieren für solche KI-basierten Systeme hohe Anforderungen in Hinblick auf die Sicherheit, Robustheit und Lernfähigkeit im jeweiligen Anwendungskontext. Das SAIL-Projekt zielt daher auf die nächste Stufe der KI-Entwicklung ab, indem es den bisherigen Fokus der rein technischen Anforderungen der Einführungsphase auf den gesamten Lebenszyklus von KI-Systemen erweitert. Insbesondere werden dabei die technologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen berücksichtigt. Das Forschungsprogramm umfasst grundlegende Forschung im Kernbereich der KI sowie die zwei Anwendungsgebiete „Industrielle Arbeitsplätze“ und „Adaptive Assistenzsysteme im Gesundheitswesen“. Rund 90 Wissenschaftler*innen aus vier Forschungseinrichtungen untersuchen seit 2022 verschiedene Aspekte, wie die menschliche Verantwortung bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen, die Widerstandsfähigkeit und Robustheit solcher Systeme sowie die nachhaltige und effiziente Gestaltung von KI-Technologie. Hierbei

kooperieren die Universität Bielefeld, die Universität Paderborn, die Hochschule Bielefeld und die Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe mit dem langfristigen Ziel, das SAIL-Netzwerk zu einer internationalen, einzigartigen Plattform für intelligente soziotechnische Systeme in NRW zu machen. Das Heinz Nixdorf Institut ist mit den zwei Fachgruppen „Regelungstechnik und Mechatronik“ sowie „Secure Software Engineering“ beteiligt und bringt seine Expertise zu menschenzentrierten intelligenten technischen Systemen ein. In der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ werden lernende Verfahren in einer Human and Hardware in the Loop (HHIL)-Simulation untersucht, um durch adaptives Verhalten eine bestmögliche Immersion des Menschen in ein interaktives Assistenzsystem zu erreichen. Die Wissenschaftler*innen der Fachgruppe „Secure Software Engineering“ erforschen, wie sich zukünftige KI-Systeme so entwerfen lassen, dass Angriffe auf die KI möglichst bereits durch entsprechend sichere Architekturen abgewehrt, oder anderenfalls zumindest effektiv erkannt werden können.



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
E-Mail: ansgar.traechtler@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 77

Fundamental research for the development of the latest generation of sustainable AI technologies

The interdisciplinary joint project SAIL (SustAInable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems) addresses three major fields: Fundamental research in AI, its societal effects and concrete applications in industry and healthcare. The extensive presence of AI in society poses challenges that the SAIL research network aims to address through a new generation of AI technology.

Intelligent socio-technical systems are exposed to a wide variety of environments and conditions throughout their life cycle. By integrating machine learning processes or artificial intelligence (AI) in general at their core, these systems are extremely powerful. However, long-term reliable operation cannot always be guaranteed. This results in high requirements for such AI-based systems with regard to security, robustness and learning capability in the application context. The SAIL project thus aims to reach the next stage of AI development by expanding the previous focus on the purely technical requirements of the introduction phase to the entire life cycle of AI systems. In particular, the technological and social effects are taken into account. The research programme includes fundamental research in the core area of AI as well as two application areas: “Industrial workplaces” and “Adaptive assistance systems in healthcare”. Since 2022, approximately 90 scientists from four research institutions have been investigating various aspects, such as human responsibility in the development and utilisation of AI systems, the resilience and robustness of such systems and the sustainable and efficient design of AI technology. Bielefeld University, Paderborn University, FH Bielefeld University of Applied

Sciences and OWL University of Applied Sciences and Arts are cooperating with the long-term goal to establish the SAIL network as a unique international platform for intelligent socio-technical systems in NRW. The Heinz Nixdorf Institute is involved with the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup as well as “Secure Software Engineering” workgroup. It contributes its expertise in human-centred intelligent technical systems. In the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup, learning processes are investigated in a Human and Hardware in the Loop (HHIL) simulation in order to achieve the best possible immersion of humans in an interactive assistance system through adaptive behaviour. The scientists in the “Secure Software Engineering” workgroup are investigating how future AI systems can be designed in such a way that attacks on the AI can be warded off or at least effectively detected by appropriately secure architectures.



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
E-mail: ansgar.traechtler@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 77

KI-Marktplatz

Die digitale Plattform für Innovationen von morgen



Seit Anfang 2020 wird im Forschungsprojekt KI-Marktplatz unter der Leitung des Heinz Nixdorf Instituts an einem digitalen Marktplatz für Künstliche Intelligenz (KI) in der Produktentstehung gearbeitet. Dabei entsteht ein Innovationsökosystem, das Anwender*innen, Anbieter*innen und Expert*innen für KI zusammenbringt, um die Innovationskraft deutscher Unternehmen nachhaltig zu stärken.


Die Vision


Künstliche Intelligenz (KI) ist ein wichtiger Schlüssel für eine innovative und effiziente Produktentstehung. Mit dem KI-Marktplatz entsteht bundesweit ein einzigartiges Ökosystem, mit dem Unternehmen die Potenziale in diesem Bereich erschließen können. Dreh- und Angelpunkt bildet die gleichnamige Plattform KI-Marktplatz, auf der Anbieter*innen, Anwender*innen und Expert*innen Lösungen für KI entwickeln und austauschen können.

Erfolgreicher Projektabschluss in 2023 – die AI Marketplace GmbH übernimmt!

Vom 22. bis 24. Mai 2023 wurden die finalen Ergebnisse des Forschungsprojekts KI-Marktplatz im Rahmen einer internen Abschlussveranstaltung sowie der system:ability Konferenz vorgestellt. Insbesondere die Vorstellungen der Anwendungspartner verdeutlichen abermals die Potenziale von KI im Engineering. Der Landtechnikhersteller CLAAS ist durch eine KI-basierte Gleichteilsuche beispielsweise in der Lage, eine Million Konstruktionsteile innerhalb von 13 Sekunden zu durchsuchen. Ähnlich konnte Westaflex mithilfe von KI seine Produktionsdauer um 27 Prozent verkürzen. Neben den KI-Lösungen wurden auch die entwickelten Plattformprototypen

demonstriert, welche insbesondere die Praxisrelevanz der Forschungsergebnisse aufzeigen. Das Ende des Forschungsprojekts KI-Marktplatz ist der Startschuss für das Unternehmen KI-Marktplatz (AI Marketplace GmbH). Das Unternehmen ist aus dem Forschungsprojekt entstanden und unterstützt Industrieunternehmen beim Einsatz von KI im Engineering. Darüber hinaus übernimmt das Unternehmen den Betrieb der KI-Marktplatz-Plattform nach Projektende und stellt so auch die Verwertung der Projektergebnisse sicher.

 **Ruslan Bernijazov, M.Sc.**
E-Mail: ruslan.bernijazov@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 33

 Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Projektträger: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

 www.ki-marktplatz.com
plattform.ki-marktplatz.com

 www.hni.upb.de/video/kimarktplatz

AI Marketplace

The digital platform for tomorrow's innovations



Since the beginning of 2020, the research project AI Marketplace, headed by the Heinz Nixdorf Institute, has been working on a digital marketplace for artificial intelligence (AI) in product creation. The result is an innovation ecosystem that brings together users, providers and experts of AI to strengthen the innovative power of German companies.


The vision


Artificial Intelligence (AI) is essential for innovative and efficient product creation. With the AI Marketplace, we are creating a unique ecosystem in Germany that will enable companies to tap the potential in this area. The lynchpin is the AI Marketplace platform, where providers, users and experts can jointly develop and exchange AI solutions.

Successful project completion in 2023 – AI Marketplace GmbH takes over!

On 22 – 24 May 2023, the final results of the AI Marketplace research project were presented at an internal closing event and the system:ability conference. In particular, the presentations by the application partners once again illustrated the potential of AI in engineering. Agricultural machinery manufacturer CLAAS, for example, can search through a million construction parts within 13 seconds using an AI-based search for similar parts. Similarly, Westaflex was able to reduce its production time by 27 per cent with the help of AI. In addition to the AI solutions, the developed platform prototypes were also demonstrated, showing the practical relevance of the research results. The end of the AI Marketplace research project is the starting signal for the company AI Marketplace (AI Marketplace

GmbH). The company emerged from the research project and supports industrial companies in the use of AI in engineering. In addition, the company will take over the operation of the AI Marketplace platform after the end of the project and thus also ensure the exploitation of the project results.

 **Ruslan Bernijazov, M.Sc.**
E-mail: ruslan.bernijazov@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 33

 Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK)

Project management: German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) (DLR)

 www.ki-marktplatz.com/en

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM



Wissenschaftler*innen des Fraunhofer IEM setzen in puncto Vernetzung gern auf persönliche Treffen. 2023 stellten sie ihre Arbeiten deshalb auf Messen und Veranstaltungen vor. Ob Robotik, IT-Sicherheit oder die industrielle Anwendung von KI: Exponate und Vorträge zeigten die enorme Vielfalt von Forschung made in Paderborn. Mit dem Heinz Nixdorf Institut startete das Fraunhofer IEM ein spannendes Projekt für mehr Nachhaltigkeit im frühen Engineering.

Kraftsensitiv, dynamisch, energieeffizient und variabel einsetzbar: Auf der HANNOVER MESSE 2023 stellte das Fraunhofer IEM einen neuartigen Roboter-Greifer vor, der fragile Objekte von einem Produktionsschritt zum nächsten transportiert, ohne sie zu beschädigen. Der Greifer eignet sich daher insbesondere für die Lebensmittelindustrie, wo das schonende Handling empfindlicher Waren hilft, Ausschuss zu vermeiden. Durch den elektrischen Antrieb können Unternehmen auf kostspielige und aufwendige Pneumatik verzichten.

Die Zukunft des Engineerings: Welche Rolle spielt Künstliche Intelligenz?

Wie entwickeln wir in Zukunft? Welche Chancen bietet uns der Ansatz Advanced Systems Engineering? Mit diesen Leitfragen hat das Fraunhofer IEM im Mai 2023 rund 200 Engineering-Begeisterte zur Konferenz system:ability versammelt – und sie in vier Keynotes, 16 Workshops und an 15 Ausstellungsständen diskutiert. Unter anderem stellte das Fraunhofer IEM das Forschungsprojekt MoSyS vor, in dem es mit 18 Forschungs- und Industriepartnern das ganzheitliche Engineering von Systems of Systems erforscht, zu denen sowohl das technische Ökosystem von Produkten als auch die gesamte Wertschöpfung gehören.

Künstliche Intelligenz ist eine der Technologien, die die Art und Weise, wie Unternehmen arbeiten, in Zukunft maßgeblich verändern werden. Neben dem enormen Potenzial für Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle müssen Unternehmen, die KI in ihrem Betrieb einsetzen möchten, aber einiges beachten. Um Chancen, aber auch Sorgen und Ängste rund um Künstliche Intelligenz in Entwicklung und Produktion zu diskutieren, lud das Fraunhofer IEM zum Event Vertrauenswürdige KI in Engineering und Produktion ein. Zusammen mit Vertretern der E-Kommission, des DIN, der DEKRA, PwC und Düspohl gab das Forschungsinstitut einen Überblick über anstehende Regularien wie den AI-Act der EU und machte Vorschläge, wie Unternehmen sich Schritt für Schritt mit KI auseinandersetzen können.

Bei der Ausstellung „KI in Kirche und Gesellschaft“ in der Paderborner Gaukirche hatte das Fraunhofer IEM die Gelegenheit und die Verantwortung, das Trendthema Künstliche Intelligenz einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Zusammen mit den Partnern City Pastoral Paderborn, Pfarrei St. Liborius, Erzbistum Paderborn und Paderborner Citymanagement entstanden verschiedene Formate wie KI-unterstützte Predigten, Livedemonstrationen von KI-Tools, Diskussionsrunden und eine Ausstellung

Fraunhofer Institute for Mechatronic Systems Design IEM

The scientists at Fraunhofer IEM continue to emphasise personal meetings for networking. In 2023, they showcased their work at various trade fairs and events. Whether in robotics, IT security or AI application, the presentations demonstrated the immense diversity of research made in Paderborn. Collaborating with the Heinz Nixdorf Institute, Fraunhofer IEM embarked on an exciting project aimed at enhancing sustainability in early-stage engineering.

Sensitive to force, dynamic, energy-efficient, and versatile: At the 2023 HANNOVER MESSE, Fraunhofer IEM introduced a novel robot gripper designed to transport delicate objects from one production step to the next without causing damage. Consequently, the gripper is particularly suitable for the food industry, where gentle handling of sensitive goods helps prevent waste. The electric drive allows companies to forego expensive and labor-intensive pneumatic systems.

The Future of Engineering: What Role Does Artificial Intelligence Play?

How will we develop in the future? What opportunities does the approach of Advanced Systems Engineering offer us? With these guiding questions, in May 2023, Fraunhofer IEM brought together around 200 engineering enthusiasts for the system:ability conference. They engaged in discussions across 4 keynote speeches, 16 workshops and at 15 exhibition stands. Among these presentations, Fraunhofer IEM introduced the MoSyS research project, which explores the holistic engineering of Systems of Systems with 18 research and industry partners. This encompasses both the technical ecosystem of products and the entire value chain.

Artificial Intelligence is one of the technologies that will significantly change the way companies operate in the future. Besides the enormous potential it holds for processes, products and business models, companies intending to incorporate AI into their operations must consider various aspects. To discuss the opportunities, concerns and fears surrounding Artificial Intelligence in development and production, Fraunhofer IEM organised the event “Trusted AI in Engineering and Production”. Alongside representatives from the E-Commission, DIN, DEKRA, PwC and Düspohl, the research institute offered an overview of the upcoming regulations such as the EU’s AI Act and suggested ways for companies to gradually engage with AI.

During the exhibition “AI in Church and Society” at the Paderborn Gaukirche, Fraunhofer IEM had the opportunity and responsibility to make the trending topic of Artificial Intelligence accessible to a wide audience. Collaborating with partners including City Pastoral Paderborn, St. Liborius Parish, Archdiocese of Paderborn and Paderborner City Management, various formats were created. These included AI-supported sermons, live demonstrations of AI tools, panel discussions and an exhibition displaying AI-generated images, fostering lively dialogue with a total of 7,000 visitors to the exhibition.

mit KI-generierten Bildern, die den lebhaften Dialog mit den insgesamt 7.000 Besucher*innen der Ausstellung anregten.

Das Fraunhofer IEM ist seit 2011 verlässlicher Partner für die Unternehmen der Region. Deren Herausforderungen sind derzeit vielfältig: Fachkräftemangel, Wettbewerbsdruck, Digitalisierung und Nachhaltigkeit – bei allen Themen können innovative Technologien und Methoden helfen, Prozesse effizienter zu machen oder Regularien besser umzusetzen. Wie vielfältig die Lösungsansätze des Fraunhofer IEM sind, wurde bei der Tour de Lab im September deutlich. Mehr als 50 Partner und Kunden erhielten Einblicke in aktuelle Forschungsfragen und konkrete Projekte. So drehte sich im Robotics Lab alles um die Automatisierung von Produktionsprozessen – auch unter Einsatz Künstlicher Intelligenz. Und in seinem IdeenTriebwerk stellte das IEM vor, wie es mit Unternehmen an ihrer Innovationskultur arbeitet.



Der Kreuzweg Jesu – von einer KI interpretiert. Die Ausstellung „KI in der Kirche“ in der Paderborner Gaukirche war ein voller Erfolg. The Stations of the Cross interpreted by AI. The exhibition “AI in the Church” at the Gaukirche in Paderborn was a great success.

Weitere Veranstaltungshighlights des Fraunhofer IEM waren die Beteiligung am Tech-Festival hub.berlin und an der Fachmesse Maschinenbau FMB: Auf der hub.berlin stellten die Wissenschaftler*innen ihre IT-Security-Forschung vor und machten auf die Bedeutung von Schulung und Weiterbildung aufmerksam, um die IT-Sicherheit im Unternehmen zu gewährleisten. Der Auftritt auf der FMB stand im Zeichen intelligenter Prüfprozesse: Zusammen mit Diebold Nixdorf zeigte das IEM eine Cobot-gestützte Montageprüfung für Bedienfelder von Geldautomaten.

IT-Security: Schulungen für mehr Awareness im Unternehmen

Das Thema Security bei der Entwicklung von Softwareprodukten und -systemen gewinnt in allen Branchen zunehmend an Bedeutung. Für viele Unternehmen sind damit große Herausforderungen verbunden: Oft fehlt es an Security-Kompetenz, an Methoden für eine sichere Softwareentwicklung oder einfach an der

Sensibilisierung für das Thema Angriffssicherheit. Mit dem Security Champion Training bietet die Fraunhofer IEM Academy eine Weiterbildung für Softwareentwickler*innen an, die Expert*innen auf dem Gebiet der sicheren Softwareentwicklung werden möchten. adesso mobile solutions hat im Jahr 2023 mithilfe des Intensivprogramms neun Mitarbeitende zu Security Champions geschult. In vier Wochen und 100 Fortbildungsstunden setzten sich die Teilnehmenden unter anderem mit relevanten Security-Gesetzen und Normen auseinander, lernten Secure Design, Defense Coding, Methoden der angewandten Kryptografie und automatische sowie manuelle Code Reviews kennen.

Projektarbeit zu Technologie und Methode

Zahlreiche Forschungsprojekte konnte das Fraunhofer IEM im Jahr 2023 erfolgreich abschließen. Im Projekt Emerge ging es um den Einsatz von Augmented Reality in kleinen und mittleren Unternehmen, für den spannende Use Cases mit Claas und Westaflex entstanden sind. Im Projekt SE4OWL fokussierten sich die Wissenschaftler*innen auf die mittelstandsgerechte Einführung von Systems Engineering. Und durch das Projekt ARISE verkürzt bei Schulte Kartonagen nun eine KI den Aufwand in der Produktionsplanung um 25 Prozent.

Nachhaltigkeit im Engineering mitdenken

In Zeiten zunehmender Bedeutung von Nachhaltigkeit wird es für Unternehmen immer wichtiger, in ihrer Wertschöpfungskette und im gesamten Produktlebenszyklus nicht nur wirtschaftlich, sondern auch ökologisch verantwortungsvoll zu handeln. Ingenieur*innen stehen so häufig vor einem Zielkonflikt: Soll die Spule in einem Elektromotor mit Kunststoff vergossen werden, um Wärmeverlust zu reduzieren? Oder ist es sinnvoller, auf den Kunststoff zu verzichten, damit das spätere Recycling einfacher ist? Im neuen it's OWL-Projekt „Sustainable Lifecycle Engineering“ entwickeln das Fraunhofer IEM und das Heinz Nixdorf Institut Methoden für Entwickler*innen und Produktmanager*innen, um Nachhaltigkeitsaspekte bereits in der frühen Phase des Engineerings in ihre Entscheidungsfindung einzubeziehen. Weitere Partner sind Diebold Nixdorf, Harting, Miele, Siemens Industry Software, Wago und das Wuppertal Institut.



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
E-Mail: ansgar.traechtler@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 77



www.iem.fraunhofer.de

Since 2011, Fraunhofer IEM has been a reliable partner for regional companies. These companies face various challenges, including a shortage of skilled workers, competitive pressure, digitalisation and sustainability. Innovative technologies and methods can assist in making processes more efficient or better complying with regulations across all these concerns. The diversity of Fraunhofer IEM's solutions was evident during the “Tour de Lab” in September, where more than 50 partners and clients gained insights into ongoing research queries and specific projects. The Robotics Lab focused on the automation of production processes, including the application of Artificial Intelligence. In its “IdeenTriebwerk”, the IEM showcased how it collaborates with companies on their innovation culture.

Further event highlights at Fraunhofer IEM included participation in the tech festival hub.berlin and the mechanical engineering trade fair FMB. At hub.berlin, the scientists presented their IT security research and emphasised the significance of training and continuous education to ensure IT security within companies. The appearance at FMB was centred on intelligent inspection processes. Collaborating with Diebold Nixdorf, IEM exhibited a cobot-assisted assembly inspection for ATM control panels.

IT Security: Training for increased awareness in the company

Security in the development of software products and systems is increasingly crucial across all industries. Many companies face significant challenges in this area: often lacking security expertise, methodologies for secure software development or awareness regarding security threats. Through the Security Champion Training, Fraunhofer IEM Academy provides further education for software developers aspiring to become experts in secure software development. In 2023, adesso mobile solutions trained nine employees as Security Champions using the intensive programme. Over four weeks and 100 training hours,



In seinem Secure Engineering Lab bietet das Fraunhofer IEM auch Trainings im Bereich sichere Softwareentwicklung an. In its Secure Engineering Lab, Fraunhofer IEM also provides training in the field of secure software development.



Neues Projekt für mehr Nachhaltigkeit im Engineering: Das Fraunhofer IEM und das Heinz Nixdorf Institut versammeln im it's OWL-Projekt SLE acht Partner aus Forschung und Industrie.

New project for more sustainability in engineering: The Fraunhofer IEM and the Heinz Nixdorf Institute gather eight partners from research and industry in the it's OWL project SLE.

participants engaged with the relevant security laws and norms, acquired knowledge in Secure Design, Defence Coding, applied cryptography methods and gained familiarity with automatic and manual code reviews.

Project work on technology and method

The Fraunhofer IEM successfully completed numerous research projects in 2023. The project Emerge focused on the application of Augmented Reality in small and medium-sized enterprises, resulting in intriguing use cases with Claas and Westaflex. In the SE4OWL project, scientists concentrated on the SME-tailored implementation of Systems Engineering. In addition, through the ARISE project, a 25 per cent reduction in production planning efforts was achieved at Schulte Kartonagen through the use of AI.

Thinking sustainability in Engineering

With sustainability gaining importance, it is increasingly crucial for companies to act not only economically but also ecologically responsibly in their value chain and throughout the entire product lifecycle. Engineers often face a conflict of objectives: Should the coil in an electric motor be cast with plastic to reduce heat loss? Or is it more reasonable to avoid using plastic to facilitate easier recycling later on? In the new it's OWL project “Sustainable Lifecycle Engineering”, Fraunhofer IEM and the Heinz Nixdorf Institute are developing methods for developers and product managers to include sustainability aspects in their decision-making during the early stages of engineering. Other partners include Diebold Nixdorf, Harting, Miele, Siemens Industry Software, Wago and the Wuppertal Institute.



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
E-mail: ansgar.traechtler@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 77



www.iem.fraunhofer.de/en.html

it's OWL stellt neue Strategie „Industrie.Zero“ vor

Neue Technologien für einen nachhaltigen Mittelstand

it's OWL presents the new “Industrie.Zero” strategy

New technologies for sustainable SMEs



industrie. zero by it's owl

Die Nachhaltigkeitstransformation ist die nächste große Herausforderung für die Industrie. Mit seiner neuen Strategie „Industrie.Zero“ will der Spitzencluster it's OWL neue Technologien und Anwendungen entwickeln, mit denen Unternehmen ihre ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit stärken können. Wichtiger Erfolgsfaktor dafür sind die Kompetenzen des Netzwerks und der Partner wie dem Heinz Nixdorf Institut.

The sustainability transformation is the next big challenge for industry. With its new “Industrie.Zero” strategy, the leading-edge cluster it's OWL aims to develop new technologies and applications with which companies can strengthen their ecological, economic and social sustainability. The competences of the network and partners, such as the Heinz Nixdorf Institute, are an important success factor for this.

Im Technologie-Netzwerk it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe entwickeln über 200 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Organisationen gemeinsam neue Technologien für die digitale Transformation des Mittelstands. Seit 2023 verfolgt it's OWL mit „Industrie.Zero“ eine duale Strategie für nachhaltige Wertschöpfung durch Intelligente Technische Systeme. Das heißt, Unternehmen entwickeln intelligente Produkte für den nachhaltigen Einsatz und setzen intelligente Produktionsverfahren für eine nachhaltige Wertschöpfung ein. Nachhaltigkeit wird damit zum Fundament für den Unternehmenserfolg und den Erfolg von it's OWL.

Modellregion für nachhaltige Wertschöpfung

Dazu erschließt der Spitzencluster mit seinen Partnern und der Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen neue Technologien und Anwendungen. Für die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und zirkuläre Wertschöpfung. Für intelligente Energieversorgung und nachhaltige Produktentwicklung. Und für neue Formen der Fachkräfteentwicklung. Die Region OstWestfalenLippe soll sich so zu einer Modellregion für nachhaltige Wertschöpfung entwickeln.

In den Projekten des Spitzenclusters sind bereits zahlreiche Bausteine für die Transformation der Industrie entstanden. „Mit unseren Lösungen können Unternehmen ihre Emissionen entlang der Wertschöpfungskette ermitteln und auswerten, die Effizienz ihrer Fertigung steigern oder die Arbeitsbedingungen für ihre Beschäftigten verbessern. Über unsere Innovationsplattform können alle Unternehmen davon profitieren“, sagt Günter Korder, Geschäftsführer it's OWL Clustermanagement.

Aktuelle Projekte zahlen bereits auf „Industrie.Zero“ ein

Auf die Strategie „Industrie.Zero“ zahlen auch die schon laufenden Projekte mit Beteiligung des Heinz Nixdorf Instituts ein. So beschäftigt sich das Projekt „Strategisches Management der Dualen Transformation (DualStrat)“ seit 2023 damit, wie Nachhaltigkeit und Digitalisierung zum Erfolg von Unternehmen führen können. In individuellen Projekten werden Unternehmen unter anderem durch das Heinz Nixdorf Institut begleitet.

Mithilfe des ebenfalls 2023 gestarteten Projekts „Sustainable Lifecycle Engineering (SLE)“ und der Expertise des Heinz Nixdorf Instituts sollen Entwickler*innen und Produktmanager*innen befähigt werden, Nachhaltigkeitsaspekte bereits in der

The sustainability transformation is the next big challenge for industry. With its new “Industrie.Zero” strategy, the leading-edge cluster it's OWL aims to develop new technologies and applications with which companies can strengthen their ecological, economic and social sustainability. The competences of the network and partners, such as the Heinz Nixdorf Institute, are an important success factor for this.

In the technology network it's OWL – Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe, over 200 companies, research institutions and organisations are working together to develop new technologies for the digital transformation of SMEs. Since 2023, it's OWL has been pursuing a dual strategy for sustainable value creation through intelligent technical systems with “Industrie.Zero”. This means that companies are developing intelligent products for sustainable use and utilising intelligent production processes for sustainable value creation. Sustainability thus becomes the foundation for corporate success and the success of it's OWL.

Model region for sustainable value creation

To this end, the Leading-Edge Cluster is developing new technologies and applications with its partners and the support of

the state of North Rhine-Westphalia for the reduction of CO₂ emissions, circular value creation, for intelligent energy supply and sustainable product development as well as for new forms of skilled labour development. The OstWestfalenLippe region is to develop into a model region for sustainable value creation.

Numerous building blocks for the transformation of industry have already been created in the projects of the Leading-Edge Cluster. “With our solutions, companies can determine and analyse their emissions along the value chain, increase the efficiency of their production or improve working conditions for their employees. All companies can benefit from this via our innovation platform,” says Günter Korder, Managing Director of it's OWL.

Current projects are already contributing to “Industrie.Zero”

The ongoing projects involving the Heinz Nixdorf Institute are also contributing to the “Industrie.Zero” strategy. For example, the “Strategic Management of Dual Transformation (DualStrat)” project has been looking at how sustainability and digitalisation can lead to the success of companies since 2023. Compa-

frühen Phase des Engineerings in ihre Entscheidungsfindung mit einzubeziehen.

Wie das Produktmanagement auf Basis von Daten verbessert werden kann, erarbeitet das Heinz Nixdorf Institut von 2023 bis 2025 mit weiteren Partnern im Projekt „Datenbasiertes Produktmanagement (product.intelligence)“.

KI-Marktplatz: gefördertes Millionenprojekt endet – Start-up macht weiter

Während die drei Projekte 2023 gestartet sind, endete eines der größten Projekte von it's OWL und dem Heinz Nixdorf Institut im vergangenen Jahr.

Warum sich Unternehmen mit Künstlicher Intelligenz (KI) im Engineering beschäftigen sollten, hat das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte und vom Technologie-Netzwerk initiierte Projekt „KI-Marktplatz“ eindrucksvoll gezeigt. Zusammen mit dem Heinz Nixdorf Institut haben Marktführer wie CLAAS und Düspohl von dem dreijährigen Forschungsprojekt profitiert. Der Mährescher-Hersteller hat dank des KI-Marktplatzes eine Methode gefunden, um seinen Konstruktionsaufwand drastisch zu reduzieren. Damit weiterhin Unternehmen die Vorteile von KI im Engineering nutzen können, hat das Projektteam das gleichnamige Start-up „AI Marketplace GmbH“ gegründet und verspricht vielfältige Angebote.

„KI im Engineering birgt großes Potenzial für die Steigerung von Produktivität und Wirtschaftswachstum. Ob die Automatisierung des Technologie-Scoutings oder die Optimierung von Konstruktionsdaten – das Potenzial von künstlicher Intelligenz im Engineering ist vielfältig. Allerdings fehlt es den produzierenden Unternehmen oft an ausreichendem Know-how, um diese Potenziale zu erschließen. Das wollen wir mit dem KI-Marktplatz ändern“, sagt Professor Roman Dumitrescu, Geschäftsführer it's OWL, Vorstand am Heinz Nixdorf Institut, Direktor am Fraunhofer IEM und Mitbegründer des Start-ups KI-Marktplatz.

In sechs Pilotprojekten haben 20 Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit 72 assoziierten Partnern des KI-Marktplatzes an KI-Lösungen für konkrete Anwendungsfälle gearbeitet. Die Themen reichten von intelligenter Produktbeobachtung und Fehlerdiagnose bis hin zu KI-gestützter Herstellbarkeitsanalyse. An den Pilotprojekten haben sich CLAAS, Diebold Nixdorf, Düspohl, Hella Gutmann, Westaflex und Ubermetrics beteiligt.



Ein LEGO-Demonstrator zeigt spielerisch, welche Mehrwerte der KI-Marktplatz bietet – sowohl auf der Anbieter- als auch auf der Anwenderseite.

A LEGO demonstrator playfully shows the added value offered by the AI marketplace – both on the provider and user side.

Innovationsplattform: Alle Projekte an einem Ort

Alle Informationen aus den Projekten von it's OWL bündelt das Technologie-Netzwerk in seiner Innovationsplattform und bietet dabei auch eine neue Möglichkeit für Unternehmen, geeignete Kontakte für ein gemeinsames Projekt zu finden und diese direkt anzusprechen. „Mit unserer Innovationsplattform machen wir Technologien, Anwendungen und Erfahrungen aus den Projekten für andere Unternehmen und Partner verfügbar. Unternehmen nutzen die Ergebnisse aus den Projekten für neue Produkte und Services, aber auch für die Verbesserung ihrer Prozesse“, sagt Dumitrescu.

Jetzt kostenlos nutzen: <https://plattform.its-owl.de>



Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
E-Mail: roman.dumitrescu@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 55



Gefördert durch: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



www.its-owl.de

nies are supported in individual projects by the Heinz Nixdorf Institute, among others.

With the help of the “Sustainable Lifecycle Engineering (SLE)” project, which was also launched in 2023, and the expertise of the Heinz Nixdorf Institute, developers and product managers are to be enabled to incorporate sustainability aspects into their decision-making at an early stage of engineering.

From 2023 to 2025, the Heinz Nixdorf Institute is working with other partners in the “Data-based product management (product.intelligence)” project to find out how product management can be improved on the basis of data.

AI Marketplace: funded million-euro project ends – start-up continues

While the three projects started in 2023, one of the largest projects of it's OWL and the Heinz Nixdorf Institute ended last year.

The “AI Marketplace” project, which was funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Protection and initiated by the technology network, impressively demonstrated why companies should engage with artificial intelligence (AI) in engineering. Together with the Heinz Nixdorf Institute, market leaders such as CLAAS and Düspohl have benefitted from the three-year research project. Thanks to the AI marketplace, the combine harvester manufacturer has found a method to drastically reduce its design costs. To ensure that companies can continue to utilise the benefits of AI in engineering, the project team has founded the start-up of the same name “AI Marketplace GmbH” and promises a wide range of services.

“AI in engineering harbours great potential for increasing productivity and economic growth. Whether it's the automation of technology scouting or the optimisation of design data – the potential of artificial intelligence in engineering is diverse. However, manufacturing companies often lack sufficient expertise to tap into this potential. We want to change this with the AI Marketplace,” says Professor Roman Dumitrescu, Managing Director of it's OWL, Director at the Heinz Nixdorf Institute, Director at the Fraunhofer IEM and co-founder of the AI marketplace start-up.

In six pilot projects, 20 companies and research institutions worked with 72 associated partners of the AI marketplace on AI solutions for specific use cases. The topics ranged from intelligent product monitoring and fault diagnosis to AI-supported manufacturability analyses. CLAAS, Diebold Nixdorf, Düspohl, Hella Gutmann, Westaflex and Ubermetrics took part in the pilot projects.



Auf der Strategietagung von it's OWL diskutierten (von links) Prof. Dr. Roman Dumitrescu (Geschäftsführer it's OWL, Vorstand am Heinz Nixdorf Institut), Frank Maier (stellvertretender Vorsitzender it's OWL Clusterboard), Anna Katharina Bölling (Regierungspräsidentin im Regierungsbezirk Detmold), Dr. Stefan Breit (Geschäftsführer Miele, Vorsitzender it's OWL Clusterboard) und Günter Korder (Geschäftsführer it's OWL) mit 250 Expert*innen über die neue Strategie „Industrie.Zero“. At the it's OWL strategy conference, (from left): Prof. Dr. Roman Dumitrescu (Managing Director of it's OWL, Board Member of the Heinz Nixdorf Institute), Frank Maier (Deputy Chairman of the it's OWL Clusterboard), Anna Katharina Bölling (District President of Detmold), Dr. Stefan Breit (Managing Director of Miele, Chairman of the it's OWL Clusterboard) and Günter Korder (Managing Director of it's OWL) discussed the new “Industrie.Zero” strategy with 250 experts.

Innovation platform: All projects in one place

The technology network bundles all the information from the it's OWL projects in its innovation platform and also offers a new opportunity for companies to find suitable contacts for a joint project and approach them directly. “With our innovation platform, we make technologies, applications and experiences from the projects available to other companies and partners. Companies use the results from the projects for new products and services, but also to improve their processes,” says Dumitrescu.

Use it now free of charge: <https://plattform.its-owl.de>



Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
E-mail: roman.dumitrescu@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 55



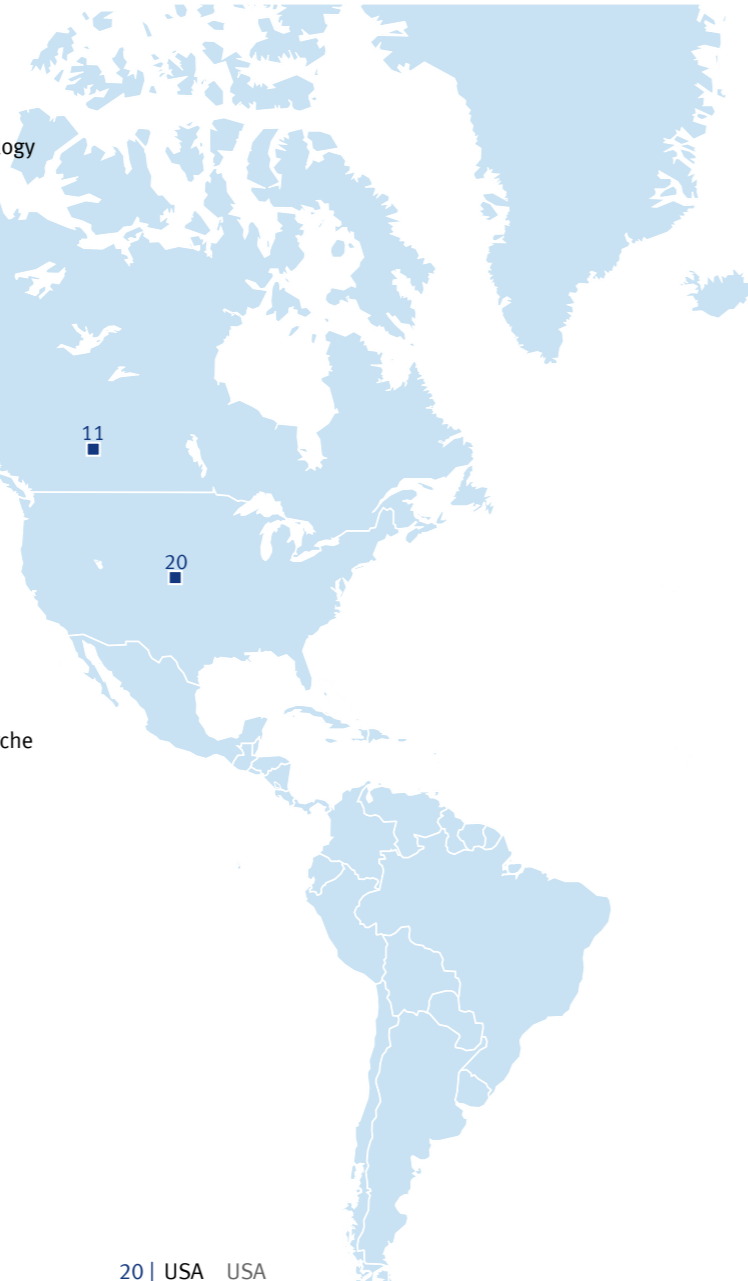
Supported by: Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the State of North Rhine-Westphalia

Internationalität

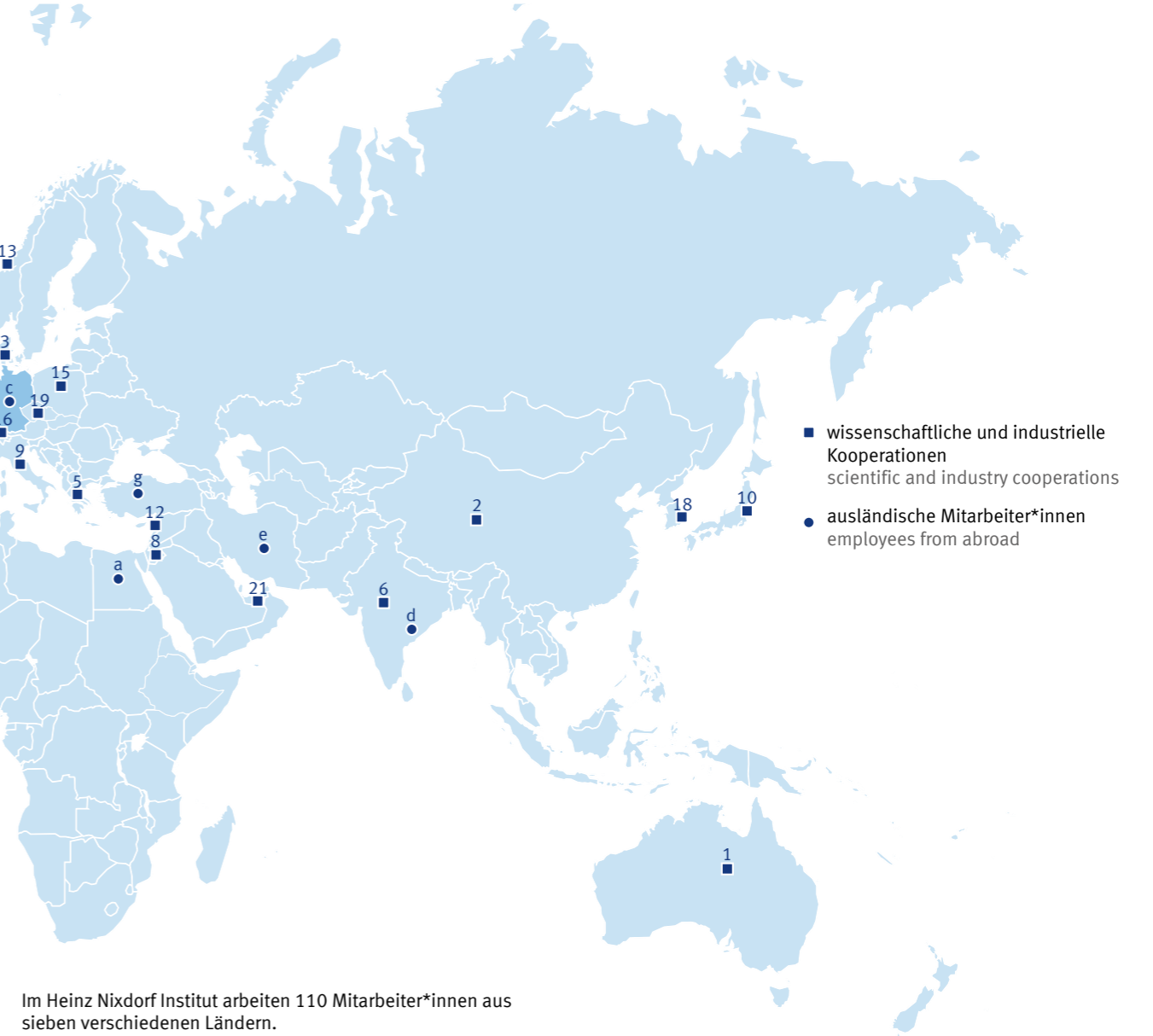
Wir kooperieren mit 43 ausländischen Partnern.
We cooperate with 43 partners from abroad.

- 1 | Australien Australia
Monash University • Queensland University of Technology
- 2 | China China
Qingdao University of Science and Technology • Shandong University
- 3 | Dänemark Denmark
Technical University of Denmark
- 4 | England England
University of Liverpool • University of Warwick • Toshiba Europe Limited • Loughborough University • National Physics Laboratory
- 5 | Griechenland Greece
NCSR Demokritos • Technical University of Crete
- 6 | Indien India
IIT Kanpur • Indian Institute of Technology Madras
- 7 | Irland Ireland
Technological University Dublin
- 8 | Israel Israel
University of Haifa • Israel Institute of Technology • Barilan University
- 9 | Italien Italy
Politecnico di Milano • Consiglio Nazionale delle Ricerche
- 10 | Japan Japan
NTT communication science Laboratories
- 11 | Kanada Canada
Carleton University • University of British Columbia
- 12 | Libanon Lebanon
Lebanese American University
- 13 | Norwegen Norway
University of South-Eastern Norway
- 14 | Niederlande Netherlands
TU Eindhoven • Noldus Information Technology • University of Twente • TU Delft
- 15 | Polen Poland
University of Warsaw
- 16 | Schweiz Switzerland
École Polytechnique Fédérale de Lausanne • FTES AG Zürich • SonarSource
- 17 | Schottland Scotland
University of Strathclyde
- 18 | Südkorea South Korea
Korea Advanced Institute of Science and Technology
- 19 | Tschechien Czech Republic
Charles University Prague

- 20 | USA USA
II-VI Incorporated • University of California • Google • University of Texas at Dallas • Mitsubishi Electric Research Laboratories • The George Washington University
- 21 | Vereinigte Arabische Emirate United Arab Emirates
University of Dubai



Internationality



Im Heinz Nixdorf Institut arbeiten 110 Mitarbeiter*innen aus sieben verschiedenen Ländern.
110 employees from seven different countries work at the Heinz Nixdorf Institute.

- a | Ägypten Egypt
- b | Algerien Algeria
- c | Deutschland Germany
- d | Indien India
- e | Iran Iran
- f | Niederlande Netherlands
- g | Türkei Türkiye

Engagement in der Nachwuchsförderung



Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und Ausbildung von Studierenden und Nachwuchswissenschaftler*innen wie Doktorand*innen, Habilitand*innen und Juniorprofessor*innen mit dem Ziel, ihnen die Voraussetzung für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln. Neben der wissenschaftlichen Qualifizierung bereiten wir unseren Nachwuchs auf die Übernahme von Verantwortung in Wirtschaft und Wissenschaft vor.

2023 haben mehr als 200 Studierende bei uns ihre Abschlussarbeit erstellt. 105 besonders begabte Absolvent*innen sind auf dem Weg zur Promotion. 47 unserer Absolvent*innen haben bereits Professuren.

Vorbereitung auf eine Hochschulkarriere

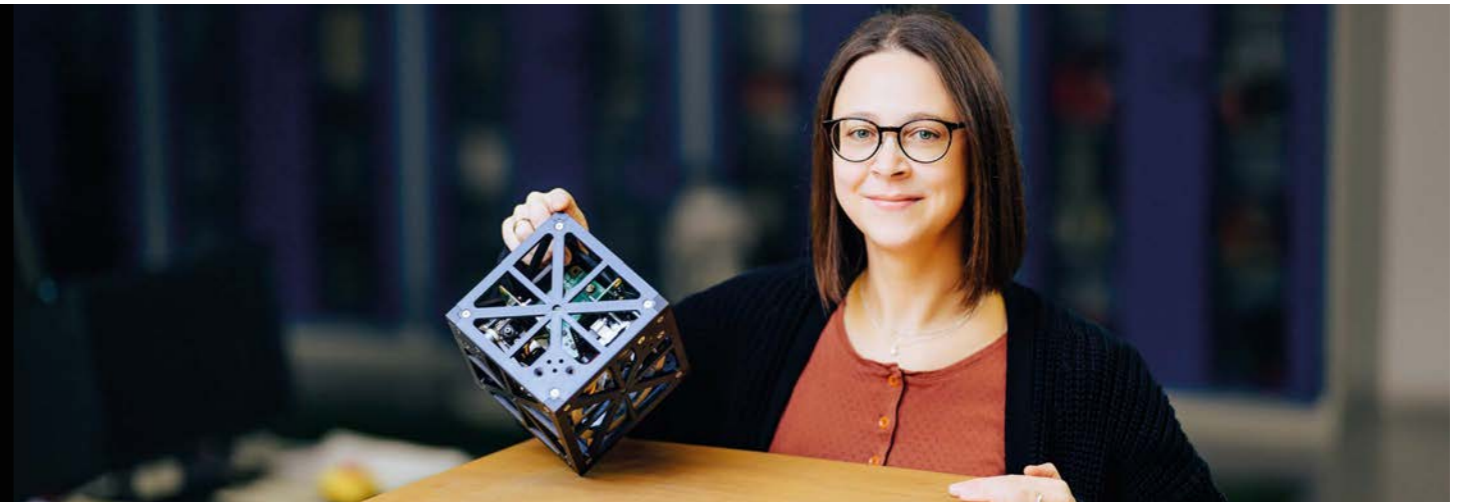
Wir fördern nachdrücklich die Mitarbeiter*innen, die eine Hochschulkarriere anstreben:

Gleb Polevoy ist Leiter der Fachgruppe „Algorithmische Spieltheorie“, die sich mit Spieltheorie und Approximationsalgorithmen beschäftigt. Er modelliert und analysiert Interaktionen und löst schwere Optimierungsprobleme. In letzter Zeit hat er den Preis für mangelnde Koordination untersucht, wie man vom aktuellen Zustand zum gewünschten stabilen Zustand gelangt, indem man eine Gruppe von Agenten einsetzt, die sich ändern und dadurch die anderen motivieren, sich ebenfalls zu ändern, und welche Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts am effizientesten sind. Dies hat sowohl praktische als auch theoretische Auswirkungen. Im algorithmischen Bereich zeigt er zudem Interesse an der Lockerung der Annahmen einiger bekannter exakter Algorithmen. Dies geschieht auf Kosten der Approximation des Ergebnisses anstelle der Ermittlung des Optimums. Insbeson-

dere war er Mitglied des Teilprojekts A3 im Sonderforschungsbereich „On-The-Fly Computing“.

Julia Timmermann leitet die Nachwuchsforschungsgruppe „DART – Datengetriebene Methoden in der Regelungstechnik“. Ziel dieses Projektes ist es, neuartige hybride Methoden zu entwickeln, die Bestandteile aus klassischen regelungstechnischen Methoden mit maschinellem Lernen sinnvoll verbinden. Die Forschungsarbeiten zeigen klar, dass die Nutzung von physikalischem Vorwissen über mechatronische Systeme bei der Auslegung von hybriden Modellen und Reglern deutliche Vorteile bietet. Nach inzwischen drei Projektjahren konnte die Nachwuchsgruppe neuartige hybride Methoden für alle Teilgebiete des Regelungsentwurfs entwerfen. Dadurch ist es nun möglich, diese hybriden Methoden auch miteinander zu kombinieren und die Ergebnisse zu validieren. Beispielsweise muss untersucht werden, ob die verschiedenen datengetriebenen Ansätze sich gegenseitig positiv oder negativ beeinflussen. Hierfür ist der von der Nachwuchsgruppe entwickelte Demonstrator gedacht: ein Würfel, der durch das Abbremsen von drei Schwungrädern im Inneren auf Kanten oder Ecken aufgestellt werden kann.

Commitment to support young researchers



We are deeply and intensely committed to the education and training of students and young talents, such as doctoral and postdoctoral candidates as well as assistant professors. Our aim is to ensure they are equipped with the skills and knowledge they need to shape the future. In addition to looking after our young talents' scientific qualifications, we also prepare them to take on roles of responsibility in business and science.

In 2023, more than 200 students wrote their thesis with us. 105 especially talented graduates are well on their way to successfully completing their post-graduate studies. 47 of our graduates already have a professorship.

Getting ready for a university career

We strongly promote and support employees wishing to pursue a university career:

Gleb Polevoy is the head of the “Algorithmic game theory” workgroup, working in game theory and approximation algorithms. He models and analyses interactions and solves hard optimisation problems. Recently, he has been analysing the price incurred by failures to coordinate, the way to switch from the current state to the desired stable state using a group of agents who motivate the others to change as well, and the most efficient refinements of Nash equilibrium. This has practical and theoretical repercussions. In the algorithmic domain, he also has an interest in relaxing the assumptions of some known exact algorithms at the expense of approximating the result instead of finding an optimum one. He was also a member of the subproject A3 of Collaborative Research Centre “On-The-Fly Computing”.

Julia Timmermann heads the junior research group “DART – Data Driven Methods in Control Engineering”. The goal of this project is to develop novel hybrid methods that meaningfully combine components from classical control engineering methods with machine learning. The initial results of the research suggest that the use of prior physical knowledge about mechatronic systems offers significant advantages in the design of hybrid models and controllers. After three project years, the junior research group was able to design novel hybrid methods for all subareas of control design. As a result, it is now possible to combine these hybrid methods with each other and to validate the results. For example, it must be investigated whether the different data-driven approaches influence each other positively or negatively. This is the purpose of the demonstrator developed by the junior research group: A cube that can be set up on edges or corners by braking three flywheels inside.

Unsere Kooperationspartner in der Industrie

Die Fachgruppen des Heinz Nixdorf Instituts arbeiten erfolgreich mit zahlreichen Industrieunternehmen zusammen. Diese Seite zeigt einen Auszug unserer Kooperationspartner der letzten Jahre.



Our partners in industry

The workgroups of the Heinz Nixdorf Institute have numerous successful cooperations with industry. This side shows an excerpt of our industrial cooperation partners of the recent years.



Berufsausbildung an unserem Institut

Das Heinz Nixdorf Institut hat die Kompetenz und die Infrastruktur, jungen Menschen eine Berufsausbildung zu ermöglichen. Wir engagieren uns hier seit Jahren; wir bilden Fachinformatiker*innen Fachrichtung Systemintegration und Elektroniker*innen für Geräte und Systeme aus. Im Moment werden drei Auszubildende auf ihr Berufsleben vorbereitet.

Die Ausbildung wird unterstützt durch ein innerbetriebliches Fortbildungsprogramm, organisiert von allen Ausbildern an der Universität Paderborn. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung der Fachgruppen am Heinz Nixdorf Institut haben die Auszubildenden die Möglichkeit, sich mit aktuellen Themen im industriellen und betrieblichen Umfeld zu beschäftigen. Zusammen mit der schulischen Ausbildung durch das Carl-Severing-Berufskolleg in Bielefeld werden unsere Auszubildenden optimal auf ihr späteres Berufsleben vorbereitet.

Fachinformatiker, Fachrichtung Systemintegration

Fachinformatiker*innen beherrschen technische und kaufmännische Grundlagen gleichermaßen. Sie setzen die fachlichen Anforderungen und Bedürfnisse der Benutzer in Hard- und Software um. Außerdem stehen sie für fachliche Beratung und Betreuung der Benutzer zur Verfügung. Der Alltag unserer Auszubildenden umfasst zum Beispiel das Konzipieren und Realisieren von Informations- und Kommunikationslösungen nach den gegebenen Anforderungen. Hierfür vernetzen sie Hard- und Softwarekomponenten zu komplexen Systemen. Nach ihrer Ausbildung arbeiten sie in Unternehmen unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche, v. a. aber in der IT-Branche. Die Berufsausbildung dauert drei Jahre und schließt

mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer (IHK) ab.

Elektroniker für Geräte und Systeme

Elektroniker*innen für Geräte und Systeme fertigen Komponenten und Geräte, z. B. für die Informations- und Kommunikationstechnik. Sie nehmen Systeme und Geräte in Betrieb und halten sie instand. Aber auch IT-Kompetenzen, wie das Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen oder der Einsatz entsprechender Software, werden in diesem Beruf gefordert.

Im Berufsleben arbeiten sie in der Reparatur und Wartung, unter Umständen auch in Entwicklungsabteilungen. Die Berufsausbildung dauert dreieinhalb Jahre und schließt mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer ab.

Seit unserem Engagement in diesem Bereich haben bei uns 40 junge Menschen eine Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen (sechs Elektroniker*innen für Geräte und Systeme, eine Informatikkauffrau und 33 Fachinformatiker*innen, Fachrichtung Systemintegration). Die aktuellen Auszubildenden sind:

Elektroniker für Geräte und Systeme:

- Aaron Jay Flinn
- Leon Kasdorf

Fachinformatiker – Fachrichtung Systemintegration:

- Justus Feldmann

Apprenticeship at the Heinz Nixdorf Institute

The Heinz Nixdorf Institute has the professional competence and infrastructure to offer young people professional training, and we have a long history of commitment to this form of training. We train specialist computer scientists in the field of system integration, and electronics technician in the field of devices and systems. Three trainees are currently being prepared for their future.

The training is supported by an internal further education programme organised by all the teachers at Paderborn University. The interdisciplinary orientation of the workgroups within the Heinz Nixdorf Institute gives trainees an opportunity to engage with current topics in an industrial and operational environment. Together with classroom-based training at the Carl-Severing Vocational College in Bielefeld, our trainees are given perfect preparation for their subsequent professional lives.

Specialised computer scientist, subject field system integration

Specialised computer scientists master both technical and commercial challenges. They convert the requirements and demands of the users into hardware and software. In addition, they are on hand to give customers and users professional advice and technical support. Our trainees' daily routines comprise, for example, the conception and realisation of information and communication solutions in accordance with the given request. To do this, they network hardware and software components to form complex systems. Following their training, they work in companies with different industrial backgrounds, especially in the IT sector. The professional training takes three years and ends with an examination

before the Chamber of Commerce and Industry (IHK).

Electronics technician for devices and systems

Electronics technician for devices and systems produce components and devices for information technology or communication technology applications, for example. They put the systems and devices into operation as well as maintain them. This occupation requires IT competences, such as the ability to install and configure IT systems or select and apply the appropriate software.

Their professional careers are in the fields of manufacturing, testing and quality control, maintenance and repair, or even in the field of design and development. This vocational training lasts 3 ½ years and ends with an examination before the Chamber of Commerce and Industry.

Since we first became involved in this area of training, 40 young people have completed their apprenticeship with us (six Electronics technician for devices and systems, one Information technology officer and 33 Computer scientist, subject area system integration). The current trainees are:

Electronics technician for devices and systems:

- Aaron Jay Flinn
- Leon Kasdorf

Computer scientist, subject area system integration:

- Justus Feldmann

Was wurde aus unseren Alumni?

1.

Dr.-Ing. Patrick Biemelt

Unternehmen: Behr-Hella Thermocontrol GmbH
Patrick Biemelt ist Software-Projektleiter bei der Behr-Hella Thermocontrol GmbH in Lippstadt. Dort koordiniert er internationale Projektteams zur Entwicklung mechatronischer Bedien- und Steuergeräte für die Automobilindustrie von der Kundenanfrage bis zur Serienproduktion.
Promotion 2023 bei Prof. Trächtler an der Universität Paderborn

2.

Dr.-Ing. Christian Oleff

Unternehmen: PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
Christian Oleff ist Prozessmanager im Geschäftsbereich Industrial Components and Electronics. Dort verantwortet er die globale Standardisierung und Optimierung der Prozesse im Bereich „Value Chain and Production“. Darüber hinaus wirkt er in strategischen Projekten mit und begleitet die Auswahl und Einführung von ERP-Systemen im Produktionsnetzwerk.
Promotion 2022 bei Prof. Gräßler an der Universität Paderborn

3.

Dr. rer. nat. Benjamin Eikel

Unternehmen: DeepL SE, Köln
Benjamin Eikel ist als Engineering Manager bei dem führenden KI-basierten Übersetzungsdienst DeepL in Köln tätig. Er beschäftigt sich mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung von Softwarediensten für qualitativ hochwertige Übersetzungen.
Promotion 2013 bei Prof. Meyer auf der Heide an der Universität Paderborn

4.

Dr. Stefan Krüger

Unternehmen: CQSE GmbH
Stefan Krüger arbeitet bei der CQSE im Security- & Recruiting-Team. Dabei ist er u. a. verantwortlich für die Sicherheit der Software-Intelligence-Plattform Teamscale als auch für den Kontakt zu regionalen Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen
Promotion 2020 bei Prof. Bodden an der Universität Paderborn

5.

Maurice Meyer

Unternehmen: UNITY AG
Maurice Meyer leitet den Innovation Hub und das strategische Produktmanagement bei der UNITY AG. Darüber hinaus führt er Beratungsprojekte zur Strategieentwicklung und Produktentstehung.
Promotion geplant 2024 bei Prof. Dumitrescu an der Universität Paderborn

6.

Dr. rer. nat. Ralf Petring

Unternehmen: GMS Development GmbH, Paderborn
Ralf Petring ist bei der GMS Development als Senior Solution Developer für die Entwicklung von Servern zur Datenverteilung, Authentifizierung und Scheduling zuständig. Er beschäftigt sich mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Anpassung der Systeme an sich ändernde Kundenanforderungen.
Promotion 2014 bei Prof. Meyer auf der Heide an der Universität Paderborn



Our graduates' careers

1.

Dr.-Ing. Patrick Biemelt

Company: Behr-Hella Thermocontrol GmbH
Patrick Biemelt is a software project manager at Behr-Hella Thermocontrol GmbH in Lippstadt. He coordinates international project teams during the development of mechatronic operating and control units for the automotive industry all the way from the customer request to series production.
Graduation in 2023 with Prof. Trächtler at Paderborn University

2.

Dr.-Ing. Christian Oleff

Company: PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
Christian Oleff is the Process Manager in the Industrial Components and Electronics Division. He is responsible for the global standardisation and optimisation of processes in the area of "Value Chain and Production". He is also involved in strategic projects and supports the selection and introduction of ERP systems in the production network.
Graduation in 2022 with Prof. Gräßler at Paderborn University

3.

Dr. rer. nat. Benjamin Eikel

Company: DeepL SE, Cologne
Benjamin Eikel works as an Engineering Manager in Cologne at the leading AI-based translation service DeepL. He is involved in the continuous development of software services for high-quality translations.
Graduation in 2013 with Prof. Meyer auf der Heide at Paderborn University

4.

Dr. Stefan Krüger

Company: CQSE GmbH
At CQSE, Stefan Krüger works in the security and recruiting team. As part of that work, he is, among other things, responsible for the security of the software-intelligence platform Teamscale as well as for managing connections to regional universities and other research institutions.
Graduation in 2020 with Prof. Bodden at Paderborn University

5.

Maurice Meyer

Company: UNITY AG
Maurice Meyer heads the Innovation Hub and strategic product management at UNITY AG. He also leads consulting projects on strategy development and product creation.
Graduation planned in 2024 with Prof. Dumitrescu at Paderborn University

6.

Dr. rer. nat. Ralf Petring

Company: GMS Development GmbH, Paderborn
Ralf Petring is a Senior Solution Developer at GMS Development and is responsible for the development of servers for data distribution, authentication and scheduling. He is involved in the continuous further development and adaptation of the systems to the changing customer requirements.
Graduation in 2014 with Prof. Meyer auf der Heide at Paderborn University



Portraits der Fachgruppen



Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt, Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach, Prof. Dr. Eric Bodden, Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide, Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler, Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler, Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar, Prof. Dr. René Fahr, Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu (v. l./LTR)

Fachgruppen des Instituts

Secure Software Engineering

Zuverlässigkeit und Angriffssicherheit softwareintensiver Systeme

Prof. Dr. Eric Bodden

Advanced Systems Engineering

Eine neue Perspektive für die Wertschöpfung von morgen

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Behavioral Economic Engineering and Responsible Management

Verhaltensökonomie und Verantwortung

Prof. Dr. René Fahr

Produktentstehung

Systematisch und effizient Geschäftschancen der Zukunft erschließen

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Nachrichtentechnik

Signalverarbeitung und maschinelle Lernverfahren für die Sprachsignale

Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach

Algorithmen und Komplexität

Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Schaltungstechnik

Integrierte Schaltungen für Kommunikation und Sensorik

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

Regelungstechnik und Mechatronik

Entwurf, Regelung und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Assoziierte Fachgruppe

Angewandte Ethik, Technikethik

Reflexion der technisch-wissenschaftlichen Kultur

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Workgroup portraits



Workgroups of the institute

Secure Software Engineering

Safety and security for software-intensive systems

Prof. Dr. Eric Bodden

Advanced Systems Engineering

A new perspective for tomorrow's value creation

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Behavioral Economic Engineering and Responsible Management

Behavioural economics and responsibility

Prof. Dr. René Fahr

Product Creation

Systematically and efficiently unlocking future business opportunities

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Communications Engineering

Signal processing and machine learning for speech signals

Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach

Algorithms and Complexity

High performance = Innovative computer systems + Efficient algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

System and Circuit Technology

Integrated circuits for ultra-fast communication and sensors

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

Control Engineering and Mechatronics

Design, control and optimisation of intelligent mechatronic systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Associated Workgroup

Applied Ethics, Ethics of Technology

Reflecting techno-scientific cultures


Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Zuverlässigkeit und Angriffssicherheit softwareintensiver Systeme

Prof. Dr. Eric Bodden

Softwareintensive, hochgradig vernetzte Systeme bestimmen heute unseren Alltag. Durch einen ganzheitlichen Ansatz für einen sicheren Software- und Systementwurf versuchen wir, diese Systeme so zu gestalten, dass sie bereits per Konstruktion aktuellen sowie zukünftigen Arten von Hackerangriffen standhalten.

E-Mail: eric.bodden@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 65 63

 www.hni.upb.de/sse

Safety and security for software-intensive systems

Prof. Dr. Eric Bodden

Interconnected, software-intensive systems are ubiquitous in our everyday lives. By researching a holistic approach to secure software and systems engineering, we aim at designing those systems in such a way that, by construction, they will withstand current and future cyber-attacks.

E-mail: eric.bodden@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 65 63

 www.hni.upb.de/en/sse



HeaderGen

Praktische statische Analyse für Software Engineering im Bereich des Machine Learning

Die Fachgruppe „Secure Software Engineering“ hat ein Forschungswerkzeug namens HeaderGen auf der „International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering“ (SANER), die dieses Jahr im März in Macau stattfand, veröffentlicht. Das Forschungspapier erhielt eine Auszeichnung als hervorragende Arbeit und steht als Zeugnis für die erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Monash University in Australien und der Beihang Universität in China.

Jupyter-Notebooks werden vorwiegend zur Lösung von Problemen im Bereich des maschinellen Lernens verwendet, die in der Programmiersprache Python geschrieben sind. Diese Notebooks sind so gestaltet, dass sie Code mit narrativer Dokumentation integrieren, um das Verständnis und die Zusammenarbeit zu fördern. Obwohl sie für besondere Klarheit angedacht sind, mangelt es diesen Notebooks oft an Struktur und Dokumentation. Ashwin Prasad, ein Forschungsmitarbeiter in der Fachgruppe „Secure Software Engineering“, arbeitet daran, diese Forschungslücke zu schließen, indem er erforscht, wie statische Analysetechniken angewendet werden können, um Best Practices in Jupyter-Notebooks zu verankern.


Die Werkzeuge zur statischen Quellcodeanalyse für Python sind derzeit nicht so weit fortgeschritten wie die für andere Sprachen verfügbaren Tools. Zu diesem Zweck richtet die Fachgruppe ihre Bemühungen darauf, diese Infrastruktur zu verbessern, indem sie präzise und effiziente Analysetechniken entwickelt, die zum aufkommenden Feld des Software Engineerings für Maschinelles Lernen (SE4ML) beitragen.


Die Arbeit mit dem Titel „Enhancing Comprehension and Navigation in Jupyter Notebooks with Static Analysis“ beschreibt die Funktionsweise von HeaderGen und wurde auf der IEEE SANER-Konferenz veröffentlicht, wo sie eine Auszeichnung als hervorragende Arbeit erhielt. Diese neuartige Technik extrahiert Funktionsnutzungsmuster aus Python-Code in Jupyter-Notebooks, um deren Struktur und Dokumentation zu verbessern und damit die Lesbarkeit von zuvor undokumentierten Notebooks zu erhöhen. Die verbesserte Lesbarkeit wird zusätzlich durch vorläufige Benutzerstudien gestützt.

Die Forschungsarbeit der Fachgruppe hat durch ein Praktikum bei JetBrains, einem führenden Unternehmen in der Entwicklung von integrierten Entwicklungsumgebungen (IDE), auch zu einer Industriebeteiligung geführt. Während dieses Praktikums vertiefte sich Ashwin Prasad in die Integration von HeaderGen in deren IDEs. Das Ergebnis war nicht nur eine Prototyp-Implementierung in PyCharm, einer IDE für Python,

sondern legte auch den Grundstein für eine vielseitige Architektur, die modernste Python-Forschung direkt in IDE-Plattformen integrieren kann.

Finanziert wird die Forschung durch das Projekt „Sustainable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems“ (SAIL). Im Rahmen des SAIL-Projekts leistet die Fachgruppe einen aktiven Beitrag zum SE4ML-Bereich. Die Forschungsbemühungen zielen darauf ab, die Effizienz von Entwicklungsprozessen für maschinelles Lernen zu verbessern und sicherzustellen, dass diese Systeme auf einer soliden Grundlage des Software Engineering basieren.

 **Ashwin Prasad Shivarpatna Venkatesh, M.Sc.**
E-Mail: ashwin.prasad@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 65 72

 Gefördert durch: Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

Projektpartner: Monash University, Australien; Beihang University, China

HeaderGen

Practical static analysis for software engineering in the machine learning domain

The “Secure Software Engineering” workgroup published a research tool named HeaderGen at the “International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering” (SANER) held in Macao, China in March 2023. The research paper received a distinguished paper award and stands as a testament to the successful collaboration between Monash University, Australia, and Beihang University, China.


Jupyter notebooks are predominantly used for solving machine learning problems that are written in the Python programming language. These notebooks are designed to integrate code with narrative documentation to aid understanding and collaboration. Although intended for clarity, these notebooks often fall short on structure and documentation. Ashwin Prasad, a research associate in the “Secure Software Engineering” workgroup is working towards addressing this researching gap by exploring how static analysis techniques can be applied to instil best practices in Jupyter notebooks.




Ashwin samt Team erhalten die Auszeichnung für herausragende Arbeit. Distinguished paper awarded to Ashwin and team.

The static source code analysis tooling for Python is currently not as advanced as the tools available for other languages. To this end, the workgroup’s efforts are directed toward improving this infrastructure by formulating precise and efficient analysis techniques that contribute to the emergent field of Software Engineering for Machine Learning (SE4ML).

The paper titled „Enhancing Comprehension and Navigation in Jupyter Notebooks with Static Analysis“ details the working of HeaderGen and was published at the IEEE SANER conference, where it received a distinguished paper award. This novel technique extracts function usage patterns from Python code in Jupyter notebooks to enhance their structure and documentation, the-

 **Ashwin Prasad Shivarpatna Venkatesh, M.Sc.**
E-mail: ashwin.prasad@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 65 72

 Supported by: Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen
Project partners: Monash University, Australia; Beihang University, China

reby improving the readability of previously undocumented notebooks, a claim supported by preliminary user studies.

The workgroup’s research has also led to industry engagement through an invited internship at JetBrains, which is a company at the forefront of integrated development environment (IDE) development. During this internship, Ashwin Prasad delved into how HeaderGen could be integrated into their IDEs. The result was not only a prototype implementation in PyCharm, an IDE for Python, but also laid the foundation for a versatile architecture that can integrate state-of-the-art Python research directly into IDE platforms.

The “Secure Software Engineering” workgroup is funded by the “Sustainable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems” (SAIL) project for this research. Under the SAIL project, the workgroup is actively contributing to the SE4ML domain. The workgroup’s research endeavours are directed towards refining the efficiency of machine learning development processes and ensuring that these systems are based on a solid foundation of software engineering.

Spezifizierbare Erkennung von API-Falschverwendungen

Sicherheitslücken in Industrie-Software durch spezifizierbares statisches Analysewerkzeug vermeiden

Die korrekte Verwendung von APIs ist entscheidend für die Vermeidung von fehlerhaftem und unsicherem Code. Für Datensicherheit sind besonders kryptografische APIs wichtig, aber auch allgemeine (alle anderen) APIs müssen richtig verwendet werden, um sichere Software mit hoher Qualität zu entwickeln. Um die sichere und richtige Verwendung von APIs zu überprüfen, werden in der Praxis statische Analysewerkzeuge eingesetzt.

Software Campus Projekt schließt an SFB 1119 CROSSING an

Von Anfang an ist die Fachgruppe „Secure Software Engineering“ Teil des Sonderforschungsbereichs SFB 1119 CROSSING, in dem an kryptografischen Lösungen für die Zukunft geforscht wird. Eine erfolgreiche Entwicklung aus dieser Forschung ist das statische Analysewerkzeug CogniCrypt. CogniCrypt erkennt die Falschverwendung von kryptografischen APIs. Dazu verwendet CogniCrypt den so genannten Erlaubnislistenansatz, bei dem die gewünschte, sichere Nutzung von kryptografischen APIs in Form von Regeln spezifiziert wird. CogniCrypt konfiguriert seine Analyse entsprechend des gewählten Regelsatzes und meldet bei jeder Nichteinhaltung eine Warnung. Auf diese Weise werden Entwickler*innen, die CogniCrypt einsetzen, auf sicherheitsrelevante Fehler aufmerksam gemacht und können diese korrigieren.

Dieser erfolgreich erprobte Ansatz wird nun weiter untersucht und führte im März 2023, im Rahmen des vom BMBF geförderten Software Campus, zum Start eines neuen Projekts. Ziel eines Software Campus Projekts ist es, in Zusammenarbeit mit der Industrie, praxisnahe Forschung zu betreiben. Das Projekt wird von einem Doktoranden geleitet, sodass praktische Projekterfahrungen gesammelt werden, die durch intensive Weiterbildung unterstützt und ergänzt werden.

Verallgemeinerung des erfolgreichen Erlaubnislisten-Ansatzes von CogniCrypt

Die Projektidee, den Ansatz von CogniCrypt zu verallgemeinern, stammt aus der Forschung sowohl zum besseren Verständnis von API-Falschverwendungen, deren Entstehung und der Klassifizierung als auch dem dazugehörigen Klassifizierungsrahmen „FUM“. Diese Forschung hat gezeigt, dass CogniCrypt sehr gut für APIs aus der Kryptografie geeignet ist, aber auch, dass andere Sprachmerkmale von API-Nutzungen in Programmiersprachen noch nicht abgedeckt sind.

Damit in Zukunft neben kryptografischen APIs auch Regeln für die korrekte Verwendung vieler anderer APIs spezifiziert wer-



Michael Schlichtig, M.Sc.
E-Mail: michael.schlichtig@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 65 80



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF
Projektträger: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR)
Projektpartner: TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG, Ditzingen

den können und daraus eine Analyse konfiguriert werden kann, wird in diesem Software Campus Projekt ein neues statisches Analysewerkzeug entwickelt, das die für allgemeine APIs erforderlichen Konfigurations- und Analysefunktionen bietet.

Allgemeines statisches Werkzeug als Mittel, Sicherheitsanalysen auszuliefern

Die Verallgemeinerung des Erlaubnislistenansatzes bietet viele neue Möglichkeiten. Die Spezifikation von Regelsätzen für allgemeine APIs durch den Anwender/die Anwenderin ermöglicht einen flexibleren Einsatz des neuen statischen Analysewerkzeugs. Regelsätze können sowohl projektspezifisch zusammengestellt und angepasst werden als auch für unternehmensinterne und externe APIs spezifiziert werden. Darüber hinaus können die bereits in CogniCrypt vorhandenen Regelsätze für Kryptografie, welche von Expert*innen erstellt wurden, angewendet werden. Das bedeutet, dass das neue, allgemeine statische Analysewerkzeug die bereits aus CogniCrypt bekannte Sicherheitsanalyse für kryptografische APIs gemeinsam mit den benutzerkonfigurierten Analysen für allgemeine APIs bereitstellen kann, um auf Qualitätsmängel der entstehenden Softwareartefakte hinzuweisen.

Specifiable detection of API misuses

Prevent security vulnerabilities in industrial software with a specifiable static analysis tool

The correct use of APIs is crucial to avoid erroneous and insecure code. Cryptographic APIs are particularly important for data security, but general (all other) APIs must be used correctly to develop secure, high-quality software. To check the secure and correct use of APIs, static analysis tools are used in practice.

Software Campus project ties in with SFB 1119 CROSSING

The “Secure Software Engineering” workgroup has been part of the Collaborative Research Center SFB 1119 CROSSING from the very beginning, in which cryptographic solutions for the future are being researched. One successful development of this research is the static analysis tool CogniCrypt, which detects the misuse of cryptographic APIs. For this purpose, CogniCrypt uses the so-called allow-listing approach, in which the secure use of cryptographic APIs is specified in the form of rules. CogniCrypt configures its analysis according to the selected rule set and reports a warning for each non-compliance. In this way, developers using CogniCrypt are made aware of security-relevant errors and can correct them.

This successful approach is now being further investigated and has led to the launch of a new project in March 2023 as part of the BMBF-funded Software Campus. A Software Campus project aims to conduct practical research in collaboration with industry. The project is led by a doctoral student so that practical project experience is gained which is supported by intensifying further training.

Generalisation of the successful allow-listing approach of CogniCrypt

The project idea to generalise CogniCrypt’s approach originates from research to better understand API misuse, its origin and classification as well as the accompanying classification framework “FUM”. This research has shown that CogniCrypt is very well suited for cryptography, but that many other language features of APIs in programming languages are not yet covered.

In order to be able to specify rules for the correct use of many other APIs in addition to cryptographic APIs in the future and to configure an analysis from this, a new static analysis tool is being developed in this Software Campus project, which offers the configuration and analysis features required for general APIs.



Markus Schmidt und Michael Schlichtig
Markus Schmidt and Michael Schlichtig

General static tool as a means of delivering safety analyses

The resulting generalisation of the allow-listing approach offers many new possibilities. Specifying rule sets for general APIs enables a more flexible use of the new static analysis tool. Rule sets can be compiled and adapted for specific projects or specified for company-internal as well as external APIs. In addition, the rule sets for cryptography that already exist in CogniCrypt can continue to be used. This means that the new, general static analysis tool can provide the security analysis for cryptographic APIs already known from CogniCrypt together with custom defined analyses.



Michael Schlichtig, M.Sc.
E-mail: michael.schlichtig@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 65 80



Supported by: Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF
Projectmanagement: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR)
Project partner: TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG, Ditzingen



»» Wer keine Risiken eingeht, kann die Zukunft nicht gestalten. ««

»» If you don't take risks, you can't create a future. ««
(Monkey D. Ruffy from One Piece)

Jonas Klauke

M.Sc.
Secure Software Engineering

Im Dezember 2021 trat ich dem Heinz Nixdorf Institut als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei. Hier konzentriere ich mich auf sichere Softwareentwicklung und hybride Programmanalyse. Meine ersten 20 Jahre verbrachte ich in einem Dorf in der Nähe von Meschede im Sauerland. Schon früh entwickelte ich ein Interesse an Technologie, indem ich sie zum Spielen nutzte. Bevor ich mein Studium begann, lernte ich die Grundlagen der Informatik am Berufskolleg in Olsberg. Mit meinem Wissen, programmieren zu können, begann ich dann meinen Bachelor und Master an der Universität Paderborn. Während des Studiums gefielen mir besonders die Vorlesungen über Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit, weshalb ich der Fachgruppe „Secure Software Engineering“ beitrete, die beide Themen verbindet.

Ich arbeite an einem Transferprojekt mit einem Kollegen in unserer Fachgruppe und zwei Forschern von SAP. Unser Ziel ist es, ein Tool zu entwickeln, um das Risiko bekannter Schwachstellen von Open-Source-Abhängigkeiten einzuschätzen. In meinem Forschungsbereich konzentriere ich mich auf die Erreichbarkeit von Programmkonstrukten in Abhängigkeiten, um sie zu minimieren und zu überprüfen, ob Schwachstellen erreichbar sind. Da moderne Anwendungen viele Open-Source-Abhängigkeiten enthalten, die wiederum andere enthalten usw., kann eine Anwendung leicht eine große Menge an Abhängigkeiten enthalten. Daher ist es nicht einfach zu entscheiden, ob Abhängigkeiten mit Schwachstellen überhaupt ausgeführt werden.

Neben meiner Arbeit organisiere ich gerne Veranstaltungen, was zu unserem ersten SootUp Hackathon in 2023 führte, bei dem wir Studierende für unser Fach und Pizza begeisterten. Ich habe auch einen Crowdfunding-finanzierten Obstkorb in unserer Fachgruppe eingerichtet, um uns an arbeitsreichen Tagen mit genügend Vitaminen zu versorgen.

Außerhalb der Arbeit verbringe ich meine Zeit gerne damit, eine große Manga-Sammlung und eine wachsende Comic-Sammlung aufzubauen, damit mir nie der Lesestoff ausgeht. Das Lesen und Diskutieren von Manga ist ein großes Hobby, das mich seit 14 Jahren begleitet. Außerdem spiele ich gerne Brettspiele mit meinen Freund*innen. Daher besuche ich jährlich die Manga-Messe „DoKomi“ in Düsseldorf und die Brettspiel-Messe „Spiel“ in Essen, um mich mit anderen Enthusiast*innen in beiden Hobbys zu treffen.

Jonas Klauke

M.Sc.
Secure Software Engineering

I joined the Heinz Nixdorf Institute as a research associate in December 2021. Here, I focus on secure software engineering and hybrid program analysis. I spent my first 20 years in a village near Meschede in the Sauerland. I started to develop an interest in technology early on by using it for gaming. Before I pursued my goals of becoming a computer science bachelor and master, I learned the basics of computer science at the vocational college in Olsberg. Fully equipped with my skill of being able to program, I started my bachelor and master at the Paderborn University. While studying, I liked the lectures about security and usability which resulted in me joining the “Secure Software Engineering” workgroup because it merges both topics.

I work on a transfer project with one colleague in our workgroup and two researchers of SAP. Our goal is to develop a tool to estimate the risk of known vulnerabilities of open-source dependencies. In my research area, I focus on the reachability of program constructs in open-source dependencies to minimize them and to check if known vulnerabilities are reachable. Since modern applications contain many open-source dependencies which also contain other open-source dependencies and so on, one application can easily include a huge amount of open-source dependencies. Therefore, it is not easy to decide if your application even executes these direct or indirect open-source dependencies with known vulnerabilities.

Besides my work in my research area, I like to organise social events resulting in our first SootUp Hackathon in 2023 in which we managed to interest students in our research area and pizza. I also established a crowdfunded fruit basket in our workgroup to supply us with enough vitamins for hard-working days.

I like to spend my time outside of work on building a huge manga and a growing comic collection to never run out of reading material. Reading and discussing Manga is a huge hobby that has followed me for 14 years. Besides that, I enjoy playing board games with my friends. To meet with other enthusiasts in both of my hobbies, I visit the manga convention “DoKomi” in Düsseldorf and the boardgame convention “Spiel” in Essen every year.

Eine neue Perspektive für die Wertschöpfung von morgen

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Die Digitalisierung gilt heute als einer der wichtigsten Veränderungstreiber für produzierende Unternehmen. Mit Advanced Systems Engineering erarbeiten wir fachübergreifende Lösungsansätze, um auftretende Herausforderungen bestmöglich zu meistern. Unsere Schwerpunkte gliedern sich dabei in die Bereiche Business Engineering und Systems Engineering.

E-Mail: roman.dumitrescu@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 55


 www.hni.upb.de/ase

A new perspective for tomorrow's value creation

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Today, digitalisation is considered as one of the most important drivers of change for manufacturing companies. With Advanced Systems Engineering, we develop cross-disciplinary solutions in order to master emerging challenges in the best possible way. Our focus areas are Business Engineering and Systems Engineering.

E-mail: roman.dumitrescu@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 55

 www.hni.upb.de/en/ase



Sustainable Lifecycle Engineering (SLE)

Ausarbeitung und Erprobung einer Entwicklungsmethodik für ein nachhaltiges Engineering

Die Evolution von Advanced Systems verspricht beeindruckende Leistungssteigerungen. Gleichzeitig steigt die Systemkomplexität, insbesondere im Nachhaltigkeitskontext. Für Unternehmen besteht die Herausforderung darin, nachhaltig Systeme zu entwickeln. Das Projekt Sustainable Lifecycle Engineering hat das Ziel, Entwickler*innen in den frühen Phasen des Engineerings bei der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten zu unterstützen.

Zielsetzung

Das Gesamtziel des Projekts ist eine Entwicklungsmethodik zum Thema Sustainable Lifecycle Engineering (SLE). Die Methodik unterstützt dabei in erster Linie die Akteur*innen im Entwicklungsprozess wie Produktmanager*innen oder Entwickler*innen. Mithilfe der Methodik sollen sie befähigt werden, Nachhaltigkeitsaspekte bereits in den frühen Phasen des Engineerings in ihre Entscheidungsfindung mit einzubeziehen. Die Methodik basiert dabei auf bestehenden Ansätzen und Methoden des Model-based Systems Engineering (MBSE), welche um Nachhaltigkeitsaspekte und -anforderungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus erweitert wird. Durch die modellbasierte Abbildung der Nachhaltigkeitsaspekte sollen Entwickler*innen in die Lage versetzt werden, die Auswirkungen einzelner Lösungsoptionen auf die Nachhaltigkeit neuer Advanced Systems frühzeitig und transparent gegeneinander abzuwägen.


Vorgehensweise


Das Projekt gliedert sich in fünf Arbeitspakete (AP) und fünf Pilotprojekte (PP). Innerhalb der APs sollen die wissenschaftlichen Inhalte des Projekts erarbeitet, analysiert und aufbereitet werden. Parallel dazu werden in den PPs die wissenschaftlichen Erkenntnisse durch konkrete Anwendungsfälle in der Praxis erprobt. AP1 widmet sich der grundlegenden Fragestellung, welche Aspekte der Nachhaltigkeit im Engineering berücksichtigt werden müssen. Hierbei werden die Auswirkungen relevanter Nachhaltigkeitsanforderungen auf die Prozesse, Methoden

und Zielgrößen des Engineerings sowie die bedarfsgerechte Gestaltung von Organisationselementen untersucht. Darauf aufbauend ist es das Ziel von AP2, die in AP1 ermittelten Einflussfaktoren in entsprechende Modelle des MBSE zu integrieren. Außerdem werden bestehende MBSE-Methoden erweitert, um die Nachhaltigkeitsaspekte abbilden zu können. In AP3 wird eine modellbasierte Entscheidungsunterstützung von Entwickler*innen in der Systemarchitekturentwicklung entwickelt. Mit der datenbasierten Nachhaltigkeitsoptimierung im Engineering beschäftigt sich das AP4. Hier wird u. a. analysiert, welche Datenpunkte über den Produktlebenszyklus (PLZ) hinweg für das Engineering und den Kunden relevant sind. Das AP5 bildet den Kern des Projektes. Die Ergebnisse der vorhergehenden APs werden hier in einer zentralen Entwicklungsmethodik zusammengeführt. Parallel zu den APs werden Pilotprojekte unter Leitung verschiedener Unternehmen aus Bereichen wie bspw. der Medizintechnik oder der Verbindungstechnik durchgeführt. In diesen werden konkrete Problemstellungen, die sich in den Unternehmen aus der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das Engineering ergeben, gelöst. Die abstrahierten Ergebnisse der Pilotprojekte werden iterativ aufbereitet und ebenfalls in die Entwicklungsmethodik aus AP5 integriert. Die Ergebnisse des Projekts werden u. a. über Nachhaltigkeits- und Technologietransfermaßnahmen, Publikationen und ein zertifiziertes Schulungsprogramm zum „Sustainable Lifecycle Engineer“ weiteren Unternehmen in der Clusterregion und auch überregional zur Verfügung gestellt.

Fördergeber

Das Forschungsprojekt Sustainable Lifecycle Engineering wird vom Bundesministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen bis März 2026 gefördert. Die Fördersumme beträgt rund 375.000 Euro.

 **Denis Tissen, M.Sc.**
E-Mail: denis.tissen@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 94

 Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Projekträger: Projekträger Jülich (PTJ), it's OWL Technologie-Netzwerk

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Heinz Nixdorf Institut, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, Miele & Cie. KG Gütersloh, HARTING Electric Stiftung & Co. KG, Diebold Nixdorf Systems GmbH, WAGO GmbH & Co. KG, Siemens Industry Software GmbH

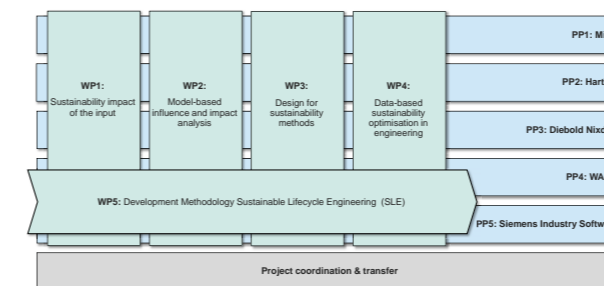
Sustainable Lifecycle Engineering (SLE)

Elaboration and testing of a development methodology for Sustainable Lifecycle Engineering

The evolution of advanced systems (AS) promises impressive boosts in performance, but at the same time, system complexity is increasing, especially in the context of sustainability. The challenge for companies is to develop sustainable systems. The aim of the Sustainable Lifecycle Engineering project is to support developers in the early phases of engineering in taking sustainability aspects into account.

Objective

The overall aim of the project is to develop a development methodology for Sustainable Lifecycle Engineering (SLE). The methodology primarily supports those involved in the development process, such as product managers and developers. It is intended to enable them to incorporate sustainability aspects into their decision-making in the early phases of engineering. The methodology is based on existing approaches and methods of model-based systems engineering (MBSE) in order to include sustainability aspects and requirements along the entire product life cycle. The model-based mapping of sustainability aspects is intended to enable developers to evaluate the effects of individual solution options regarding the sustainability of new ASs transparently and at an early stage.



Arbeitsprogramm des Projekts
The work programme of the project


Procedure


The project is divided into five work packages (WPs) and five pilot projects (PPs). Within the WPs, the scientific content of the project will be developed, analysed and processed. At the same time, the scientific findings will be tested in the PPs by means of concrete practical applications. WP1 is dedicated to the fundamental question of which aspects of sustainability must be taken into account in engineering. Here, the effects of the relevant sustainability requirements on the processes, methods and targets of engineering as well as the need-based design of organisational elements are examined. Building on this, the aim of WP2 is to integrate the influencing factors identified in

WP1 into corresponding MBSE models. In addition, existing MBSE methods will be extended in order to be able to map the sustainability aspects. In WP3, model-based decision support for developers in system architecture development will be developed. WP4 deals with data-based sustainability optimisation in engineering. Among other things, it analyses which data points are relevant for engineering and the customer during the whole product life cycle (PLC). WP5 forms the core of the project. Here, the results of the previous WPs are brought together in a central development methodology. In parallel to the WPs, pilot projects are being carried out under the leadership of various companies from industries such as medical technology or connection technology. In these projects, specific problems arising due to the integration of sustainability aspects into the engineering process are solved. The abstracted results of the pilot projects are processed iteratively and also integrated into the development methodology from WP5. The results will be made available to other companies in the cluster region and beyond via sustainability and technology transfer measures, publications and a certified training programme for "Sustainable Lifecycle Engineers".

Funding

The Sustainable Lifecycle Engineering research project is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the State of North Rhine-Westphalia until March 2026. The funding amounts to around 375,000 euros.

 **Denis Tissen, M.Sc.**
E-mail: denis.tissen@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 94

 Supported by: Ministry for Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the State of North Rhine-Westphalia
Project management: Projekt management Jülich (PTJ), it's OWL Technology Network

Projekt partners: Fraunhofer IEM, Heinz Nixdorf Institute, Wuppertal Institute, Miele & Cie. KG Gütersloh, HARTING Electric Foundation & Co. KG, Diebold Nixdorf Systems GmbH, WAGO GmbH & Co. KG, Siemens Industry Software GmbH

URANOS-X: GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken

Anforderungen, Lösungsmuster und Methoden zur Befähigung produzierender Unternehmen für GAIA-X

Die Schlüsselressource der Zukunft sind Daten. Kleine und mittlere Unternehmen müssen jetzt das Potenzial ihrer Daten nutzen, denn sie können sich dem Trend der vernetzten Wertschöpfung nicht dauerhaft entziehen. Doch die außereuropäische Dominanz der Datenökonomie verunsichert sie. Die europäische Initiative GAIA-X soll das ändern. Im Projekt URANOS-X wird dazu der Einstieg von Unternehmen in GAIA-X unterstützt.

Ausgangssituation

Industrie 4.0 sichert in Deutschland Technologiesouveränität und eine hohe Industriequote am BIP. Daten avancieren so zur Schlüsselressource. Allerdings dominieren außereuropäische Anbieter durch Skalierungsvorteile und Netzwerkeffekte die Datenökonomie. Migration zu anderen Anbietern ist aufgrund von Lock-in-Effekten und der Berücksichtigung der DSGVO schwierig. KMU in Europa stehen Cloud-Diensten daher kritisch gegenüber; sie bemängeln geringes Vertrauen, hohe Kosten und fehlende Fachkräfte. Nichtsdestotrotz werden in der Produktion große Datenmengen generiert, die verwaltet und genutzt werden müssen, um im internationalen Wettbewerb nicht den Anschluss zu verlieren. Es gilt daher, Unternehmen zum Datenaustausch zu motivieren und zu befähigen, damit sie Synergien mit ihren Partnern verwirklichen können. GAIA-X adressiert diesen Bedarf und ermöglicht es als digitales Ökosystem mit standardisierten und interoperablen Schnittstellen, Daten sicher und vertrauensvoll verfügbar zu machen, zusammenzuführen und zu teilen.

Zielsetzung

Der Einstieg in GAIA-X ist jedoch nicht trivial. Neben technischen Herausforderungen müssen KMU auch Transformationsbedarfe in der Gestaltung des Geschäfts, der Organisation und Arbeit bewältigen. Ziel des Projektes URANOS-X ist es, zur Teilnahme an GAIA-X zu motivieren und bestehende Einstiegshürden abzubauen, damit ein selbstverstärkender Prozess der Partizipation an GAIA-X in Gang gesetzt wird und KMU eigenständig GAIA-X-konforme Anwendungen identifizieren, spezifizieren und umsetzen können.

Vorgehensweise

Das Projekt gliedert sich in fünf Querschnittsprojekte (QP) und fünf Transferprojekte (TP). In den QPs werden die Komponenten eines GAIA-X-Entwicklungsbaukastens entwickelt: Lösungsmuster für einen niederschweligen Einstieg (QP1), Methoden zur Konzipierung und Implementierung von Anwendungen (QP2, QP3, QP4), ein Quick-Check und ein Reifegradmodell zum strukturierten Einstieg (QP5). Die Ergebnisse der QPs werden

über die TPs verfügbar gemacht und mit den relevanten Stakeholdern weiterentwickelt. Der Austausch wird dabei wesentlich durch die Einordnung der Stakeholder als Leader (TP1 & TP2), Learner (TP3 & TP4) oder Listener (TP5) geprägt. Zu den Leadern zählen z. B. die Forschungsprojekte DIONE-X, GRIPPS-X, FED-X-PRO und COSMIC-X, mit denen der Austausch im TP2 „Verbundprojekte“ stattfindet. Der Austausch in allen TPs gliedert sich in zwei Phasen. Zunächst werden die Anforderungen und Bedarfe der TPs erhoben, welche in den QPs berücksichtigt werden, um dann im zweiten Schritt die QP-Ergebnisse gemeinsam mit den TPs zu validieren.

Förderung

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Förderprogramm „Zukunft der Wertschöpfung – Innovationen für Produktion, Dienstleistung und Arbeit“ durch die Fördermaßnahme „Industrie 4.0 – GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken (InGAIA-X)“ bis September 2024 gefördert. Die Fördersumme beträgt rund 2,5 Millionen Euro.



Julian Zerbin, M.A.
E-Mail: julian.zerbin@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 18



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Projektträger: Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Projektpartner: Forschungsinstitut für Rationalisierung e. V. (FIR) an der RWTH Aachen, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik (IEM), OFFIS – Institut für Informatik (OFF)

URANOS-X: GAIA-X applications in added value networks

Requirements, solution patterns and methods to enable manufacturing companies for GAIA-X

Data is the crucial resource of the future. Small and medium-sized enterprises must harness the full potential of their data now because they cannot escape the trend of interconnected added value in the long run. However, the dominance of non-European entities within the data economy concerns them. The European initiative GAIA-X aims to change this. The URANOS-X project is facilitating the entry of companies into GAIA-X.

Initial situation

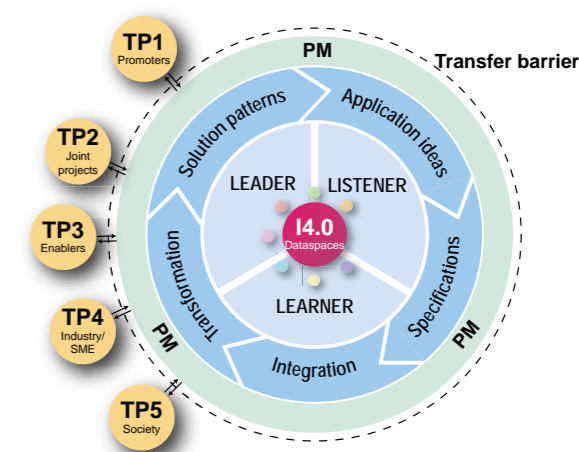
“Industrie 4.0” secures Germany’s technological sovereignty and a high industry share in its GDP. Data is thus advancing to become a key resource. However, non-European providers dominate the data economy through economies of scale and network effects. SMEs in Europe are, therefore, wary of cloud services, complaining about low trust, high costs and shortage of a skilled workforce. Nevertheless, large amounts of data are generated in production that must be utilised to remain internationally competitive. It is, therefore, necessary to motivate and enable companies to share data so that they can realise synergies with their partners. GAIA-X addresses this need and, as a digital ecosystem with standardised and interoperable interfaces, enables sharing data in a secure and trustworthy way.

Objective

However, getting started with GAIA-X is not trivial. In addition to technical challenges, SMEs also must overcome transformation needs in the design of their business, organisation and work. The aim of the URANOS-X project is to motivate participation in GAIA-X and to remove the existing barriers to entry so that SMEs can participate and independently identify, specify and implement GAIA-X-compliant applications.

Approach

Based on the objectives, the project is divided into five cross-sectional projects (QPs) and five transfer projects (TPs). Within the QPs, the components of a GAIA-X development kit are being devised: Solution patterns for low-threshold entry, methods for designing and implementing applications, a Quick Check and a Maturity Model for a structured entry into the ecosystem. The results of the QPs will be made available through the TPs and further developed with the relevant stakeholders. This exchange is shaped by the stakeholders’ role as leader (TP1 & TP2), learner (TP3 & TP4) or listener (TP5). Leaders include, for instance, the projects DIONE-X, GRIPPS-X, FED-X-PRO and COSMIC-X, with which the exchange takes place in TP2 “Joint Projects”. The exchange in all TPs is divided into two phases. First, the requirements of the TPs are collected to be



Transferkonzept des Projekts
Transfer concept of the project

considered in the QPs and then, in a second step, the results of the QPs are validated together with the TPs.

Funding

The project is funded by the Federal Ministry of Education and Research in the funding programme “Zukunft der Wertschöpfung – Innovationen für Produktion, Dienstleistung und Arbeit” through the funding measure “Industrie 4.0 – GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken (InGAIA-X)” until September 2024. The funding amount is around 2.5 million euros.



Julian Zerbin, M.A.
E-mail: julian.zerbin@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 18



Supported by: Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Project management: Project Management Karlsruhe (PTKA)

Project partners: Institute for Industrial Management (FIR) at RWTH Aachen University, Fraunhofer IEM, OFFIS – Institute for Information Technology



Lisa Irene Kirchberg

M.Sc.
Advanced Systems Engineering

Mein Name ist Lisa Kirchberg und seit August dieses Jahres arbeite ich als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ unter der Leitung von Professor Roman Dumitrescu. Gebürtig stamme ich aus Neuwied am Rhein. Als Kind bin ich mit meiner Familie in ein kleines Dorf in der Nähe von Paderborn gezogen. Nach meinem Abitur habe ich hier in Paderborn Wirtschaftsingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau studiert. Meine ewige Fragerei hat mich irgendwie auf diesen Weg geführt: Wie funktionieren all diese Maschinen, die wir tagtäglich benutzen, sei es beim Fahren oder in anderen alltäglichen Situationen, und die scheinbar selbstverständlich zu unseren Leben dazugehören?

Die Neugierde auf den Blick hinter die Kulissen hat damals mein Interesse für Maschinenbau geweckt. Letztlich habe ich mich für den Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen (Studienrichtung Maschinenbau) entschieden, da er Einblicke sowohl in die technischen als auch in wirtschaftliche Aspekte bietet, die in ihrer Kombination das darstellen, was unser tägliches Leben prägt. Im Verlauf meines Studiums entwickelten sich meine Interessen von der Produktentwicklung über meine studentische Tätigkeit in der Fachgruppe hin zur Produktentstehung und dem Business Engineering.

Während meines Bachelor- und Masterstudiums war ich als Studentin aktiv in der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ tätig, insbesondere im KI-Marktplatz-Projekt. Meine Erfahrungen in der Fachgruppe und die spannende Forschungsarbeit haben mich schließlich dazu motiviert, eine Promotion anzustreben. Ich sehe darin die Möglichkeit, an den Herausforderungen der Zukunft teilzuhaben und Projekte aus einer forschungsorientierten Perspektive zu betrachten.

Neben meiner Arbeit lese ich gerne High-Fantasy-Bücher und tauche in fantastische Welten ein. Daher verbringe ich oft Zeit in der Stadtbibliothek von Paderborn und vertiefe mich in einer der vielen gemütlichen Lesecken. Im Winter gehe ich gerne Ski fahren, reite und genieße es, Zeit mit meinem Verlobten, meiner Familie und meinen Freunden zu verbringen. Mit meinem Verlobten gehe ich gerne tanzen, und wir freuen uns sehr auf unsere Hochzeit nächstes Jahr, die wir derzeit planen.

Lisa Irene Kirchberg

M.Sc.
Advanced Systems Engineering

My name is Lisa Kirchberg, and since last August, I have been working as a research assistant in the “Advanced Systems Engineering” workgroup of Professor Roman Dumitrescu. I was born in Neuwied, near the Rhine River. When I was a child, my family moved to a small village near Paderborn. After leaving school, I studied industrial engineering here in Paderborn. My eternal questions somehow led me down this road:

How do all these machines work that we use every day, whether when driving a car or in other everyday situations, which seem to be a natural part of our lives? My curiosity to look behind the scenes got me interested in mechanical engineering. In the end, I chose to study industrial engineering because it offers insights into both the technical and economic aspects that shape our daily lives. Throughout my studies, my interests evolved from product development, through my student work in the workgroup, to business engineering.

During my studies, I was actively involved in the “Advanced Systems Engineering” workgroup, especially in the AI Market-place project. My experience in the department and the exciting research work motivated me to pursue a PhD. I see it as an opportunity to take part in the challenges of the future and to look at projects from a research-oriented perspective.

Outside of work, I enjoy reading high fantasy books and immersing myself in fantastic worlds. That's why I often spend time in Paderborn's city library and immerse myself in one of the many cosy reading corners. In winter, I enjoy skiing, horse-riding and spending time with my fiancé, family and friends. I like to go dancing with my fiancé and we are looking forward to our wedding next year, which we are currently planning.

»» Reise vor Ziel. ««

»» Journey before Destination. ««
(B. Sanderson)

Verhaltensökonomie und Verantwortung

Prof. Dr. René Fahr

Der Erfolg einer Organisation hängt maßgeblich davon ab, wie sich Mitarbeiter angesichts der sich ständig verändernden Prozesse, Standards und Strukturen verhalten. Unter Berücksichtigung psychologischer und verhaltensökonomischer Konzepte untersuchen wir menschliches Entscheidungsverhalten in verschiedenen Organisations- und Verantwortungssituationen und entwickeln darauf aufbauend Anreizsysteme zur Verhaltensänderung. Die sich ergebenden Fragestellungen werden durch ein breites Spektrum ökonomischer Methoden (Theorie, Ökonometrie, Verhaltensexperimente) behandelt.

E-Mail: rene.fahr@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 20 90

www.hni.upb.de/bee

Behavioural economics and responsibility

Prof. Dr. René Fahr

An organisation's success primarily depends on how employees behave in the face of constantly changing processes, standards and structures. Considering the psychological and behavioural economic concepts, we examine human decision-making behaviour in various organisational and responsibility situations and develop behavioural change incentive systems based on this. The resulting questions are addressed using a broad spectrum of economic methods (theory, econometrics, behavioural experiments).

E-mail: rene.fahr@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 20 90

www.hni.upb.de/en/bee

DualStrat: Strategisches Management der Dualen Transformation

Zukunftsfähige Wertschöpfung durch strategische Integration von Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Wissenschaft und Industrie arbeiten in dem Projekt gemeinsam daran, wie eine ganzheitliche Implementierung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung Unternehmen langfristig zum Erfolg führen kann. In individuellen Projekten werden die Unternehmen Böllhoff, Hanning, Schmitz Cargobull und Weidmüller bei der dualen Transformation ihrer Organisation durch das Heinz Nixdorf Institut, das Fraunhofer IEM, InnoZent OWL und das Wuppertal Institut begleitet.

Projektbeschreibung

Im 21. Jahrhundert erfordern die Trends 'Digitalisierung' und 'Nachhaltigkeit' von Unternehmen eine grundlegende Überprüfung ihrer Prozesse. Sie müssen nicht nur Gewinne erzielen, sondern auch ihre Geschäftsmodelle neu gestalten, digitale Technologien integrieren und gleichzeitig wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit gewährleisten. Eine ganzheitliche Betrachtung der Transformationen, Digitalisierung und Nachhaltigkeit auf Managementebene ist entscheidend, da sie Synergien schafft und neue Geschäftsmöglichkeiten eröffnet.

Die Digitalisierung kann Nachhaltigkeitsziele unterstützen, indem sie Produkt- und Ressourcenflüsse optimiert. Mithilfe von künstlicher Intelligenz können etwa kreislaufwirtschaftliche Geschäftsmodelle für Produktwartung und Recycling eingeführt werden, was Recyclingraten erhöht, Produktlebenszyklen verlängert und Gewinne steigert. Umgekehrt können nachhaltige Prinzipien und Praktiken den Unternehmenserfolg in der Digitalisierung fördern. Der vermehrte Einsatz digitaler Technologien hat zu einem erhöhten Ressourcenverbrauch geführt und erfordert ressourceneffiziente und sozialverträgliche Praktiken für eine nachhaltige digitale Transformation, sowohl in der Herstellung als auch im Betrieb digitaler Technologien und Infrastrukturen.

Das Projekt, das vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE) gefördert wird, konzentriert sich auf die 'Duale Transformation'. Diese integriert gezielt und strategisch Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsbemühungen und geht über die reine Nutzung von Digitalisierung im Rahmen der 'digitalen Nachhaltigkeit' hinaus. Sie beschreibt den Prozess, bei dem Unternehmen ihre Geschäftsaktivitäten strategisch mithilfe digitaler Technologien und nachhaltiger Prinzipien vorantreiben, um langfristige soziale und ökologische Auswirkungen zu optimieren, Kosten und Risiken zu minimieren und ihren Ruf zu stärken.

Das Projekt umfasst wissenschaftliche Arbeitspakete, die die theoretisch-konzeptionelle Basis dieses Ansatzes sicherstellen. Vier ambitionierte Pilotprojekte setzen die Erkenntnisse in die



Praxis um. Die Universität Paderborn leistet einen wesentlichen Beitrag durch die Aufarbeitung relevanten wissenschaftlichen Wissens. Der Projektpartner Weidmüller wird bei der Erstellung einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsstrategie wissenschaftlich begleitet. Das Ziel des dreijährigen Projektes ist es, eine globale, agile und kennzahlenbasierte Strategie mit dem Industriepartner zu entwickeln. Die Ergebnisse aller Pilotprojekte werden dann zu Normstrategien verdichtet, die mithilfe geeigneter Methoden und (IT-)Werkzeuge eine breite Anwendbarkeit in Unternehmen der Region sicherstellen.



Dörte Foit, M.Sc. IBS
E-Mail: doerte.foit@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 39 45

Sabrina Plaß, M.Sc.
E-Mail: sabrina.plass@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 39 45

Thorben Scholz, M.Sc.
E-Mail: thorben.scholz@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 39 45



Projekträger: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Projektpartner: Fraunhofer IEM, Böllhoff, Weidmüller, Hanning Elektro-Werke, InnoZent OWL, Schmitz Cargobull, Wuppertal Institut

DualStrat: Strategic management of dualtransformation

Resilient value creation through the strategic integration of digitalisation and sustainability

Science and industry collaborate within the project to explore how a holistic integration of sustainability and digitalisation can lead companies to long-term success. Companies like Böllhoff, Hanning, Schmitz Cargobull and Weidmüller are supported in their dual transformation efforts by Heinz Nixdorf Institute, Fraunhofer IEM, InnoZent OWL and Wuppertal Institute in individual projects.

In the 21st century, the trends of 'Digitalisation' and 'Sustainability' compel companies to undergo a fundamental re-evaluation of their processes. They must not only generate profits but also redesign their business models, integrate digital technologies and simultaneously ensure economic, social and ecological sustainability. A holistic approach to the transformations of digitalization and sustainability at the management level is crucial as it creates synergies and opens up new business opportunities.

Digitalisation can support sustainability goals by optimising product and resource flows. Through the use of artificial intelligence, circular economy business models for product maintenance and recycling, for example, can be introduced, thereby increasing recycling rates, extending product lifecycles and boosting profits. Conversely, sustainable principles and practices can enhance business success in the realm of digitalisation. The increased use of digital technologies has led to greater resource consumption, necessitating resource-efficient and socially responsible practices for a sustainable digital transformation, both in the production and operation of digital technologies and infrastructures.

The project, funded by the Ministry of Economic Affairs, Innovation, Climate Protection and Energy of North Rhine-Westphalia (MWIKE), focuses on the 'Dual Transformation'. This deliberately integrates digitalisation and sustainability efforts strategically, going beyond the mere exploitation of digitalisation within the context of 'digital sustainability'. It describes the process by which companies advance their business activities strategically using digital technologies and sustainable principles to optimise long-term social and ecological impacts, minimise costs and risks as well as strengthen their reputation.

The project encompasses scientific work packages that ensure the theoretical and conceptual foundation of this approach. Four ambitious pilot projects translate the insights into practice. The Paderborn University makes a significant contribution by synthesising relevant scientific knowledge. Project partner



Dörte Foit, M.Sc. IBS
E-mail: doerte.foit@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 39 45

Sabrina Plaß, M.Sc.
E-mail: sabrina.plass@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 39 45

Thorben Scholz, M.Sc.
E-mail: thorben.scholz@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 39 45



Project management: Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the State of North Rhine-Westphalia
Project partners: Fraunhofer IEM, Böllhoff, Weidmüller, Hanning Elektro-Werke, InnoZent OWL, Schmitz Cargobull, Wuppertal Institut

Weidmüller is provided with scientific support in formulating a comprehensive sustainability strategy. The aim of the three-year project duration is to develop a comprehensive, agile and metric-based strategy with the industrial partner. The results of all of the pilot projects will then be consolidated into normative strategies that, through suitable methods and (IT) tools, ensure broad applicability in the companies within the region.

Intelligentes Monitoring und Management von automatisierten Prozeduren auf dem Flugfeld – FastGate

Die Luftfahrt-Industrie steht vor wesentlichen Herausforderungen für ihre Zukunft: Das Mobilitätsbedürfnis einer globalisierten Gesellschaft steht im Konflikt mit den Herausforderungen des Klimawandels. Mit dem Einsatz automatisierter Systeme kann die Emissionsbilanz eines Flughafens hinsichtlich Lärm- und Umweltgas-Emissionen sowie die allgemeine Effizienz der Abläufe (z. B. Reduktion der Standzeiten) verbessert werden.

Zielsetzung

Die Zielsetzung des FastGate-Projektes ist es, ein Leuchtturmprojekt zu schaffen, um das Potenzial zur Emissionsreduktion und Effizienzsteigerung auf dem Vorfeld eines Flughafens auszunutzen. Zum Einsatz kommen dabei größtenteils automatisierte und autonome technische Systeme, welche im Umfeld der allgemeinen Entwicklung rund um Industrie 4.0 zum Standard gehören. Das Projekt bildet den kompletten Transformationspfad von den aktuell manuellen Abfertigungsprozessen zu dem Idealbild einer autonomen Flugzeugabfertigung ab, dabei adressiert es sämtliche organisatorischen und technischen Herausforderungen.

Vorgehensweise und Beitrag der Fachgruppe

Das Projekt wird unter Beteiligung des Heinz Nixdorf Institutes, des Fraunhofer IEM, des Flughafens Paderborn sowie des Kreises Paderborn und verschiedener Praxispartner realisiert. Jeder Partner bringt dabei seine eigenen Kompetenzen in das Projekt ein. Um die oben angesprochenen Herausforderungen der Transformation möglichst holistisch zu adressieren, ist das Projekt in mehrere Arbeitsbereiche unterteilt. Auf der technischen Seite werden mit einem Sensornetz auf dem Flughafenvorfeld und einer zentralen Datenplattform die Voraussetzungen für einen autonomen Betrieb des Vorfeldes geschaffen. Außerdem wird als Demonstrator für die Umsetzung ein Passagier-Gate für einen autonomen An- und Abdockprozess modifiziert. Auf der organisationalen Seite werden die allgemeinen Potenziale für die Automatisierung am Flughafen erhoben und Fragen der Akzeptanz und Interaktion menschlicher Operatoren mit den technischen Systemen adressiert. Der Beitrag der Fachgruppe liegt schwerpunktmäßig im Themenfeld der Technologieakzeptanz. Die Aufgabe ist es, eine Brücke zwischen der technischen Entwicklung und den menschlichen Stakeholdern zu schlagen. Mit einem breiten ökonomischen Instrumentarium sowie qualitativen und quantitativen Forschungsansätzen werden Bedürfnisse, Befürchtungen und Anforderungen von Stakeholdern wie Pilot*innen oder Personen des Groundhandling an die technische Entwicklung erfasst. Zu den konkreten Beiträgen im Projekt gehören eine qualitative Interviewstudie mit Pilot*innen

und eine quantitative Befragung zum Einsatz der Virtual-Reality Technologie in Training und Schulung der Mitarbeitenden des Flughafens. Das Ziel ist die Modifizierung und Entwicklung eines Technologieakzeptanzmodells, das den spezifischen Kontext der Luftfahrt berücksichtigt.

Förderung

Das Projekt startete am 1. Juni 2022 und ist für eine Laufzeit von 3 Jahren angelegt. Das Vorhaben wird durch das Land Nordrhein-Westfalen mit ca. 3,4 Millionen Euro gefördert.



Felix Schröder, M.Sc.
E-Mail: felix.schroeder@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 20 91

Dipl.-Päd. Anja Isenbort
E-Mail: anja.isenbort@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 17



Gefördert durch: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Projektpartner: Fraunhofer IEM, Aerosoft, Flughafen Paderborn-Lippstadt, FMG-FlightTraining, WheelTug Pic

Intelligent monitoring and management of automated procedures on the airfield – FastGate

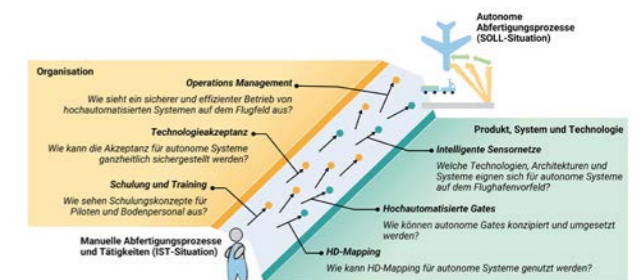
The aviation industry is facing significant challenges for its future: mobility needs of a globalised society conflict with the challenges of climate change. The use of automated systems can improve the emissions balance of an airport in terms of noise and environmental gas emissions as well as the general efficiency of processes (e.g. reduction of idle times).

Objective

The objective of the FastGate project is to create a flagship project to utilise the potential for reducing emissions and increasing efficiency on the apron of an airport. Automated and autonomous technical systems, which are standard in the general development of "Industrie 4.0", will be used for the most part. The project maps the entire transformation path from the current manual handling processes to the ideal of autonomous aircraft handling, addressing all the organisational and technical challenges.

Procedure and contribution of the workgroup

The project is being realised with the participation of the Heinz Nixdorf Institute, the Fraunhofer IEM, Paderborn Airport, the district of Paderborn and various practice partners. Each partner is contributing its own expertise to the project. To address the above-mentioned transformation challenges as holistically as possible, the project is divided into several areas of work. On the technical side, a sensor network on the airport apron and a central data platform will create the conditions for autonomous operation of the apron. In addition, a passenger gate is being modified for an autonomous docking and undocking process as a demonstrator for implementation. On the organisational side, the general potential for automation at the airport will be assessed and questions of acceptance and interaction of human operators with the technical systems will be addressed. The contribution of the workgroup is focused



Visualisierung des Transformationsprozesses von manuellen zu automatisierten Abfertigungsprozessen.
Visualisation of the transformation process from manual to automated handling processes.

on the topic of technology acceptance. The task is to build a bridge between technical development and human stakeholders. The needs, fears and requirements of stakeholders such as pilots or ground handling personnel regarding technical development are recorded using a broad range of economic instruments as well as qualitative and quantitative research approaches. Specific contributions to the project include a qualitative interview study with pilots and a quantitative survey on the use of virtual reality technology in the training and education of airport employees. The aim is to modify and develop a technology acceptance model that considers the specific context of aviation.

Caption: Visualisation of the transformation process from manual to automated handling processes.

Funding

The project started on 1 June 2022 and is scheduled to run for 3 years. The project is being funded by the state of North Rhine-Westphalia with around 3.4 million euros.



Felix Schröder, M. Sc.
E-mail: felix.schroeder@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 20 91

Dipl.-Päd. Anja Isenbort
E-mail: anja.isenbort@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 17



Supported by: Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the State of North Rhine-Westphalia
Project partners: Fraunhofer IEM, Aerosoft, Airport Paderborn-Lippstadt, FMG-FlightTraining, WheelTug pic



Thorben Scholz

M.Sc.
Behavioral Economic Engineering and
Responsible Management

Mir wurde, seitdem ich denken kann, ein gesellschaftliches Engagement vorgelebt. Sich in Projekten einzubringen, welche die unterschiedlichsten Menschen zusammenbringen, war immer Teil meines Alltags. Die logische Konsequenz wäre somit ein Beruf gewesen, bei welchem der Mensch im Fokus steht, aber ich entschied mich zunächst anders.

Während meines Bachelors in Wirtschaftswissenschaften konnte ich mich zunehmend nicht mehr in den altbekannten Theorien und der Frage, wie diese den Menschen und unsere Umwelt einordnen, wiederfinden. Ich wollte weg von dem nicht enden wollenden Drang nach exponentiellem Wirtschaftswachstum – hin zum Fokus auf uns Menschen selbst und der Welt, auf der wir leben. Eben zu dem, was ich kenne. Klingt idealistisch?

Externalitäten – ein Begriff, den Studierende der Wirtschaft nicht häufig genug zu hören bekommen sollen. Er beschreibt im Allgemeinen beispielsweise die Verschmutzung der Umwelt und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft. Dabei sehe ich es als äußerst problematisch an, etwas so Grundlegendes wie eine intakte Erde als Basis für unsere Gesellschaft als Externalität zu bezeichnen. Sowieso ist diese Bezeichnung nur möglich, weil die Wirtschaft in den Mittelpunkt gestellt wurde, welches für mich schlicht eine Verzerrung der Realität ist.

Daher setze ich alles daran, sowohl den Menschen als auch die Umwelt als zentrale Verantwortung von Unternehmen zu fokussieren. Zum einen mit meiner wissenschaftlichen Arbeit im Projekt „DualStrat“ – ein Projekt zum strategischen Management der Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitstransformation.

Zum anderen als selbstständiger Unternehmer und Mitgründer von UFUNDI, einer Bühne für Straßenkunst aus dem globalen Süden. UFUNDI nutzt Kunst als universelle Sprache für interkulturellen Austausch und stößt eine Sensibilisierung für strukturelle Benachteiligungen und Chancenungleichheiten an. Zwar pflegen wir wirtschaftliche Beziehungen zu unseren Künstler*innennetzwerken in den unterschiedlichsten Ländern und Kulturen, jedoch auf Augenhöhe und mit den Menschen und deren Lebensgeschichten im Mittelpunkt.

Thorben Scholz

M.Sc.
Behavioral Economic Engineering and
Responsible Management

For as long as I can remember, social commitment has been an important part of my life. Getting involved in projects that bring a wide variety of people together has always been part of my everyday goals. The logical consequence would, therefore, have been a profession that focuses on people, but I decided otherwise at first.

During my bachelor's degree in economics, I was progressively unable to find myself in the familiar theories and how they categorise people and our environment. I wanted to move away from the never-ending urge for exponential economic growth – towards a human-centric focus and the world in which we live. To the very thing I know. Sound idealistic?

Externalities – is a term that business students get to hear often enough. It generally describes, for example, the pollution of the environment and its effects on society. I find it extremely problematic to describe something as fundamental as an intact earth as the basis for our existence as an externality. In any case, this term is only possible because the economy has been placed at the centre, which for me is simply a distortion of reality.

That is why I am doing everything I can to focus on both people and the planet as the central responsibility of companies. On the one hand, this is being done with my scientific work in the DualStrat project – a project on the strategic management of digitalisation and sustainability transformation.

Secondly, this is being sought as an entrepreneur and co-founder of UFUNDI, a platform for street art from the Global South. UFUNDI uses art as a universal language for intercultural exchange and raises awareness of the structural disadvantages and inequalities of opportunity. Although we maintain economic relationships with our artist networks in a wide variety of countries and cultures, we do so on an equal footing, and with the people and their individual life stories at the centre.

»» Wir haben heute Volkswirtschaften, die wachsen müssen, unabhängig davon, ob sie uns zu Wohlstand verhelfen oder nicht. Was wir brauchen, sind Volkswirtschaften, die uns gedeihen lassen, ob sie nun wachsen oder nicht ««


»» Today we have economies that need to grow, whether or not they make us thrive. What we need are economies that make us thrive, whether or not they grow. ««
(Kate Raworth)

Systematisch und effizient Geschäftschancen der Zukunft erschließen

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Mit systematischer Strategieentwicklung und Zielentfaltung richten wir produzierende Unternehmen konsequent auf die Kreislaufwirtschaft der Zukunft aus. Im Mittelpunkt nachhaltiger Produkt-Service-Systeme stehen Material- und Informationszirkularität. Die vielfältigen Fachdisziplinen vernetzen wir mit entwicklungsmethodischen Ansätzen wie Systems Engineering und dem von uns neu aufgelegten V-Modell für mechatronische und cyber-physische Systeme: der VDI/VDE 2206. Entwicklungsingenieur*innen unterstützen wir zielgerichtet durch Modellierung und Analyse von Wirkketten, digitale Zwillinge und virtuelle Realität. Dabei liegt unser Hauptaugenmerk auf der Effektivität und Effizienz der Entwicklungs- und Produktionsprozesse.

E-Mail: iris.graessler@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 75

 www.hni.upb.de/pe

Systematically and efficiently unlocking future business opportunities

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

With systematic strategy and policy deployment, we consistently gear manufacturing companies towards the circular economy of the future. Material and information circularity make up the essential core of sustainable product-service systems. We network the diverse disciplines with the appropriate engineering methodologies, such as Systems Engineering and the V-model for mechatronic and cyber-physical systems: the VDI/VDE guideline 2206, which was revised under our coordination. We provide product engineers with enablers in terms of the modelling and analysis of effect chains, digital twins and virtual reality. Our emphasis lies on the effectiveness and efficiency of development and production processes.

E-mail: iris.graessler@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 75

 www.hni.upb.de/en/pe



CREXDATA – Critical Action Planning over Extreme-Scale Data

Mit Data Science und KI präzise Entscheidungsunterstützung trotz unsicherer Eingangsdaten generieren

Kritische Situationen ergeben sich in unterschiedlichen Bereichen. So spricht man im Maschinenbau von kritischen Situationen, wenn z. B. ein Anlagenstillstand behoben werden soll. Ein weiteres Beispiel dafür, dass Menschen unter unsicheren Einflüssen Entscheidungen treffen müssen, ist der Katastrophenschutz. Dabei sollten negative Auswirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft und Ökologie vermieden werden.

Das EU-Projekt CREXDATA entwickelt ein System zur Entscheidungsunterstützung in derartigen kritischen Situationen. Die Fachgruppe „Produktentstehung“ am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn bringt Expertise in Systems Engineering, strategischer Planung und digitalen Technologien ein. 14 europäische Forschungs- und Technologiepartner sind im Januar



Rettingsrobotik wird zur Lageerkundung und Datensammlung genutzt. Rescue robotics are used for situational awareness and data collection.

2023 in die Kooperation gestartet. Das Ziel von CREXDATA ist die Entwicklung einer Datenplattform für das Management kritischer Situationen in Echtzeit. Die Datenplattform soll die flexible Maßnahmenplanung und agile Entscheidungsfindung bei Daten von extremer Größe und Komplexität ermöglichen. Drei hochaktuelle Bereiche liefern Anwendungsszenarien: der Katastrophenschutz bei Extremwetterereignissen, die Bewältigung von Gesundheitskrisen wie Pandemien und maritime Gefahrensituationen. Der CREXDATA-Verbund erforscht Algorithmen, Systemarchitekturen und Werkzeuge für vernetzte Analysen und Vorhersagen unter Unsicherheiten. Das Team der Fachgruppe „Produktentstehung“ übernimmt im Projekt eine zentrale Rolle in drei Aufgabenbereichen. Zum einen koordiniert das Team die Entwicklung und Validierung des Systems im Bereich der Extremwetterereignisse. Hier fließen Erfahrungen aus vielen anderen Projekten der Sicherheitsforschung ein. Die Koordination der Stakeholder, die Definition von Use Cases

und Testszenarien, die Entwicklung eines Demonstratorsystems, die Koordination von Evaluierungsteams an Pilotstandorten: Es gibt eine Vielzahl von Systems Engineering-Aufgaben, um sicherzustellen, dass die Bedürfnisse aller Stakeholder in Szenarien wie Hochwasser und Waldbrand erfüllt werden. Zu diesem Zweck besuchte das Projektteam der Fachgruppe „Produktentstehung“ beispielsweise die Anwender*innen in Innsbruck, um die Nutzerbedürfnisse in den frühen Phasen der Entwicklung zu berücksichtigen und gemeinsam mit den Partnern mögliche Testszenarien in der österreichischen Stadt vorzubereiten. Zweitens forscht die Fachgruppe „Produktentstehung“ an interdisziplinären Verknüpfungen entlang der digitalen Kette von der Extremdatenerfassung, beispielsweise mithilfe von Rettungsrobotik, bis hin zu Visualisierungskonzepten, um die bestmögliche Entscheidungshilfe bei extremen Wetterereignissen zu generieren. Darüber hinaus leitet die Fachgruppe aus dem Heinz Nixdorf Institut drittens die Strategieentwicklung für den gesamten Verbund. Hier bringt das Team vom Heinz Nixdorf Institut Methoden wie die Szenario-Technik und Konzepte wie Produkt-Service-Systeme ein, um die Verbreitung, Verwertung und Geschäftsplanung zu erleichtern. Erklärtes Ziel ist, dass neben hochkarätigen wissenschaftlichen Ergebnissen auch der Weg in die Anwendung geebnet wird.



Dr.-Ing. Jens Pottebaum
E-Mail: jens.pottebaum@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 58

Marcel Ebel, M.Sc.
E-Mail: marcel.ebel@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 63



Gefördert durch: Horizon 2020
Projektpartner: Monash University, Australien; Beihang University, China

CREXDATA – Critical action planning over extreme-scale data

Generate precise decision support with data science and AI despite uncertain input data.

Critical situations arise in many different areas. In mechanical engineering, for example, a critical situation is when a system shutdown is to be rectified. Disaster management is another example where people have to make decisions under uncertain conditions. In doing so, negative impacts on the economy, society and environment shall be avoided.

The EU project CREXDATA is developing a decision support system for such critical situations. The “Product Creation” workgroup at the Heinz Nixdorf Institute of the Paderborn University is contributing expertise in systems engineering, strategic planning and digital technologies. Fourteen European research and technology partners started the collaboration in January 2023. The aim of CREXDATA is to develop a data platform for the management of critical situations in real time. The data platform will enable flexible action planning and agile decision making on data of extreme size and complexity. Three



Besichtigung des Außengeländes vom Deutschen Rettungsrobotik-Zentrum e.V. mit Testszenarien für die Evaluierung in Dortmund. Visit of the outdoor area of the German Rescue Robotics Center e.V. with test scenarios for the evaluation in Dortmund.

highly topical areas provide application scenarios: disaster management during extreme weather events, the management of health crises, such as pandemics, and maritime hazardous situations. The CREXDATA network researches algorithms, system architectures and tools for networked analysis and prediction under uncertainty. The “Product Creation” workgroup plays a central role in the project in three areas. First, the team coordinates the development and validation of the extreme weather use case. This will draw on experiences from many other security research projects. Coordinating stakeholders, defining use cases and test scenarios, developing a demonstrator system as well as coordinating evaluation teams at pilot sites: There are a multitude of systems engineering tasks to ensure

that the needs of all stakeholders are met in scenarios such as floods and forest fires. To this end, the project team from the chair of Product Creation visited users in Innsbruck, for example, to consider user needs in the early stages of development and to prepare possible test scenarios in the Austrian city together with the partners. Second, the “Product Creation” workgroup researches interdisciplinary couplings along the digital chain, from extreme data acquisition, for example using rescue robotics, to visualisation concepts to generate the best possible decision support for extreme weather events. Thirdly, the workgroup from the Heinz Nixdorf Institute is also in charge of strategy development for the entire consortium. Here, the team from the Heinz Nixdorf Institute contributes methods such as scenario technology and concepts such as product-service systems to facilitate dissemination, utilisation and business planning. The declared aim is that, in addition to high-calibre scientific results, the path to application is paved.



Dr.-Ing. Jens Pottebaum
E-mail: jens.pottebaum@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 58

Marcel Ebel, M.Sc.
E-mail: marcel.ebel@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 63



Supported by: Horizon 2020
Project partners: Monash University, Australien; Beihang University, China

Unterstützung des Austauschprogramms „Maschinenbau in China“

Daniel Roesmann unterstützt ein Semester lang die Lehre an der Partneruniversität in Qingdao

Die Fachgruppe „Produktentstehung“ unterstützt das DAAD-geförderte mbcn-Programm (Maschinenbau in China-Programm) der Fakultät Maschinenbau der Universität Paderborn. Hierzu reiste der wissenschaftliche Mitarbeiter Daniel Roesmann mit fünf Studierenden für ein Semester zur Partneruniversität Qingdao University of Science and Technology und unterstützte vor Ort die Lehre im Maschinenbau.

Das mbcn-Programm ist eine spezielle Ausprägung der Paderborner Masterstudiengänge Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und Chemieingenieurwesen. Es vermittelt neben Fachkompetenzen auch Sprachkenntnisse, interkulturelle Kommunikation sowie Erfahrungen im Alltag in China. Das vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) geförderte Programm besteht seit über zehn Jahren zwischen den beiden Universitäten. In der Wiederaufnahme des Programms nach der Pandemie-Pause liegt der Fokus auf dem Wiederaufbau und dem Ausbau von Strukturen und Kooperationen der Universitäten. Da Daniel Roesmann bereits als Studierender am mbcn-Programm teilgenommen hat, konnte er seine gesammelten Erfahrungen hervorragend hierzu einsetzen. In der Chinesisch-Deutschen Technischen Fakultät wurden neue Orte für den interkulturellen Austausch geschaffen, in denen sowohl alltägliche als auch fachliche Problematiken des Maschinenbaus zwischen den Studierenden beider Universitäten diskutiert werden: die „Deutsche Ecke“, eine Café-Umgebung zum Austausch, ein Filmabend sowie eine gemeinsame Leserunde zum Austausch von Werken der jeweiligen Kultur. Die Angebote wurden von über 50 Studierenden aus Deutschland und China begeistert angenommen.

Die Lehre erfolgt in Kooperation zwischen Lehrkräften beider Universitäten. Während Daniel Roesmann Technisches Deutsch für chinesische Studierende unterrichtete, werden die deutschen Studierenden von chinesischen Dozenten im fachspezifischen Chinesisch ausgebildet. Dies verfolgt das Ziel, die neu erlernten Fähigkeiten direkt in die Anwendung zu bringen. Daneben wird im Rahmen des Aufenthalts in Qingdao der Kontakt zu chinesischen und deutschen Unternehmen in der Region hergestellt. So lernen die Studierenden die Unternehmenskultur sowie Innovationsfelder der dort ansässigen Unternehmen kennen. Gemeinsam mit den Studierenden besuchte Daniel Roesmann unter anderem das Binzhou Aluminum Valley, das WeiQiao Leichtbau Center sowie die Ruixin Teppichfabrik. Während dieser Zeit besuchte zudem eine hochrangige Delegation des Unternehmens Claas KGaA mbH, bestehend aus Mitarbeiter*innen Harsewinkel (Deutschland) sowie Gaomi



Daniel Roesmann 2. v.r. und die fünf deutschen Studenten bei der Begrüßung in Qingdao.
Daniel Roesmann (2nd from right) and the five German students at the welcome in Qingdao.

(China), die Chinesisch-Deutsche Technische Fakultät vor Ort. Weiterhin erfolgte eine Besichtigung des Sino-German Ecopark, einem Gewerbepark für internationale Unternehmen der High-End-Industrie, in dem die internationale Zusammenarbeit für nachhaltige Entwicklung gefördert wird.

Die vielen Eindrücke und Erfahrungen von Daniel Roesmann während der Zeit in Qingdao haben gezeigt: Persönliche Gespräche am selben Ort unterstützen eine nachhaltige Verbesserung der Zusammenarbeit und Lehre sowie das gegenseitige Verständnis füreinander über die Landesgrenzen hinweg.



Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
E-Mail: iris.graessler@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 70

Support of the exchange programme “Mechanical engineering in C”

Daniel Roesmann supports one semester of teaching at the partner university in Qingdao

The Product Creation department supports the DAAD-funded mbcn programme (Mechanical engineering in China programme) of the Faculty of Mechanical Engineering at Paderborn University. For this purpose, research assistant Daniel Roesmann travelled with five students to the partner university Qingdao University of Science and Technology for a semester and provided on-site support in teaching mechanical engineering.

The mbcn programme is a special form of the Paderborn Master's degree courses in mechanical engineering, industrial engineering and chemical engineering. In addition to specialist skills, it also teaches language skills, intercultural communication and experience of everyday life in China. The programme, which is funded by the “Deutschen Akademischen Austauschdienst” (DAAD – German Academic Exchange Service), has existed between the two universities for over ten years. In the resumption of the programme after the pandemic break, the focus is on rebuilding and expanding structures as well as cooperation between the universities. As Daniel Roesmann had already taken part in the mbcn programme as a student, he was able to put his experience to excellent use. New places for intercultural exchange were created in the Chinese-German Faculty of Engineering, where both everyday and technical problems in mechanical engineering are discussed between students from both universities: The “German Corner”, a café environment for exchange, a movie night and a joint reading session to exchange works from the respective cultures. Over 50 students from Germany and China enthusiastically took part in the events.



Filmabend der Chinesisch-Deutschen Technischen Fakultät in Qingdao
Film evening of the Chinese-German Technical Faculty in Qingdao

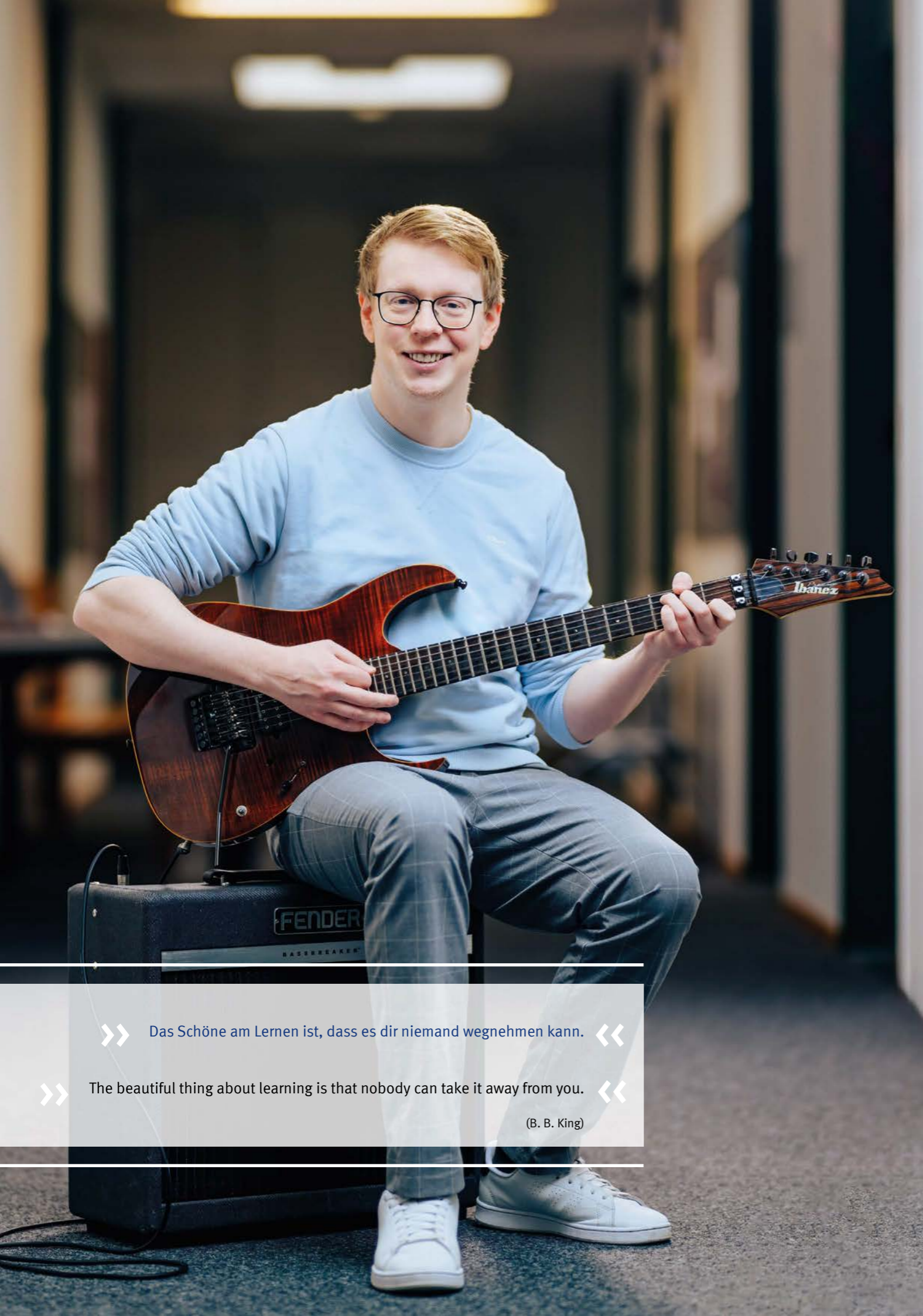
Teaching takes place in cooperation between the teaching staff from both universities. While Daniel Roesmann taught technical German to Chinese students, the German students were taught subject-specific Chinese by Chinese lecturers. The aim of this is to put the newly acquired skills directly into



Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
E-mail: iris.graessler@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 70

practice. In addition, contact with Chinese and German companies in the region is established during the stay in Qingdao. This allows the students to get to know the corporate culture and fields of innovation of the companies based there. Together with the students, Daniel Roesmann visited the Binzhou Aluminum Valley, the WeiQiao Lightweight Construction Center and the Ruixin Carpet Factory. During this time, a high-ranking delegation from Claas KGaA mbH, consisting of employees from Harsewinkel (Germany) and Gaomi (China), also visited the Chinese-German Technical Faculty on site. There was also a visit to the Sino-German Ecopark, a business park for international companies in the high-end industry, where international cooperation for sustainable development is promoted.

Daniel Roesmann's many impressions and experiences during his time in Qingdao have shown that personal discussions in the same place support a sustainable improvement in cooperation and teaching as well as mutual understanding across national borders.



Daniel Preuß

M.Sc.
Produktentstehung

Seit September 2018 bin ich als Wissenschaftler in der Fachgruppe „Produktentstehung“ tätig und inzwischen Gruppensprecher für die „Strategische Produktplanung und Resilient Requirements Engineering“. Während meiner Zeit in der Fachgruppe habe ich mich vor allem damit beschäftigt, Problemstellungen im Requirements Engineering durch die Anwendung von Künstlicher Intelligenz zu lösen. Von Anfang an empfand ich es als inspirierend, mich mit intelligenten Menschen auszutauschen, um die besten Ideen zu entwickeln. Die entstehende Vielfalt und Dynamik in der Wissenschaft sind sowohl fordernd als auch förderlich.

Für mich ist gerade diese Forschung so spannend, weil ich dazu beitragen kann, aufwändige Tätigkeiten im Entwicklungsprozess komplexer technischer Systeme effizienter zu machen. Ingenieure empfinden es häufig nicht als besonders wertschöpfend, Textdaten zu analysieren, zu kategorisieren und zu verarbeiten. Dafür schaffe ich mit meiner Arbeit Lösungen – damit die Menschen ihre Fähigkeiten besser ausspielen und beispielsweise kreativere Aufgaben bearbeiten können. Darüber hinaus kann Künstliche Intelligenz auch bei der Priorisierung von Anforderungen und der Generierung von Testfällen unterstützen. Die Anwendung von Künstlicher Intelligenz verspricht somit nicht nur Effizienzsteigerungen, sondern auch eine höhere Qualität und Zuverlässigkeit der entwickelten Lösungen.

Neben meiner wissenschaftlichen Tätigkeit lege ich großen Wert darauf, mit meinen Kollegen außerhalb des Arbeitsumfelds Zeit zu verbringen. Sei es bei gemeinsamen Ausflügen oder dem Musizieren in der Fachgruppen-Band. Zusätzlich investiere ich Zeit in meine Gesundheit und Fitness, indem ich regelmäßig ein Fitnessstudio besuche. Dies hilft mir, geistig und auch physisch fit zu bleiben.

Daniel Preuß

M.Sc.
Product Creation

Since September 2018, I have been working as a researcher in the “Product Creation” workgroup and I am currently the group manager for “Strategic Product Planning and Resilient Requirements Engineering”. During my time at the workgroup, I was primarily concerned with solving problems in requirements engineering through the application of artificial intelligence. From the beginning, I found it inspiring to exchange ideas with intelligent people to develop the best ideas. The emerging diversity and dynamism in science are both challenging and beneficial.

For me, research on the application of artificial intelligence in requirements engineering is so exciting because I can contribute to exploiting efficiency potentials in engineering complex technical systems. Analysing, categorising and processing text data often does not feel like a value-adding task for engineers. For such tasks, I create solutions so that people can exploit their capabilities in, for instance, creative tasks. This saves time and resources in various areas. Furthermore, artificial intelligence can also support the prioritisation of requirements and the generation of test cases. The application of artificial intelligence thus promises not only efficiency gains but also higher quality and reliability of the developed solutions.

In addition to my scientific work, I attach great importance to spending time with my colleagues outside of the work environment, whether on excursions together or playing music in the workgroup band. In addition, I invest time in my health and fitness by regularly visiting a gym. This helps me to stay mentally and physically fit.

»» Das Schöne am Lernen ist, dass es dir niemand wegnehmen kann. ««

»» The beautiful thing about learning is that nobody can take it away from you. ««


(B. B. King)

Signalverarbeitung und maschinelle Lernverfahren für die Sprachsignale

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach

Einst ein beliebtes Motiv von Science Fiction-Filmen, sind wir mittlerweile daran gewöhnt, mit Maschinen über gesprochene Eingaben zu kommunizieren, beispielsweise, um eine Suchanfrage für das Internet in unser Smartphone zu sprechen. Wir forschen an Verfahren, um die dafür nötige automatische Spracherkennung zuverlässiger, energieeffizienter und flexibler zu gestalten. Wir weiten dabei auch den Blick auf zukünftige Szenarien aus, bei denen mehrere in einer Umgebung verteilte Aufnahmegeräte zur Verfügung stehen und andere akustische Signale neben Sprachsignalen ausgewertet werden, um das Nutzererlebnis zu verbessern.

E-Mail: haeb@nt.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 36 26


 www.ei.upb.de/nt

Signal processing and machine learning for speech signals

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Häb-Umbach

Once a popular motif of science fiction movies, we are nowadays used to communicating with machines via spoken input, for example to speak a search query for the Internet into our smartphone. We are researching methods to make the automatic speech recognition required for this more reliable, energy-efficient and flexible. In doing so, we are also broadening our view to future scenarios in which multiple recording devices distributed in an environment are available and other acoustic signals are evaluated alongside speech signals to improve the user experience.

E-mail: haeb@nt.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 36 26

 www.ei.upb.de/en/nt

Tiefe generative Modelle für die Phonetikforschung

Technisch unterstütztes Erklären von Stimmcharakteristika

Die Fähigkeit der menschlichen Kommunikation durch Sprache erscheint auf den ersten Blick einfach, entfaltet sich jedoch bei genauerer Betrachtung als hochkomplexes Konstrukt aus Überlagerungen und vielfältigen Einflussfaktoren. In zwei Teilprojekten arbeiten wir daran, Sprache in einzelne Komponenten zu zerlegen und diese messbar zu machen.

Die Eigenschaften einer Stimme, wie Dunkelheit, Nasalität oder Heiserkeit, sind schwer zu beschreiben und unterliegen subjektiven Einschätzungen, was die objektive Bestimmung erschwert. Wir arbeiten u. a. daran, diese Eigenschaften in der Sprache messbar zu machen. Unser Team besteht aus Phonetiker*innen der Universität Bielefeld und Elektrotechniker*innen der Universität Paderborn. Unser Hauptziel ist es, Sprachsignale mithilfe technischer Systeme in ihre verschiedenen Komponenten zu zerlegen, um ein besseres Verständnis dafür zu erlangen, was unsere individuellen Stimmen einzigartig macht. Da Sprache ein höchst komplexes Gebilde ist, greifen wir auf Deep Learning-Konzepte zurück, um anhand von Daten die Zusammenhänge innerhalb der Sprache zu erlernen. Die Phonetiker*innen teilen ihr Expertenwissen über Sprache mit den Elektrotechniker*innen, die dieses Wissen in die Weiterentwicklung der technischen Systeme einbeziehen. Dies ermöglicht es, die Systeme zu optimieren. Im Gegenzug können die Phonetiker*innen dann von den verbesserten technischen Systemen profitieren, um eine präzisere Untersuchung von Sprache durchzuführen.

Unser Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung eines Systems, welches in der Lage ist, die Vielfalt an Informationen in einem gesprochenen Text zu analysieren und zwischen den Variationen, die durch den Sprecher/die Sprecherin selbst verursacht werden, und denen, die den tatsächlichen Inhalt der Äußerung betreffen, zu unterscheiden. Das System kann diese verschiedenen Aspekte trennen und anschließend wieder zu einem vollständigen Sprachsignal zusammenführen. Dies ermöglicht es uns, die spezifischen Merkmale, die einen Sprecher/eine Sprecherin ausmachen, unabhängig vom Inhalt der gesprochenen Äußerung zu untersuchen. Das System verwendet dabei eine niederdimensionale Darstellung des Sprachsignals. Durch gezielte Manipulation dieser Darstellung sind wir z. B. in der Lage, die Grundfrequenz des Sprachsignals anzupassen, ohne dabei den eigentlichen Inhalt der Äußerung zu beeinflussen. Allerdings hängen viele Komponenten einer Stimme zusammen, daher beeinflusst das Manipulieren der Stimmgrundfrequenz auch andere Komponenten. Aus diesem Grund arbeiten wir daran, die Stimme in weitere unabhän-



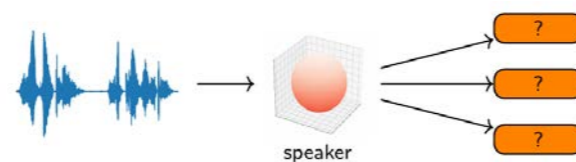
Frederik Rautenberg, M.Sc.
E-Mail: rautenberg@nt.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 36 80

gige Komponenten aufzuteilen. Dies ermöglicht es uns, gezielt nur einen bestimmten Parameter der Stimme zu verändern, ohne andere zu beeinträchtigen.

Unsere Forschung erlaubt es, Sprachproben zu erstellen, die denselben Inhalt haben, aber unterschiedliche stimmliche Eigenschaften aufweisen. Dies erleichtert die Untersuchung verschiedener sprachlicher Merkmale und unterstützt die Phonetik-Forschung.

Synthetisierte Sprachproben helfen Expert*innen bei der Erklärung

Die Erkennung von Krankheitsbildern anhand der Stimmqualität ist ein Forschungsgebiet in der klinischen Linguistik. Allerdings gibt es für die Beurteilung der Stimmqualität kein objektives Maß: Die Beurteilung ist subjektiv und beruht auf Erfahrung. Dies führt zu Fehlern und Inkonsistenzen in der Bewertung. Hier können Systeme zur Stimmenkonvertierung helfen, um Stimmqualitäten auf das Sprachsignal aufzuprägen oder zu entfernen. Anhand der so synthetisierten Sprachproben kann einen Experten/eine Expertin den klinischen Linguist*innen die Eigenschaften verschiedener Stimmqualitäten anschaulich erklären. Zugleich dient das Feedback des Experten/der Expertin der Verbesserung der Natürlichkeit der synthetisierten Sprachproben.



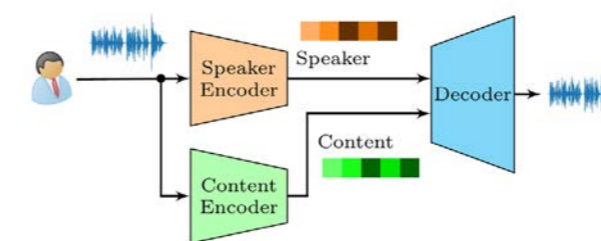
Zerlegung der Sprechervariationen in weitere unabhängige Merkmale.
Decomposition of the speaker variations into further independent characteristics.

Deep generative models for research in phonetics

Technically supported explaining of voice characteristics

The ability of humans to communicate through speech appears simple at first glance, but on closer examination, it is shown to be a highly complex construct of overlapping and various influencing factors. In two sub-projects, we are working on decomposing speech into individual components and making these measurable.

The characteristics of a voice, such as darkness, nasality or hoarseness, are difficult to describe and are based on subjective judgements, which makes it difficult to determine them objectively. In these projects, we are working on making these characteristics measurable in speech. Our team consists of phonetic experts from Bielefeld University and electrical engineers from Paderborn University. Our main goal is to use technical systems to decompose speech signals into their various components in order to gain a better understanding of what makes our individual voices unique. Since speech is a highly complex construct, we use concepts of deep learning to learn the connections within speech using data. The phonetic experts share their expert knowledge of language with the electrical engineers, who use this knowledge to develop the technical system. This also makes it possible to improve the system. In turn, the phonetic experts can benefit from the improved technical system in order to perform a more precise examination of speech.



Ein System, das die Variationen eines Sprachsignals in Sprechervariationen und sprachliche Variationen zerlegt. Das Sprachsignal wird dann wieder aus diesen beiden Variationen gewonnen.

A system that breaks down variations of a speech signal into speaker and linguistic variations. The speech signal is then obtained again from these two variations.

Our project focuses on the development of a system that is able to analyse the variety of information in a speech signal and distinguish between the variations caused by the speaker themselves and those related to the actual content of the utterance. The system can separate these different components and combine them back into a speech signal. This allows us to analyse the specific characteristics that make up a speaker,

regardless of the content of the spoken utterance. The system uses a low-dimensional representation of the speech signal. By manipulating this representation, we are able, for example, to adjust the pitch of the speech signal without affecting the actual content of the utterance. However, many components of a voice are connected and, therefore, manipulating the pitch also affects other components. For this reason, we are working on separating the voice into further independent components. This allows us to change only one specific parameter of the voice without affecting the other parameters.

Our research allows us to produce speech samples that have the same content but different voice characteristics. This simplifies the study of different voice characteristics and supports phonetic research.

Synthesised speech samples help experts to explain phonetic phenomena

Detecting disease patterns based on voice quality is an area of research in clinical linguistics. However, there is no objective measure for assessing voice quality: The evaluation is subjective and based on experience. This often leads to errors and inconsistencies in the assessment. This is where voice conversion systems can help to imprint or remove certain voice qualities from a speech signal. Using the speech samples synthesised in this way, an expert can clearly explain the characteristics of different perceptual voice qualities to clinical linguists. At the same time, the expert's feedback serves to improve the naturalness of the synthesised speech samples.



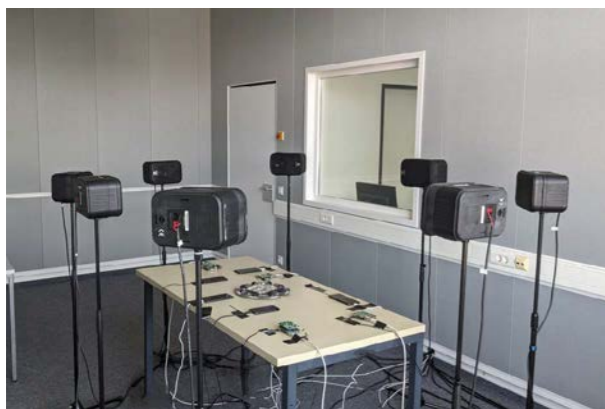
Frederik Rautenberg, M.Sc.
E-mail: rautenberg@nt.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 36 80

Verschriftung von Gesprächssituationen

Systeme für die robuste Spracherkennung in Fernfeld-Szenarien

In Zusammenarbeit mit unseren Partnern aus Industrie und Forschung arbeiten wir an der maschinellen Transkription von Gesprächssituationen. Aktuelle Systeme produzieren nur für ungestörte Sprache und kurze Aufnahmen hochwertige Transkripte. Bei langen Aufnahmen realistischer Gespräche mit Störungen durch z. B. Raumhall oder Hintergrundgeräusche weisen Transkriptionssysteme allerdings noch erhebliche Fehler auf.

Natürliche Gesprächssituationen reichen von informellen Treffen bis hin zu geschäftlichen Besprechungen. Für die Transkription solcher komplexer Gesprächssituationen muss zunächst bestimmt werden, welche Sprecher*innen wann aktiv sind, um das Gesprochene dem passenden Sprecher/ der passenden Sprecherin zuordnen zu können. Dieser Schritt wird auch „Diarization“ genannt. Weiterhin müssen die Sprachsignale ent-stört werden, d. h. gleichzeitig aktive Sprecher*innen müssen voneinander getrennt und Hintergrundgeräusche unterdrückt werden. Da ein verbessertes Sprachsignal die Diarization vereinfacht, gleichzeitig aber eine gute Diarization hilfreich ist für die Sprachsignalverbesserung, ist die Reihenfolge dieser beiden Schritte noch unklar. Daher arbeiten wir zusätzlich zu Systemen, die jeweils nur eine dieser Aufgaben übernehmen, auch an Systemen, die beide Aufgaben gleichzeitig lösen und hierdurch von den Abhängigkeiten beider Probleme profitieren.



Experimentalaufbau für die Aufnahme simulierter Gesprächssituationen mittels verteilter Mikrofongruppen.
Experimental setup for the recording of simulated conversation situations using distributed microphone groups.

Zur Verarbeitung können zusätzlich Mikrofongruppen statt einzelner Mikrofone genutzt werden. Hierdurch kann das aufgenommene Sprachsignal auf die Richtung eines Zielsprechers/einer Zielsprecherin fokussiert werden, während andere Raumrichtungen, die Störungen enthalten, unterdrückt werden. Unter Nutzung dieser räumlichen Informationen können auch



Christoph Böddeker, M.Sc.
E-Mail: boeddeker@nt.uni-paderborn.de
Telefon: +49 5251 | 60 52 88

Tobias Cord-Landwehr, M.Sc.
E-Mail: cord@nt.uni-paderborn.de
Telefon: +49 5251 | 60 52 88

Thilo von Neumann, M.Sc.
E-Mail: vonneumann@nt.uni-paderborn.de
Telefon: +49 5251 | 60 52 88

in herausfordernden Umgebungen gute Ergebnisse erzielt werden, indem räumliche, statistische Modelle einen robusten Rahmen vorgeben, innerhalb dessen neuronale Netze eine gute Lösung liefern können.

Für die Bewertung des Transkripts werden häufig noch Qualitätsmaße verwendet, die ursprünglich nur für einzelne Sätze, nicht aber für Gespräche von bis zu mehreren Stunden eingeführt wurden. Daher sind sie nur bedingt zur Evaluation geeignet und können beispielsweise nicht dazu genutzt werden, Fehler durch falsch erkannte Wörter und Verwechslungen von Sprecher*innen voneinander zu unterscheiden. Wir befassen uns daher auch mit der Entwicklung von Evaluationsmetriken, die aussagekräftige Ergebnisse für gängige Ansätze zur Verschriftung von Gesprächssituationen liefern. Hierdurch können Fehlerquellen identifiziert werden, um anschließend gezielt Schwachstellen im System zu beheben.

Automatic meeting transcription

Systems for robust speech recognition in far-field scenarios

In cooperation with our partners from industry and research, we are working on the machine transcription of natural conversations. Current systems produce high-quality transcripts only for uninterrupted speech and short recordings. However, for long recordings of realistic conversational situations with interference from, for example, room reverberation or background noise, the transcripts still exhibit significant errors.

Natural conversations can range from informal meetings to business meetings. For the transcription of these complex conversational situations, it must first be determined which speakers are active and when they are active in order to be able to assign what is said to the appropriate speaker. This step is also called „diarisation“. Furthermore, the speech signals have to be enhanced, i.e. simultaneously active speakers have to be separated from each other and the background noise has to be suppressed. Since an improved speech signal simplifies the diarisation, but at the same time a good diarisation is helpful for the speech signal enhancement, the order of these two steps is still unclear. Therefore, in addition to systems that solve only one of these tasks at a time, we are also working on systems that solve both tasks simultaneously and thus benefit from the interdependencies of both problems.

For processing, additional microphone arrays can be used instead of individual microphones. This allows the recorded speech signal to be focused on the direction of a target speaker while suppressing other spatial directions that contain interferences. Using this spatial information, good results can be obtained even in challenging environments using spatial statistical models to provide a robust framework within which neural networks can provide a good solution.

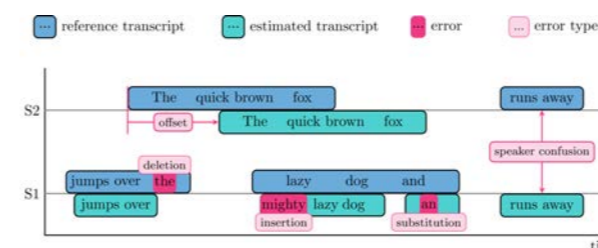
The evaluation of the transcript quality frequently still uses measures that were originally introduced only for single sentences, not for conversations of up to several hours. Therefore, they are of limited use for evaluation and cannot be used, for example, to distinguish errors due to misrecognised words and speaker confusion. We are, therefore, also working on developing evaluation metrics that provide meaningful results for common approaches to transcribing conversational situations. This can be used to identify error sources in order to subsequently target weak points in the system.



Christoph Böddeker, M.Sc.
E-mail: boeddeker@nt.uni-paderborn.de
Phone: +49 5251 | 60 52 88

Tobias Cord-Landwehr, M.Sc.
E-mail: cord@nt.uni-paderborn.de
Phone: +49 5251 | 60 52 88

Thilo von Neumann, M.Sc.
E-mail: vonneumann@nt.uni-paderborn.de
Phone: +49 5251 | 60 52 88



Visualisierung eines geschätzten Transkripts und verschiedener Fehler-typen. Herkömmliche Metriken erkennen nur Fehler bei der Einfügung, Löschung und Ersetzung von Wörtern, während Fehler bei der zeitlichen Ausrichtung und der Verwechslung der Sprecher*innen ignoriert werden. Visualisation of an estimated transcript and different error types. Conventional metrics only detect word insertion, deletion and substitution errors while temporal misalignment and speaker confusion errors are ignored.



Christoph Böddeker

M.Sc.
Nachrichtentechnik

Mein Name ist Christoph Böddeker und ich komme aus Dahl einem Dorf vor Paderborn. Mein Weg zum Studium war etwas anders als bei den meisten: Anstatt ein Abitur zu machen, entschied ich mich aufgrund meines Interesses an der Mathematik und Technik für eine Ausbildung als Elektroniker. Nach der Ausbildung bin ich über ein Fachabitur zur Universität Paderborn gekommen und erkannte schnell, dass das Grundstudium der Elektrotechnik nicht viel mit meiner Ausbildung gemeinsam hatte. Während des Studiums entdeckte ich meine Begeisterung für das maschinelle Lernen und entschied mich für eine Bachelorarbeit im Fachgebiet Nachrichtentechnik. In dieser Arbeit sammelte ich meine ersten Erfahrungen zur Trennung von Sprachmischungen mithilfe des maschinellen Lernens. Im Master-Studium konnte ich durch die Unterstützung des Fachgebiets meine erste Konferenz in New Orleans, USA besuchen und auch ein Praktikum bei Microsoft, in den USA absolvieren, bevor ich meine Masterarbeit über Enthaltung von Sprachsignalen begann.

Seit 2018 bin ich wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Nachrichtentechnik“ und beschäftige mich mit der Verschriftlichung von Unterhaltungen: Wer hat wann was gesagt. Im Speziellen liegt der Fokus auf Signalen, wenn mehrere Personen gleichzeitig sprechen. Ein Bereich meiner Forschung konzentriert sich auch auf den sogenannten „Cocktailparty-Effekt“, bzw. darauf, das selektive Hören des menschlichen Gehörs auf den Computer zu übertragen: Durch die Lokalisierung einer Schallquelle können mehrere Mikrofone, bzw. zwei Ohren, sich auf die Richtung einer Schallquelle konzentrieren um Schall aus anderen Richtungen zu ignorieren. Ein anderer Bereich konzentriert sich auf die Reidentifizierung von Sprecher*innen: Wer kennt es nicht? Wir hören eine Stimme und können direkt sagen, wer das ist ohne die Person zu sehen.

In den letzten Jahren haben sich für meine Forschungen neue Anwendungsgebiete ergeben. Bei der Smart Home Assistance kann eine räumliche Lokalisierung die Erkennungsqualität verbessern, und eine Sprecheridentifizierung kann zwischen Besitzer*in und Besucher*in unterscheiden. Da einige Firmen inzwischen viele Meetings für die abwesenden Kolleg*innen aufzeichnen, kann eine maschinelle Transkription und ggf. eine Zusammenfassung des Meeting, die manuelle Transkription und Zusammenfassung ersetzen.

Christoph Böddeker

M.Sc.
Communications Engineering

My name is Christoph Böddeker and I come from Dahl, a village near Paderborn. My route to my studies was a bit different to the usual: instead of completing the Abitur school-leaving qualification, I decided to train as an electronics technician thanks to my interest in mathematics and technology. After completing the training course, I came to Paderborn University via the Fachabitur vocational qualification, and quickly realised that basic studies in electrical engineering shared little with my training. During my studies, I discovered my enthusiasm for machine learning, and decided to complete a bachelor's dissertation in communications engineering. Working on this allowed me to gain my first experience in using machine learning to separate out mixtures of languages. During my master's studies, support from the department allowed me to attend my first conference in New Orleans, USA and complete an internship at Microsoft in the USA, before starting work on my master's dissertation on the dereverberation of speech signals.

Since 2018, I have been a research assistant and doctoral student in the field of communications engineering, where I am researching the textualisation of conversations: who said what and when. I am focusing in particular on the signals used when multiple people are speaking at once. In addition, one part of my research focuses on what is known as the 'cocktail party effect', or transferring the human ability for selective hearing over to a computer: by pinpointing a sound source, multiple microphones (or two ears) can focus in the direction of the source in order to ignore sound from other directions. Another area of focus is re-identifying speakers: we have all experienced hearing a voice and immediately knowing who it is without seeing the person.

New areas of application for my research have opened up in recent years. Spatial localisation can improve the detection quality of smart home assistance, and speaker identification can differentiate between owners and visitors. As some companies now record many meetings for absent colleagues, machine transcription and if relevant a summary of the meeting can replace the need for manual transcription and summary writing.

»» Wenn du es nicht einfach erklären kannst,
hast du es nicht richtig verstanden. ««

»» If you can't explain it simply, you don't understand it well enough. ««
(Albert Einstein)

Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy

Hohe Rechenleistung kann nur durch eine Kombination von leistungsfähigen Computersystemen und Algorithmen, die das gegebene Problem so effizient wie möglich lösen, erreicht werden. Daher hat sich die Entwicklung von effizienten Algorithmen als klassischer Zweig der Informatik etabliert. Unsere Forschung konzentriert sich auf Fragestellungen, in denen aktuelle technische Möglichkeiten, wie z. B. Hochleistungsrechnernetzwerke, drahtlose, mobile Kommunikationsnetze oder durch Spezialhardware unterstützte Systeme, neue Herausforderungen für den Entwurf effizienter Algorithmen darstellen.

E-Mail: fmadh@upb.de
Telefon: +49 52 51 | 60 64 80

 www.hni.upb.de/alg

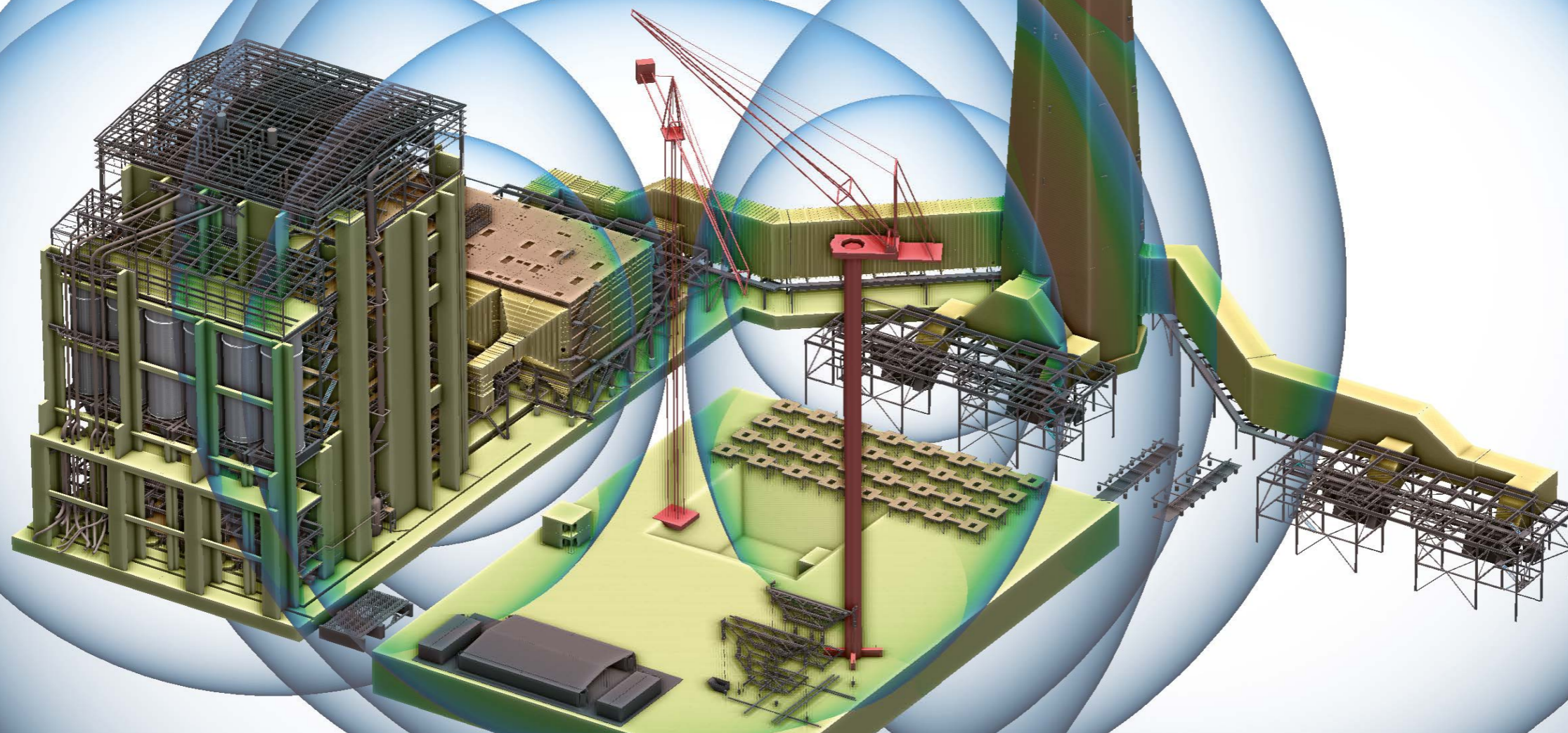
High performance = Innovative computer systems + Efficient algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy

High computing performance can only be achieved with a combination of powerful computer systems and algorithms that solve the given application problems as efficiently as possible. Therefore, the development of efficient algorithms has established itself as a classical branch of computer science. In our research area, we concentrate on solutions where current technological possibilities, such as high performance computer networks, mobile wireless communication networks or systems supported by specialised hardware, pose new challenges for algorithm development.

E-mail: fmadh@upb.de
Phone: +49 52 51 | 60 64 80

 www.hni.upb.de/en/alg




Schwarmalgorithmen | Computergrafik


Lokale Strategien für Roboter | Algorithmen für Computergrafik


Wir betrachten Schwärme von autonomen Robotern, die sich in einem Gebiet ohne Infrastruktur bewegen. Da jeder Roboter lediglich lokale Informationen besitzt, sind bereits einfache Formationsaufgaben nicht trivial. Wir beschäftigen uns zudem mit Algorithmen für hochkomplexe 3-D-Szenen. Insbesondere im Feld der Virtual Reality sind effiziente Algorithmen nötig, da für die beiden Augen unterschiedliche Bilder gerendert werden.

Lokale Strategien für Roboter

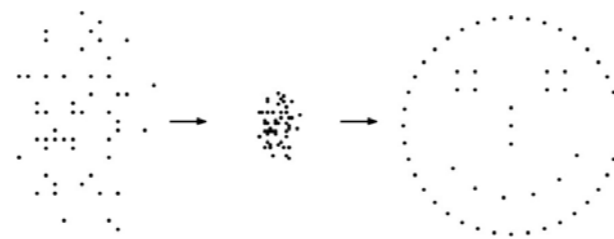
Außer dem Near-Gathering-Problem arbeiten wir zurzeit an dem sogenannten Pattern-Formation-Problem. Dieses betrachtet einen Schwarm aus Robotern, die ein extern angegebenes Pattern in beliebiger Rotation/Verschiebung bilden sollen. Dies kann beispielsweise ein Kreis sein oder auch eine komplexere Figur wie bei „Malen-nach-Zahlen“. Für autonome Roboter mit globaler Sicht und ohne Speicher sowie lokaler Sicht mit Speicher ist dieses Problem bereits in der Literatur gelöst. Wir arbeiten daran, dieses Problem für Roboter mit lokaler Sicht und ohne Speicher zu lösen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Symmetrie: Wenn Roboter sich an symmetrischen Positionen befinden, tun sie in unserem Model das Gleiche. Daher ist es notwendig, nicht mehr Symmetrie zu erzeugen als das Pattern benötigt. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl von Professor Michael Dellnitz (Angewandte Mathematik) sind wir dabei, zu untersuchen, wie lokale Bewegungen sich auf die globale Symmetrie auswirken. Dabei untersuchen wir die Bewegungen des Schwarms nicht aus der lokalen Perspektive der Roboter, sondern auf globaler Ebene als dynamisches System. Die Herausforderung dabei ist es, die häufig un stetigen Trajektorien der Roboter durch Annäherungen zu ersetzen, die ein ähnliches Ergebnis erzielen, aber in ihrer Abbildung als dynamisches System analysierbar werden.

 **Jonas Harbig, M.Sc.**
E-Mail: jonas.harbig@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 27

 **Jan-Luca Hansel, M.Sc.**
E-Mail: hanseljl@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 33

 Gefördert durch: Verteiltes Rechnen trifft Dynamische Systeme: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); VR@UPB: Universität Paderborn, Präsidium (QV)

Projektpartner: Verteiltes Rechnen trifft Dynamische Systeme: Prof. Dr. Michael Dellnitz (Universität Paderborn); VR@UPB: Prof. Dr. Wolfgang Bremser, Prof. Dr. Sabine Fechner, Prof. Dr. Christoph Ehland, Prof. Dr. Ralf Adelman, Prof. Dr. Gudrun Oevel (Universität Paderborn)



Ein Beispiel für Near-Gathering und Pattern-Formation im Anschluss.
An example for Near-Gathering and Pattern-Formation afterwards.

Algorithmen für Computergrafik

Das aus Fördermitteln der Universität Paderborn finanzierte Projekt „VR@UPB“ hat sich zum Ziel gesetzt, den Einsatz von Virtual Reality (VR) an der Universität Paderborn nach vorne zu bringen. VR bietet dabei spannende Potenziale, wie das gefahrlose Experimentieren oder das Besuchen weit entfernter oder historischer Orte. Austausch und Diskussion sind unabhängig vom Wohnort der Teilnehmenden oder der Größe von Seminarräumen. Zusätzlich können diese dann durch virtuelle Objekte bereichert werden.

Im Rahmen dieses Projekts sind bereits ein virtueller Seminarraum und das virtuelle Chemielabor „VirtuChemLab“ entstanden. In dem Labor ist es Studierenden möglich, die grundlegenden Laboroperationen ohne Gefahren einzuüben. Laien ist es zudem möglich, Versuchsaufbauten ohne Programmierkenntnisse hinzuzufügen. Für die Zukunft ist geplant, dass Studierende Feedback für ihr Verhalten in der Form eines virtuellen Tutors/ einer virtuellen Tutorin erhalten, welcher/ welche dann nochmals neue Interaktionsmöglichkeiten bietet.

Neben dem „VirtuChemLab“ entsteht aktuell das „ARChemLab“, eine Augmented Reality-Anwendung, welche Informationen und Feedback mithilfe der Microsoft HoloLens 2 während der Arbeit im echten Labor einblenden kann.

Swarm algorithms | Computer graphics

Local strategies for robots | Algorithms for computer graphics

We consider swarms of autonomous robots moving in an area without infrastructure. Since each robot has only local information, even simple formation tasks are non-trivial. We are further interested in algorithms for highly complex 3D scenes. Especially in the field of virtual reality, efficient algorithms are key to obtaining a lag-free experience in the virtual world, as different images are rendered for our two eyes.

Local strategies for robots


In addition to the near-gathering problem, we are currently working on the so-called pattern formation problem. It considers a swarm of robots that are to form an externally specified pattern in any rotation/translation. This can be, for example, a circle or a more complex figure as in “paint-with-numbers”. This problem has already been solved in the literature for autonomous robots with global vision and without memory as well as local view with memory. We are working on solving this problem for robots with local vision and without memory. Symmetry is of particular concern: If robots are in symmetric positions, they do the same in our model. Therefore, it is necessary not to create more symmetry than the pattern requires. In collaboration with the chair of Professor Michael Dellnitz (Applied Mathematics), we are investigating how local movements affect the global symmetry. We are not investigating the movements of the swarm from the local perspective of the robots, but rather on a global perspective as a dynamic system. The challenge here is to replace the often discontinuous trajectories of the robots with approximations that achieve a similar result, but that can be analysed as a dynamic system.





VirtuChemLab

Algorithms for computer graphics

The project “VR@UPB”, which is funded by the Paderborn University, has the goal of establishing the widespread use of virtual reality (VR) technology at the Paderborn University. VR offers many exciting possibilities, as it allows to conduct expe-

 **Jonas Harbig, M.Sc.**
E-mail: jonas.harbig@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 27

 **Jan-Luca Hansel, M.Sc.**
E-mail: hanseljl@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 33

 Supported by: Project: Distributed Computing meets Dynamical Systems: German Research Foundation (DFG); VR@UPB: Paderborn University, Presidium (QV)

Project partners: Distributed Computing meets Dynamical Systems: Prof. Dr. Michael Dellnitz (Paderborn University); VR@UPB: Prof. Dr. Wolfgang Bremser, Prof. Dr. Sabine Fechner, Prof. Dr. Christoph Ehland, Prof. Dr. Ralf Adelman, Prof. Dr. Gudrun Oevel (Paderborn University)

periments without the fear of potential harm or to visit faraway or historic places, for example Chats and discussions can be held regardless of where the participants live or how large the available seminar rooms are. They can then also be augmented with virtual objects.

Within this project, a virtual seminar room as well as the “VirtuChemLab”, a virtual chemistry laboratory, have been created. In this lab, students are able to practise basic laboratory routines without any immediate danger. Furthermore, lay persons are able to create experiments without the need to know any programming language. For the future, it is planned to give students feedback on their behaviour in the form of a virtual tutor which presents novel interaction possibilities.

Apart from the “VirtuChemLab”, the “ARChemLab” is currently built. It is an augmented reality application which can overlay feedback and information via the Microsoft HoloLens 2 while conducting experiments in a real laboratory.

Ressourcenmanagement, Scheduling, Algorithmische Spieltheorie


Im Sonderforschungsbereich „On-The-Fly Computing“ verteilen wir effektiv Ressourcen wie Speicher- und Rechenkapazität und betrachten Probleme wie Facility Location und Scheduling, die auf Anforderungen zusammengesetzter Software zugeschnitten sind. In der Spieltheorie entwerfen wir Lösungskonzepte, analysieren ihre Effizienz und modellieren realistische Verhaltensaspekte wie Legalität und Werte und entwickeln Approximationsalgorithmen.


Heterogene Ressourcenallokation


Bei der Ressourcenallokation entwickeln wir Algorithmen, die Ressourcen in einem Netz verwalten, welche mit der Zeit an verschiedenen Orten des Netzes angefragt werden. Das Beantworten der Anfragen erzeugt Kosten, die von der Distanz einer Ressource zu der Anfrage abhängt. Ressourcen sollten den Anfragen nahe sein. Ziel ist, minimale Kosten zu erzeugen, wobei die Position zukünftiger Anfragen unbekannt ist. Das gemeinsame Verwalten der Ressourcen erlaubt es dem Algorithmus, weniger Kosten zu erzeugen. Wir haben die drei Modelle Page Migration, Facility Location und k-Server um Heterogenität erweitert und dabei verschiedene Einflüsse auf die Wettbewerbsfähigkeit beobachtet. Zu jedem Modell haben wir untere Schranken als auch kompetitive Algorithmen entwickelt, die ersteren oft sehr nahekommen.


Server Cloud Scheduling

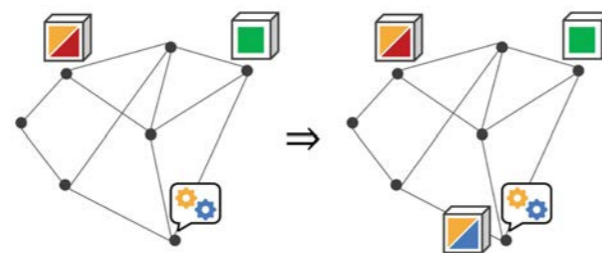
Beim Scheduling wird ein Set von auszuführenden Jobs so auf Maschinen verteilt, dass gewisse Zielfunktionen optimiert werden. Wir haben an einem Modell geforscht, in dem Jobs exklusiven Zugriff auf zusätzliche geteilte Ressourcen benötigen. Ziel ist es, die Jobs so auf die Maschinen zu verteilen, dass die Gesamtlaufzeit des Schedules minimiert wird. In einem anderen von uns betrachteten Modell sind Jobs nur auf individuellen Teilmengen der Maschinen ausführbar und das Ziel ist, die Gesamtlaufzeit zu minimieren. Beim Server Cloud Scheduling müssen Jobs auf einer Kombination aus einem kostenfreien lokalen Server und einer mietbaren, aber unbegrenzt großen Cloud ausgeführt

 **Dr. rer. nat. Till Knollmann**
E-Mail: tillk@mail.upb.de

 **Dr. rer. nat. Simon Pukrop**
E-Mail: simonjp@hni.upb.de

 **Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy**
E-Mail: gpolevoy@mail.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 64 61

 Gefördert durch: Sonderforschungsbereich 901 „On-The-Fly Computing“, Teilprojekte A1, A2 und C4



Bereitstellung heterogener Ressourcen (Boxen) mit gemeinsamer Instanzierung von Gütern (Farben) für Anfragen in einem Netz.
Providing heterogeneous resources (boxes) with a joint instantiation of commodities (colors) for requests in a network.

werden. Ziel sind Lösungen, die sowohl die Gesamtlaufzeit als auch die Kosten der entstehenden Lösung einbeziehen. Dieses Modell wurde auf mögliche Erweiterungen untersucht.

Algorithmische Spieltheorie

Faire, individuell rationale und billige Anpassung: Wir haben ein gewünschtes Handlungsprofil durch Subventionen und Mautgebühren strikt dominieren können. Als nächstes dehnen wir die Ergebnisse auf unendliche Spiele aus und beweisen, dass wir solche Ergebnisse nicht erzielen können, ohne die Nutzen der Spieler*innen zu kennen. Auf dem Weg zu einer gesellschaftlich besseren Lösung: Wir wollen die Spieler*innen motivieren, sich von einem beliebigen Strategieprofil zu einem beliebigen Nash-Gleichgewicht zu bewegen, sodass einige, die wir als Kontrollgruppe bezeichnen, so spielen, dass das Spielen der sozial optimalen Gleichgewichte im besten Interesse der anderen Spieler*innen ist. Wir beweisen, dass es im Allgemeinen schwierig ist, eine solche Steuerung zu approximieren, und stellen Algorithmen zur Verfügung, um eine Steuerung in einigen wichtigen Spielklassen zu approximieren. Effizienz, Fairness und stärkebasierte Verfeinerungen von Nash-Gleichgewichten: In dem Versuch, das Spiel präzise und realistisch vorherzusagen, verfeinern wir das Konzept des Nash-Gleichgewichts, indem wir die Gleichgewichte mit dem höchsten sozialen Wohlstand, der größten Fairness oder der größten Stärke auswählen. Wir analysieren die Verbindungen zwischen diesen Verfeinerungen.

Resource management, scheduling, algorithmic game theory

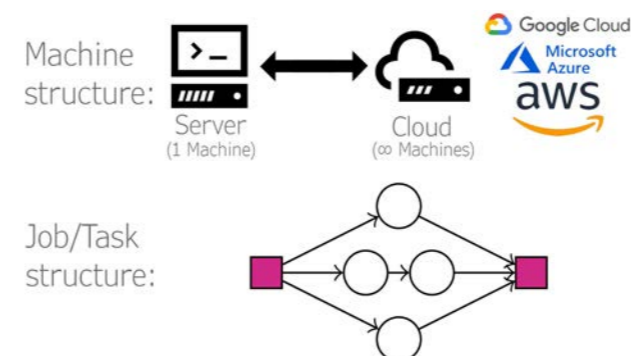
In the Collaborative Research Center “On-the-Fly Computing”, we effectively allocate resources like storage and computing capacity and consider problems like facility location and scheduling, which are tailored to the requirements of composed software. In Game Theory, we design solution concepts, analyse their efficiency and model realistic aspects of behaviour, such as legality and social values as well as devise approximation algorithms.

Heterogeneous resource allocation


In the resource allocation, we develop algorithms that manage resources in a network that are requested over time from different locations in the network. Answering the requests generates a cost that depends on the distance from a resource to the request. Therefore, resources should be close to the requests. The goal is to generate minimal costs while keeping the position of future requests unknown. Managing different resources together allows the algorithm to incur less cost than if they were managed separately. We have extended the three models page migration, facility location and k-server to include heterogeneity and observed various influences on competitiveness. We developed both lower bounds and competitive algorithms for each model, which often come close to the lower bounds.


Server cloud scheduling


Scheduling is about distributing a set of jobs to be executed among machines in such a way that certain objective functions are optimised. We researched a model in which jobs require exclusive access to additional shared resources. The goal is to distribute the jobs among the machines in such a way that the total runtime of the schedule is minimised. In another model that we considered, jobs can only be executed on the individual subsets of the machines and the goal is to




Übergabe auszuführender Jobs beim Server Cloud Scheduling. Kanten stellen Abhängigkeiten mit Kommunikationszeiten dar.
Passing the jobs to be executed for server cloud scheduling. The edges represent dependencies with communication times.

 **Dr. rer. nat. Till Knollmann**
E-mail: tillk@mail.upb.de

 **Dr. rer. nat. Simon Pukrop**
E-mail: simonjp@hni.upb.de

 **Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy**
E-mail: gpolevoy@mail.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 64 61

 Collaborative Research Center 901 “On-The-Fly Computing”, Subprojects A1, A2, and C4

minimise the total runtime. In server cloud scheduling, jobs must be executed on a combination of a free local server and a rentable but unlimited cloud. The goal is to have solutions that take into account both the total runtime and the cost of the resulting solution. This model was once again examined for possible extensions.

Algorithmic game theory


Fair, Individually Rational and Cheap Adjustment: Consider making a desired action profile strictly dominant using subsidies and tolls. We provided a fair and individually rational game adjustment, such that the total outside investments sum up to zero at any profile. We now extend the results to infinite games and prove that we cannot achieve such results without knowing the players' utilities. Moving to a Socially Better Solution: We aim to motivate the players to move from any strategy profile to any Nash equilibrium making some players, whom we call the control set, play such that playing the socially optimum equilibria becomes something that is in the best interest of the others. We prove the immense difficulty of even approximating such a control in general, and provide algorithms to approximate a control set in some important classes of games. Efficiency, Fairness and Strength-based Refinements of Nash Equilibria: In attempt to predict the play precisely and realistically, we refine the Nash Equilibrium concept, selecting the equilibria with the maximum social welfare, fairness or strength (stability). We subsequently analyse the connections between those refinements, thereby providing practical tools and theoretically useful insights.

Integrierte Schaltungen für Kommunikation und Sensorik

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

Die moderne Nano- und Mikroelektronik ermöglicht die Kombination von komplexen, digitalen Schaltungen, analogen Schaltungen und neuartigen Bauelementen auf einem Chip. Wir forschen an einer neuen Generation von extrem energieeffizienten integrierten Systemen, in denen Mikrochips mit hoher Geschwindigkeit kommunizieren und Daten verarbeiten und ihre Umwelt durch Sensoren mit immer höherer Genauigkeit erkennen.

E-Mail: christoph.scheytt@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 63 50

 www.hni.upb.de/sct

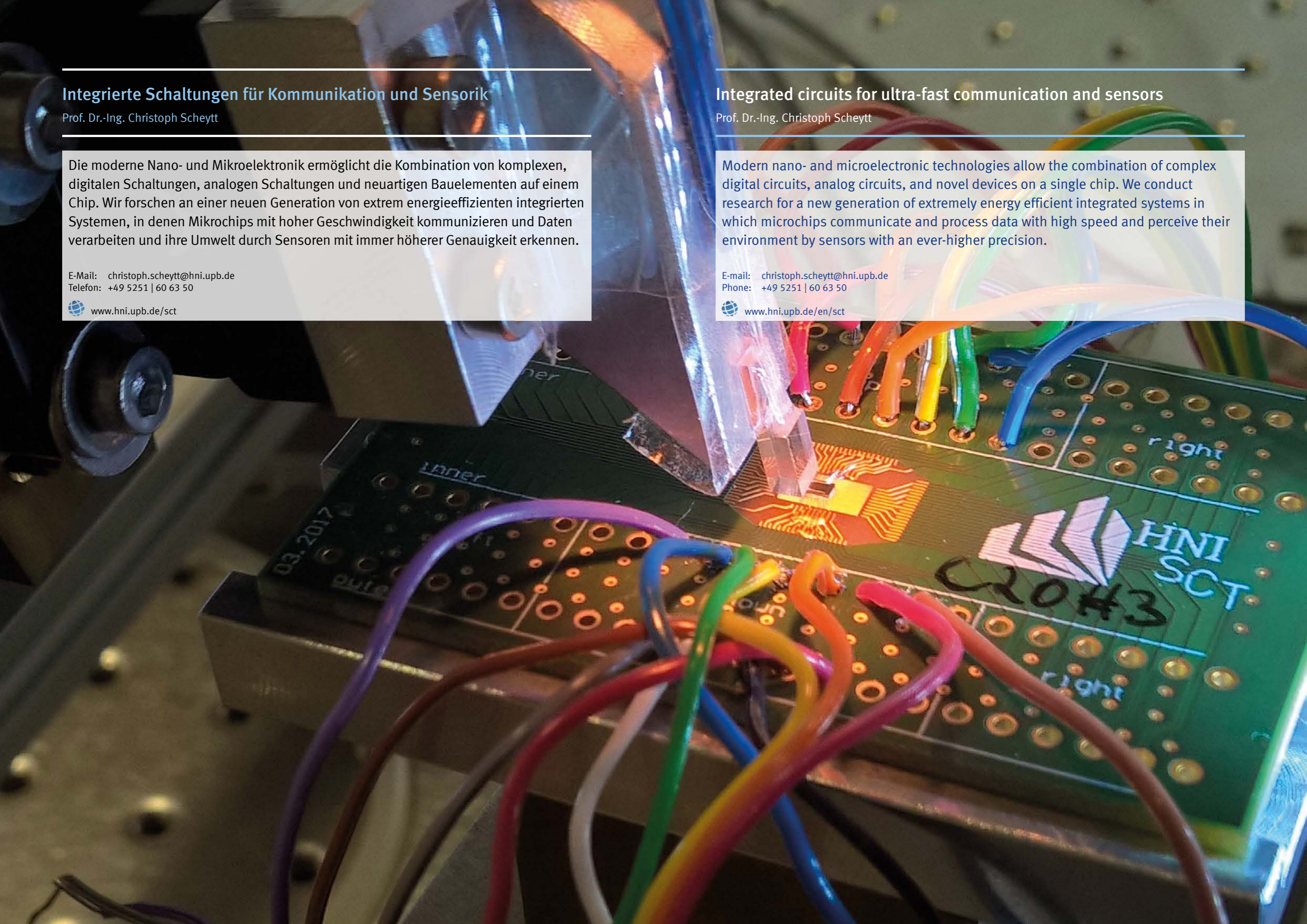
Integrated circuits for ultra-fast communication and sensors

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

Modern nano- and microelectronic technologies allow the combination of complex digital circuits, analog circuits, and novel devices on a single chip. We conduct research for a new generation of extremely energy efficient integrated systems in which microchips communicate and process data with high speed and perceive their environment by sensors with an ever-higher precision.

E-mail: christoph.scheytt@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 63 50

 www.hni.upb.de/en/sct



Vertrauenswürdige Elektronik durch quelloffene Architekturen

Zukunftsfähige RISC-V-Spezialprozessoren

RISC-V bezeichnet eine neue Generation von RISC-basierten (Reduced Instruction Set Computer) Prozessoren, welche 2010 als quelloffene und lizenzfreie Befehlssatzarchitektur initiiert wurde. Seit 2017 forscht und lehrt die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ im Bereich von RISC-V-Prozessoren.

RISC-V als quelloffenes Ökosystem

Die quelloffene freie Verfügbarkeit von RISC-V beschränkt sich nicht nur auf die Dokumentation des Befehlssatzes, sondern umfasst auch eine mittlerweile breite Palette von Hardwaremodellen und Entwicklungswerkzeugen. So sind verschiedene Varianten RISC-V-basierter Hardwaremodelle, wie z. B. PULPissimo (ETH Zürich/Universität Bologna) und Rocket CPU (UC Berkeley), frei verfügbar, deren Synthetisierbarkeit in der Chipfertigung unter Verwendung diverser CMOS-Prozesstechnologien unter Beweis gestellt wurde.

Die Arbeiten der Fachgruppe umfassen in diesem Bereich Hardware- und Chipentwicklungen auf Basis der PULPissimo und der Rocket-CPU-Plattform für Mehrkern-Architekturen im Bereich sicherheitskritischer und fehlertoleranter Systeme, wie z. B. verschiedenen Lock-Step- und skalierbare Grid-Varianten.

Das Scale4Edge-Projekt

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts Scale4Edge (Skalierbare Infrastruktur für Edge-Computing) erforscht die Fachgruppe Schaltungstechnik seit 2020 mit 18 anderen renommierten deutschen Universitäten, Instituten und Industriepartnern unter Koordination der Infineon Technologies AG den Entwurf zukunftsfähiger Spezialprozessoren. Scale4Edge entwickelt ein Ökosystem für eine RISC-V-basierte skalierbare und flexibel erweiterbare Edge-Computing-Plattform. Die Arbeiten der Universität Paderborn konzentrierten sich im Scale4Edge-Projekt auf den Entwurf und Test von zuverlässigen RISC-V-Prozessoren und auf die Entwurfsautomatisierung für 22nm- und 130nm-CMOS-Chips. In Kooperation mit der Robert Bosch GmbH, der MINRES Technologies GmbH und der Eberhard Karls Universität Tübingen führte die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ den physikalischen Chipentwurf durch, der mit dem 22nm 22FDX-Prozess von GlobalFoundries gefertigt wurde. Zur Taktgenerierung bis 1,2 GHz wurde eine analoge PLL der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ integriert.

Mit Professor Krstic, IHP GmbH (Frankfurt/Oder), entwickelte die Fachgruppe Komponenten für zuverlässige RISC-V-basierte Pro-

zessoren in einer IHP130nm-Technologie und adaptierte die frei verfügbare RISC-V-PULPissimo-Plattform mit dem RI5CY-Prozessorkern an zuverlässigkeitsspezifische Anforderungen. In diesem Rahmen wurde eine Hochfrequenz-Komponente zur Clock- und Data-Recovery (CDR) für ultraschnelle serielle Datentransfers mit bis zu 28 Gbps erforscht und gefertigt, die im nächsten Jahr weiter bis 56 Gbps optimiert werden soll.

Grid of Processing Cells

2022 wurden im Bereich von skalierbaren Prozessor-Grids weitere gemeinsame Forschungsarbeiten mit der UC (University of California) Irvine, USA, initiiert, die im Rahmen einer kooperativen Projektgruppe der Universität Paderborn durchgeführt wurden. Diese Arbeiten wurden unter Verwendung des Chipyard-Frameworks der UC Berkeley durchgeführt. Hierbei wurde die GPC-Architektur von Professor Dömer in eine hochgradig skalierbare Chisel-Implementierung auf Basis der Rocket-CPU-Architektur überführt, die mit dem Rocket-Chip-Generator zur Hardware-Software-Simulation in RTL-Code übersetzt wurde. Für den Xilinx-VCU108-FPGA wurde so ein 8x8-Grid mit 64 RISC-V-Prozessorkernen synthetisiert, auf dem in C als Software ein systolischer Algorithmus zur Matrix-Multiplikation erfolgreich implementiert und evaluiert werden konnte. In diesem Rahmen entstand auch eine Kooperation mit dem Paderborn Center for Parallel Computing (PC²) zur Portierung des FPGA-beschleunigten FireSim-Simulators auf dem Noctua2-Cluster unter AWS (Amazon Web Services). Diese Arbeiten sollen 2024 mit dem Chipyard-Framework für einen Chipentwurf unter Verwendung von Cadence Genus/Innovus auf Basis der SkyWater-SKY130-Technologie weitergeführt werden.



apl. Prof. Dr. Wolfgang Müller
E-Mail: wmueller@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 63 52



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Scale4Edge/FKZ 16ME0133
Projekträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Trustworthy electronics through open source architectures

The Next Generation of Specialised RISC-V Processors



RISC-V stands for a new generation of RISC-based (Reduced Instruction Set Computer) processors, which was initiated in 2010 as an open-source and licence-free instruction set architecture and is now also attracting a great deal of attention worldwide for commercial applications. Since 2017, the “System and Circuit Technology” workgroup has carried out active research and teaching in the field of RISC-V processors.

RISC-V for an open source ecosystem

The open source availability is not limited to the instruction set of RISC-V. It also extends to a wide range of hardware models and development tools. Therefore, you can find different open source variants of RISC-V-based hardware models, such as PULPissimo (ETH Zurich/University of Bologna) and the Rocket CPU (UC Berkeley), whose synthesizability has already been proved in chip design and manufacturing using various CMOS process technologies. Our workgroup's current work covers software analysis as well as hardware and chip developments based on the PULPissimo and Rocket CPU platforms for multi-core architectures in the area of safety-critical and fault-tolerant systems, such as various lock-step and scalable grid variants.

The Scale4Edge project

As part of the BMBF-funded joint project Scale4Edge (Scalable Infrastructure for Edge Computing), the “System and Circuit Technology” workgroup has been researching the design of dedicated next generation processors with 18 other renowned German universities, institutes and industrial partners under the coordination of Infineon Technologies AG since 2020. Scale4Edge is developing an ecosystem for an RISC-V-based, scalable and flexibly expandable edge computing platform. In cooperation with Robert Bosch GmbH, MINRES Technologies GmbH and the Eberhard Karls University of Tübingen, the System and Circuit Technology group implemented a physical chip, which was manufactured in 22 nm 22FDX technology by GlobalFoundries. For clock generation up to 1.2 GHz, an analogue PLL from the “System and Circuit Technology” workgroup was integrated.

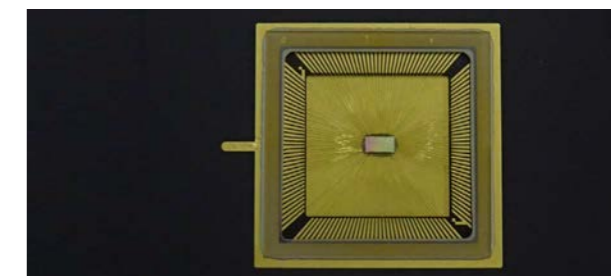
Together with Professor Krstic, IHP GmbH (Frankfurt/Oder), the System and Circuit Technology group developed components for reliable RISC-V-based processors in IHP130 nm technology and adapted the freely available RISC-V PULPissimo platform with the RI5CY processor core to the reliability-specific fault tolerant requirements. In this context, a high-frequency component for clock and data recovery (CDR) for ultra-fast serial data transfers with up to 28 Gbps was researched and manufactured, which is to be further optimised up to 56 Gbps next year.



apl. Prof. Dr. Wolfgang Müller
E-mail: wmueller@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 63 52



Supported by: German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Scale4Edge/FKZ 16ME0133
Project management: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH



Gefertigter Scale4Edge-Ökosystem-Chip in 22FDX-Technologie mit Glasabdeckung
Manufactured Scale4Edge ecosystem chip in 22FDX technology with a glass lid

Grid of processing cells

In 2022, additional joint research work was initiated with Professor Dömer from UC (University of California) Irvine, USA, in the field of scalable processor grids, which was carried out as part of a cooperative project group at Paderborn University. This work was carried out using the UC Berkeley Chipyard framework. Dömer's GPC architecture was converted into a highly scalable chisel implementation based on the Rocket CPU architecture, which was translated into RTL code using the Rocket Chip Generator for hardware-software simulation. For the Xilinx-VCU108-FPGA, an 8x8 grid with 64 RISC-V processor cores was synthesised on which a systolic algorithm for matrix multiplication could be successfully implemented and evaluated in C as software. In this context, a cooperation with the Paderborn Center for Parallel Computing (PC²) was established to port the FPGA-accelerated FireSim simulator to the Noctua2 cluster under AWS (Amazon Web Services). This work is to be continued in 2024 with the Chipyard framework for chip design using Cadence Genus/Innovus based on SkyWater SKY130 technology.

Forschung trifft auf Unternehmertum

Start-up zur Kommerzialisierung eines Signalgenerators

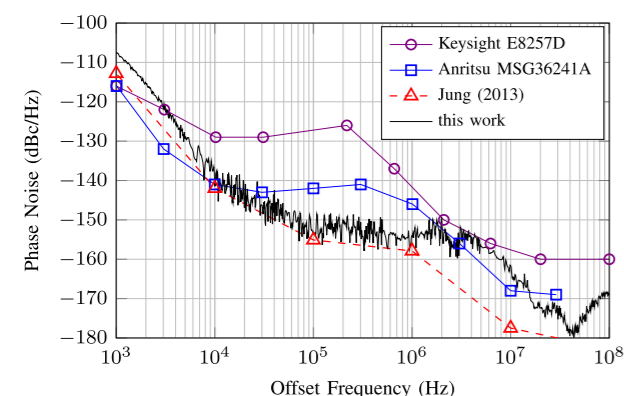
Präzise Signale spielen in einer Vielzahl von Anwendungen eine Schlüsselrolle, von Messsystemen bis hin zu Radar und Telekommunikation. Der bahnbrechende optoelektronische Signalgenerator, der in der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ entwickelt wurde, hat die Erzeugung analoger Signale mit extrem geringem Phasenrauschen ermöglicht. Diese Spitzentechnologie soll nun durch ein Spin-off-Unternehmen an den Markt gebracht werden.

Fortschritte in der Frequenzsynthese

Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ des Heinz Nixdorf Instituts hat einen Frequenzsynthesizer entwickelt, der sich durch außergewöhnlich geringen Jitter auszeichnet. Dieser neuartige Frequenzsynthesizer nutzt einen modengekoppelten Laser (MLL) als Taktquelle. MLLs bieten die Möglichkeit, einen rauscharmen optischen Referenztakt zu erzeugen, der gegenüber herkömmlichen Systemen eine um Größenordnungen höhere Präzision von Zeitintervallen aufweist. Die Herausforderung besteht jedoch darin, die von MLLs erzeugten optischen Impulse in einen herkömmlichen Phasenregelkreis (PLL) zu integrieren, um ein Mikrowellensignal zu erzeugen. Zur Integration des MLL wurde eine optoelektronische PLL (OEPLL) entwickelt, die auf einem symmetrischen optischen Mikrowellenphasendetektor (BOMPD) basiert. Der Einbau einer solchen OEPLL verbessert die Reduzierung des Phasenrauschens erheblich.

Finanzierung für die Ausgründung

Der entwickelte Prototyp übertrifft das Rauschen von Signalgeneratoren mit konventioneller Technologie deutlich. Inspiriert durch die Forschungsergebnisse strebt die Fachgruppe die



Vergleich des Phasenrauschens von Mikrowellen-Frequenzsynthesizern bei 10 GHz: (violett) Keysight E8257D, (blau) Anritsu MG3690C, (rot) schmalbandige OEPLL und (schwarz) unsere breitbandige OEPLL
Phase noise comparison of microwave frequency synthesizers at 10 GHz: (violet) Keysight E8257D, (blue) Anritsu MG3690C, (red) narrow band OEPLL and (black) our wideband OEPLL



Dr. Peter Hertenstein
E-Mail: peter.hertenstein@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 63 44



Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Gründung eines Start-ups zur Entwicklung von Signalgeneratoren als Laborgeräte an. Solche Geräte werden als Testgeräte in der Experimentalphysik, für die Forschung und Entwicklung von Quantencomputern sowie für Radar- oder Telekommunikationsanwendungen eingesetzt. Das Gründungsvorhaben RadiOptics wird durch das EXIST-Forschungstransferprogramm unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. EXIST engagiert sich dafür, herausragende wissenschaftliche Gründungsprojekte von Anfang an zu fördern und sie auf dem Weg zu einer erfolgreichen Unternehmensgründung zu begleiten.

Brückenschlag für Innovationen und Auswirkungen auf den Markt

RadiOptics schließt die kritische Innovationslücke zwischen akademischer Forschung und Marktwirkung. Die Kombination modernster Frequenzsynthesetechnologie und Unternehmerteil ermöglicht es, an der Schnittstelle zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und Anwendungen für die Wirtschaft zu agieren. Die erfolgreiche Integration der optoelektronischen PLL eröffnet Möglichkeiten für breitere Marktanwendungen. RadiOptics ist bestrebt, die Grenzen der Signalerzeugung zu erweitern und Industriestandards neu zu definieren. Das Start-up geht davon aus, dass seine Auswirkungen über traditionelle Bereiche hinausgehen und auch neue Bereiche wie Quantenkommunikation und drahtlose Technologien der nächsten Generation beeinflussen. Durch die strategische Steuerung der komplexen Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft möchte RadiOptics eine neue Ära einläuten, in der Präzision und Zuverlässigkeit in Signalerzeugungslösungen nahtlos zusammenlaufen.

Research meets entrepreneurship

Signal generator developed at the workgroup to be commercialised in a start-up

Precise signals play a key role in a variety of applications, spanning from precision measurement systems to radar and telecommunications. The pioneering opto-electronic signal generator, conceived within the “System and Circuit Technology” workgroup, has empowered the creation of analogue signals featuring remarkably low phase noise. This cutting-edge technology is now poised for commercialisation through a spin-off enterprise.

Advancements in frequency synthesis

Within the Heinz Nixdorf Institute, the “System and Circuit Technology” workgroup has engineered a frequency synthesiser that boasts exceptionally low jitter. This novel frequency synthesiser capitalises on a mode-locked laser (MLL) as its clock source. MLLs offer the capacity to produce a low-noise optical reference clock, demonstrating orders of magnitude superior precision when measuring time intervals. However, the challenge arises from integrating the optical pulses generated by MLLs into a conventional phase-locked loop (PLL) to produce a microwave signal. An opto-electronic PLL (OEPLL) based on a balanced optical microwave phase detector (BOMPD) was developed to integrate the MLL. The incorporation of such an OEPLL significantly enhances phase noise reduction.

Funding and entrepreneurial venture

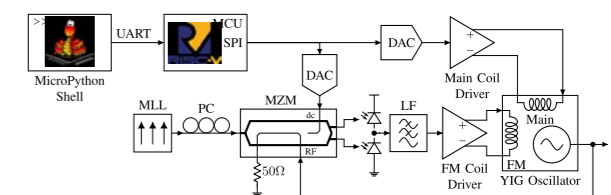
The developed prototype has already surpassed the performance of leading signal generators relying on conventional technology. Inspired by the research outcomes, the group aspires to found a start-up to develop signal generators as laboratory devices. Such devices are used as test equipment in experimental physics, for the research and development of quantum computing as well as radar or telecommunications applications. The start-up project RadiOptics is supported by the EXIST research transfer programme under the aegis of the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Protection (BMWK). EXIST is committed to nurturing exceptional scientific start-up projects from their inception, guiding them towards successful company formation. Bridging the Innovation Gap and Market Impact



Dr. Peter Hertenstein
E-mail: peter.hertenstein@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 63 44



Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMBF)



Blockschaltbild des entwickelten Frequenzsynthesizers. MCU, Mikrocontrollereinheit; DAC, Digital-Analog-Wandler; MLL, modengekoppelter Laser; MZM, Mach-Zehnder-Modulator; PC, Polarisationsregler; LPF, Tiefpassfilter; YIG, Yttrium-Eisen-Granat

Block diagram of the developed frequency synthesiser. MCU, microcontroller unit; DAC, digital to analogue converter; MLL, mode-locked laser; MZM, Mach-Zehnder modulator; PC, polarisation controller; LPF, low pass filter; YIG, Yttrium Iron Garnet Blockschal

Bridging the innovation gap and market impact

As RadiOptics advances towards commercialisation, it bridges the crucial innovation gap between academic research and the market impact. Combining cutting-edge frequency synthesis technology and entrepreneurial spirit enables the start-up to operate at the intersect between scientific ingenuity and real-world applications. The successful integration of the opto-electronic PLL not only refines signal generators for laboratory use but also opens avenues for broader market applications. With a commitment to pushing the boundaries of signal generation, RadiOptics aims to redefine the industry standards. The start-up envisions its impact extending beyond traditional domains, potentially influencing emerging fields like quantum communication and next-generation wireless technologies. By strategically navigating the intricate intersection of technology and business, RadiOptics strives to usher in a new era where precision and reliability converge seamlessly in signal generation solutions, transforming the landscape of scientific and industrial applications alike.



>> Von den rauschenden Flüssen bis zu den schlagenden Herzen –
in der Welt dreht es sich um den harmonischen Tanz von Frequenzen.
Lass Dich auf die richtige Bandbreite ein! <<

>> From the roaring river to the beating heart, the world revolves around
the harmonious dance of frequencies. Tune into the right bandwidth! <<

Babak Sadiye

M.Sc.
Schaltungstechnik

Ich bin Babak, ein 28-jähriger Elektronikingenieur aus Mahabad, Kurdistan. Seit November 2021 arbeite ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ unter der Leitung von Professor Christoph Scheytt.

Mein technisches Denken geht auf meine Kindheit zurück, in der ich zusammen mit meinem Bruder unsere Spielkonsolen inspizierte, elektronische Geräte manipulierte und die Wände mit einer einfachen elektrischen Armatur durchbohrte. Einige Jahre später begann ich meine akademische Reise und machte einen Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik und später meinen Master-Abschluss mit Schwerpunkt IC-Design in einer geschäftigen Stadt wie Teheran. Die Entdeckung der Ursachen von Phänomenen, ob wissenschaftlich oder gesellschaftlich, bereitet mir große Freude, und ich glaube, dass ich nie aufhören werde, Neues zu lernen. Um mich weiterzubilden und ein neues Leben fernab meiner Heimat kennenzulernen, habe ich mich für eine Promotion in Deutschland entschieden und mich bei der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ am Heinz Nixdorf Institut beworben.

In unserer Fachgruppe erforschen wir verschiedene innovative Aspekte integrierter Schaltungen, und ich beschäftige mich derzeit mit der Entwicklung von Frequenzsynthesizern, einer elektronischen Komponente, die in fast jedem Chip allgegenwärtig ist. Die Chancen stehen gut, dass sich ein paar davon in Ihrer Tasche befinden, wenn Sie dies lesen. Bei der Vertiefung meines Themas verwende ich Mixed-Signal-Ansätze, die sowohl analoge als auch digitale Schaltungstechniken integrieren, um kosten- und energieeffiziente Phase-Locked Loops zu entwickeln, die reine Töne mit der gewünschten Frequenz erzeugen. Um ehrlich zu sein, je tiefer ich in den elektronischen Bereich eintauchte, desto sicherer wurde ich, dass ich die richtige Wahl getroffen hatte.

Ich stamme aus einer Bergregion und habe daher eine tiefe Vorliebe für die Berge und die Ruhe, die sie ausstrahlen, so dass Wandern und Camping mit Freunden meine erste Wahl sind. Darüber hinaus reise ich sehr gerne und erkunde neue Orte. Außerdem verfolge ich gerne die politischen Nachrichten und beschäftige mich eingehend mit geschichts- und politikbezogener Literatur.

Babak Sadiye

M.Sc.
System and Circuit Technology

I am Babak, a 28 year old electronics engineer from Mahabad, Kurdistan. Since November 2021, I've been working as a research assistant in the "System and Circuit Technology" workgroup headed by Professor Christoph Scheytt.

My engineering mindset traces back to my childhood, where together with my brother, we used to inspect our gaming consoles, tampering with electronic devices and puncturing the walls with a simple armature. Several years later, I embarked on my academic journey and pursued a bachelor's degree in electronic engineering, and later on, I obtained my master's degree with a focus on IC design in a bustling city like Tehran. Discovering the reasons behind phenomena, whether scientific or social, brings me immense joy. There will never be a time when I stop learning new things. In this regard, to expand my education as well as to experience a new life far away from my homeland, I opted to pursue a PhD in Germany and I applied to the "System and Circuit Technology" workgroup at Heinz Nixdorf Institute.

In our group, we are involved in exploring various cutting-edge aspects of Integrated Circuits, and I am currently engaged in developing frequency synthesizers, which are electronic components ubiquitous in nearly every chip. Chances are, a few of these are in your pockets at the time you are reading this. Delving more into my subject, I employ mixed-signal approaches, integrating both analogue and digital circuit techniques, to design cost and power efficient Phase-Locked Loops which generate pure tones at the desired frequency. The deeper I immerse myself in the electronic field, the more confident I am that I have made the right choice.

I come from a mountainous region and, therefore, I have a deep fondness for mountains and the serenity they hold, making hiking and camping with friends my first choice of activities. In addition I thoroughly enjoy travelling and exploring new places, and I also take pleasure in staying abreast of political news and engaging deeply in literature related to history and politics.

Entwurf, Regelung und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Der modellbasierte Entwurf ist eine wesentliche Technologie bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Sowohl die Spezifikation von Komponenten wie Aktoren und Sensoren wie auch die Regelungssynthese und der Systemtest beruhen auf Modellen. Die Integration von Modellierung und Simulation hat somit eine entscheidende Bedeutung bei der Entwicklung intelligenter mechatronischer Produkte.

E-Mail: ansgar.traechtler@rtm.upb.de
Telefon: +49 52 51 | 60 62 76

 www.hni.upb.de/rtm

Design, control and optimisation of intelligent mechatronic systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Model-based design is an essential technology in the development of mechatronic systems. The specification of components, such as actuators and sensors as well as controller synthesis and system tests, are based on models. The integration of modeling and simulation in the design process is of vital importance in the development of intelligent mechatronic products.

E-mail: ansgar.traechtler@rtm.upb.de
Phone: +49 52 51 | 60 62 76

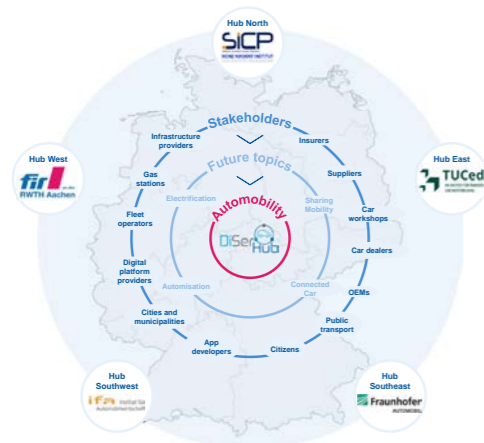
 www.hni.upb.de/en/rtm

Digitale Services für die Automobilindustrie (DiSerHub)

Transformations-Hub für eine nachhaltigere Nutzung von Automobilen durch digitale Geschäftsmodelle

Mit gezieltem Wissenstransfer wollen fünf Projektpartner die nachhaltigere Nutzung von Automobilen fördern. Dazu haben sie sich in einem bundesweit aktiven Transformations-Hub zusammengeschlossen: Das FIR an der RWTH Aachen, die Universität Paderborn mit dem Heinz Nixdorf Institut und dem SICP, das TUCed der TU Chemnitz, das Institut für Automobilwirtschaft (IfA) sowie die Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion.

Digitale Services und neue digitale Geschäftsmodelle ermöglichen eine neue Ära in der Automobilindustrie, bei der nicht mehr das Fahrzeug, sondern die Nutzer*innen und deren Mobilität im Vordergrund stehen. Dadurch versprechen digitale Services und neue, digitale Geschäftsmodelle in den nächsten Jahren große Umsatz- wie auch Ressourceneffizienzpotenziale. Allerdings sind digitale Services für viele Akteur*innen in der deutschen Automobilindustrie nicht nur bisher zu wenig bekannt und genutzt. Vielmehr werden sie als eine existenzielle Bedrohung wahrgenommen, da zunehmend finanzstarke Player aus der IT-Industrie in den Automobilmarkt drängen.




DiSerHub Themen und Akteur*innen
DiSerHub topics and stakeholders


„Das Projektvorhaben DiSerHub strebt daher an, einen Transformations-Hub für digitale Services und neue, digitale Geschäftsmodelle für etablierte und neue Akteur*innen mit Fokus auf der Nutzungsphase von Automobilen zu etablieren“, erläutert Dr. Christoph Weskamp, R&D Manager Digital Business im Software Innovation Campus Paderborn.

Digitale Services und Geschäftsmodelle können zu einer verbesserten und nachhaltigeren Nutzung von Automobilen beitragen. So können z. B. Services rund um den Betrieb der Elektromobilität dazu beitragen, die Nutzung von Elektrofahr-

zeugen kundenorientierter und effizienter zu gestalten. Lange Ladezeiten, Einschränkungen hinsichtlich der Reichweite oder auch Reparaturkonzepte hinsichtlich Kosten, Akzeptanz und Nutzbarkeit können so optimiert werden. Außerdem bündeln die Wissenschaftler*innen u. a. ihre Expertise im Bereich der dynamischen Verkehrsflusssteuerung durch Echtzeitdaten: „Im Fokus steht für uns, aktuelle Forschungsergebnisse für kleine und mittelständische Unternehmen sowie Städte und Kommunen erlebbar zu machen“, ergänzt Professor Ansgar Trächtler.

Die Realisierung ist über den kompletten Projektzeitraum von 36 Monaten geplant. Die Universität Paderborn leitet das erste Arbeitspaket der Konzeptionierung, in welchem Wissen aus verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten aufbereitet, visualisiert und bereitgestellt wird. Dazu gehören auch Demonstratoren und Erlebnisumgebungen. Im weiteren Verlauf des Projekts wird das aufbereitete Wissen in verschiedenen Formaten zugänglich gemacht. Dazu gehören beispielsweise Whitepaper und Podcasts, aber auch Live-Formate. Das Schwerpunktthema der Universität Paderborn im Projektvorhaben liegt auf der Konzeptionierung, Pilotierung und Etablierung von Services rund um digitale Ökosysteme für vernetztes automatisiertes Fahren. Konkret wird auch ein Reallabor geschaffen, in dem verschiedene Demonstratoren für automatisiertes Fahren mit Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie ihrer Umgebung und damit verknüpfte digitale Services erlebt werden können.

 **Christopher Lüke, M.Sc.**
E-Mail: christopher.lueke@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 96

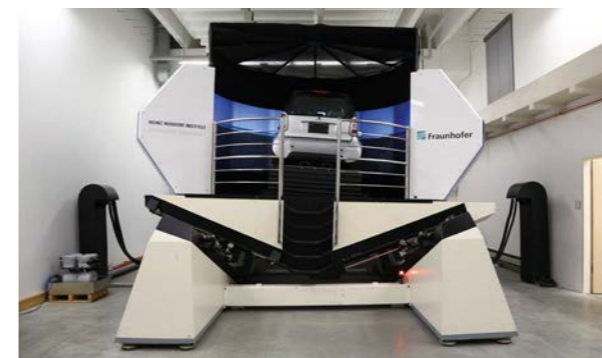
 Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Projekträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Projektpartner: FIR an der RWTH Aachen, Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion, IfA – Institut für Automobilwirtschaft, Software Innovation Campus Paderborn, TUCed – An-Institut der TU Chemnitz

Digital services for the automotive industry (DiSerHub)

Transformation hub for the more sustainable use of automobiles through digital business models

Five project partners want to achieve this goal with specific knowledge transfer and have joined forces in a transformation hub that is active throughout Germany. The FIR at RWTH Aachen University, the Paderborn University with the Heinz Nixdorf Institute and the SICP, the TUCed at TU Chemnitz, the Institute for Automotive Business (IfA) and the Fraunhofer Alliance autoMOBILproduktion. Together, they want to promote the more sustainable use of automobiles.


Digital services and new digital business models are enabling a new era in the automotive industry that no longer focuses on vehicles but rather on users and their mobility. As a result, digital services and new, digital business models promise major revenue and resource efficiency potential in the coming years. However, for many players in the German automotive industry, digital services are not well known and have not been used much to date. Rather, they are perceived as an existential threat, as increasingly financially strong companies from the IT industry are entering the automotive market.



Virtual Reality am ATMOS-Fahrsimulator wird Teil des Reallabors
Virtual reality on the ATMOS driving simulator will become part of the live lab

“Therefore, the DiSerHub project aims to establish a transformation hub for digital services and new, digital business models for established and new players with a focus on the use phase of automobiles,” explains Dr Christoph Weskamp, R&D Manager Digital Business at the Software Innovation Campus Paderborn.

Digital services and business models can contribute to an improved and more sustainable use of automobiles. For example, services related to the operation of electromobility can help to make the use of electric vehicles more customer-oriented and efficient. Long charging times, restrictions in terms of range or even repair concepts in terms of costs, acceptance and usability can thus be optimised. The scientists are also

 **Christopher Lüke, M.Sc.**
E-mail: christopher.lueke@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 96

 Supported by: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Project management: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Project partners: FIR at RWTH Aachen, Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion, IfA – Institute for Automotive Business, Software Innovation Campus Paderborn, TUCed – affiliated institute at TU Chemnitz

pooling their expertise in the field of dynamic traffic flow control using real-time data, among other things: “Our focus is on making current research results tangible for small and medium-sized enterprises as well as cities and municipalities,” adds Professor Ansgar Trächtler.

The realisation is planned over the complete project period of 36 months. The Paderborn University was leading the first work package of conceptual design, in which knowledge from various research and development projects will be processed, visualised and made available. This includes demonstrators and experience environments. In the further course of the project, the prepared knowledge will be made accessible in various formats. These include white papers and podcasts, for example, but also live formats. The focus of the Paderborn University in the project is on the conceptualisation, piloting and establishment of services around digital ecosystems for connected automated driving. Specifically, a live lab will be created in which various demonstrators for automated driving with communication between vehicles and their environment and associated digital services can be experienced.

Forschungsprojekt entwickelt nachhaltigen Scheinwerfer

Das Heinz Nixdorf Institut optimiert die Nutzungsphase durch Minimierung der Energieaufnahme

Die Entwicklung moderner Automobilscheinwerfer unterliegt vielseitigen gestalterischen, technischen und monetären Anforderungen, wobei der ökologische Fußabdruck des gesamten Produktlebenszyklus bislang nicht die zentrale Rolle spielte. Deshalb wird im Verbundprojekt NALYSES ein Life Cycle Assessment durchgeführt, bei welchem das Heinz Nixdorf Institut die Nutzungsphase aus effizienzoptimaler Sicht betrachtet.

Das Ziel des Projektes NALYSES ist die ganzheitliche Betrachtung des Produktlebenszyklus am Beispiel eines hochkomplexen mechatronischen Produktes: dem Automobilscheinwerfer. Der Automobilzulieferer HELLA übernimmt dabei die Konsortialführung und unterstützt vor allem durch die Kompetenzen in der automobilen Lichttechnik.

Die beteiligten Projektpartner legen ihren Fokus jeweils auf verschiedene Phasen des kreislauffähigen Produktlebenszyklus. So legt beispielsweise Covestro den Schwerpunkt des Engagements in diesem Projekt auf die Konzeption einer Material- und Recyclingstrategie. So wurde bereits ein Konzept für einen Monomaterial-Scheinwerfer entwickelt, der nur aus Polycarbonat besteht und deshalb einfach recycelt werden kann. Andere Aspekte bringen geba sowie die Hochschule Hamm-Lippstadt durch ihre Expertise zu nachhaltigen Materialien ein. Darüber hinaus definiert die BMW Group die gesamthaften Systemanforderungen der Automobilhersteller. Miele ist in das Forschungsprojekt involviert, um Erkenntnisse auch in andere Branchen zu übertragen. Durch den Aufbau eines digitalen Zwillinges durch das Fraunhofer IEM wird es schließlich möglich, den CO₂-Fußabdruck des Scheinwerfers in kürzester Zeit zu ermitteln. So lassen sich etwa die Recyclingfähigkeit und die Auswirkungen der Materialauswahl bereits in der Designphase evaluieren und weitere Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks einleiten.

Mit Blick auf das Heinz Nixdorf Institut und die Arbeitspakete rund um die Nutzungsphase des zukünftig nachhaltigeren Scheinwerfers steht zu Beginn des Projektes vor allem die Erarbeitung und Realisierung von Bewertungsmöglichkeiten von Lichtverteilungen der Automobilscheinwerfer an. Zunächst wird eine virtuelle Umgebung geschaffen, in welcher eine objektive und subjektive Bewertung von Lichtverteilungen möglich ist. Durch die Implementierung von objektiven Kriterien der Gesetzeskonformität und möglichst objektiver Kriterien der Kundenakzeptanz soll eine umfassende Bewertung von Lichtverteilungen möglich sein. Die gefundenen Kriterien fungieren anschließend als Randbedingungen



Simulationsumgebung Hyperion, welche zum Test von Lichtfunktionen und Fahrerassistenzfunktionen dient.
Hyperion simulation environment, which is used to test lighting functions and driver assistance functions.

für die Optimierung mit dem Hauptkriterium der Minimierung des Energiebedarfs der Scheinwerferlichtverteilungen für verschiedene Fahrsituationen. Insgesamt soll so ein hinsichtlich der Nutzungsphase energetisch optimaler nachhaltiger Scheinwerfer resultieren.



Niklas Fittkau, M.Sc.
E-Mail: niklas.fittkau@hni.upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 62 87



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Projektträger: PTKA Projektträger Karlsruhe
Projektpartner: HELLA GmbH & Co. KGaA, Covestro Deutschland AG, BMW Group, geba Kunststoffcompounds GmbH, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, Hochschule Hamm-Lippstadt, Miele & Cie. KG

Research project develops sustainable headlights



The Heinz Nixdorf Institute optimises the usage phase by minimising energy consumption

The development of modern automotive headlights is subject to a wide range of design, technical and monetary requirements, whereby the ecological footprint of the entire product life cycle has not played a central role to date. For this reason, a life cycle assessment is being carried out in the NALYSES joint project, in which the Heinz Nixdorf Institute is looking at the use phase from an efficiency-optimised perspective.

The aim of the NALYSES project is to take a holistic view of the product life cycle using the example of a highly complex mechatronic product: the automotive headlight. The automotive supplier HELLA is taking the lead in the consortium and is providing support primarily through its expertise in automotive lighting technology.

The project partners involved each focus on different phases of the recyclable product life cycle. Covestro, for example, is focusing its involvement in this project on designing a material and recycling strategy. For example, a concept has already been developed for a mono-material headlight that consists only of polycarbonate and can, therefore, be easily recycled. Other aspects are being contributed by geba and the Hamm-Lippstadt University of Applied Sciences with their expertise in sustainable materials. In addition, the BMW Group defines the overall system requirements of car manufacturers. Miele is involved in the research project in order to transfer findings to other sectors. The development of a digital twin by the Fraunhofer IEM will ultimately make it possible to determine the CO₂ footprint of the headlight in the shortest possible time. For example, recyclability and the effects of material selection can already be evaluated during the design phase and further measures can be introduced to reduce the CO₂ footprint.

With a view to the Heinz Nixdorf Institute and the work packages relating to the usage phase of the more sustaina-

ble headlight of the future, the main focus at the start of the project is on the development and realisation of evaluation options for the light distributions of car headlights. First of all, a virtual environment will be created in which an objective and subjective evaluation of light distributions is possible. By implementing the objective criteria of legal conformity and criteria of customer acceptance that can be objectified as far as possible, a comprehensive evaluation of light distributions should be possible. The criteria found then act as boundary conditions for optimisation with the main criterion of minimising the energy requirement of the headlight light distributions for different driving situations. Overall, this should result in a sustainable headlight that is optimised in terms of energy consumption during the use phase.



Niklas Fittkau, M.Sc.
E-mail: niklas.fittkau@hni.upb.de
Phone: +49 5251 | 60 62 87



Supported by: Federal Ministry for Education and Research
Project management: PTKA Projektträger Karlsruhe
Project partners: HELLA GmbH & Co. KGaA, Covestro Deutschland AG, BMW Group, geba Kunststoffcompounds GmbH, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, Hochschule Hamm-Lippstadt, Miele & Cie. KG



»» Ich geh' nicht zurück, ich nehm' nur Anlauf! ««

»» I'm not going back; I'm just taking a run-up! ««

Niklas Fittkau

M.Sc.
Regelungstechnik und Mechatronik

Ich bin Ostwestfale, „PaderBORN and -RAISED“, wie man auch gerne sagt. Genauer komme ich aus der Gemeinde Hövelhof, die ich sehr gerne meine Heimat nenne. Nach dem Abitur am „Gymnasium Schloss Neuhaus“ lag es nahe, in der Heimat zu bleiben und an der Universität Paderborn zu studieren. Gesagt, getan, so begann ich mein Studium Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau.

Für Fertigungsverfahren, Werkstoffkunde oder Konstruktionslehre konnte ich mich nicht allzu sehr begeistern. Dafür aber umso mehr für Systemdynamik, Sensoren, Aktoren und alles, was mit bewegten mechatronischen Systemen zu tun hat. Schnell stand so für mich fest, dass die Vertiefung im Bereich Mechatronik das Richtige für mich ist. Regelungstechnik überzeugte mich darüber hinaus durch ihre Vielfältigkeit und den auch in der Natur häufig vorkommenden Ansatz von Rückkopplungseffekten. Seit Ende 2022 darf ich mich nun offiziell Master of Science nennen und arbeite als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“.

Im Bereich Fahrerassistenzsysteme bin ich in einem Projekt tätig, welches sich mit der Nachhaltigkeit beschäftigt. Auch wenn dieses Buzzword heutzutage viel zu häufig verwendet wird, kann ich doch mit Stolz behaupten, dass ich an einem industrienahen Förderprojekt arbeite, welches sich sehr methodisch und mit klaren Zielen dem Thema Nachhaltigkeit im Automobil widmet.

Im Projekt beschäftigen wir uns mit dem Automobilscheinwerfer und versuchen durch die Betrachtung aller Phasen des Produktlebenszyklus dieses hochtechnologische mechatronische Produkt nachhaltiger zu gestalten. Hierbei fokussiere ich mich auf die Nutzungsphase des Scheinwerfers. Man mag denken, dass ein Scheinwerfer „einfach nur leuchten muss“, doch weit gefehlt. Die Aspekte Sicherheit, Design und technischer Fortschritt haben aus der ehemaligen Glühlampe ein Produkt entstehen lassen, welches durch LED-Technik und Einbezug von Fahr- und Umgebungsdaten mehr als nur ein statischer Lichtspender ist.

Somit ist die Vision, durch die verschiedenen Daten, welche bereits vom Auto in der Fahrerassistenz oder der Navigation eingesetzt werden, auch die Scheinwerfer datenbasiert zu regeln. Die Umgebung soll dabei so sicher wie möglich, aber nur so viel wie nötig beleuchtet werden, ohne gesetzliche Vorgaben oder Designaspekte zu vernachlässigen, um eine minimale Energieaufnahme während der Nutzung zu realisieren.

Niklas Fittkau

M.Sc.
Control Engineering and Mechatronics

I am from East Westphalia, “PaderBORN and -RAISED”, as one likes to say. More precisely, I come from the municipality of Hövelhof, which I am very happy to call home. After graduating from “Gymnasium Schloss Neuhaus”, it made sense to stay at home and study at Paderborn University. No sooner said than done, I began my studies in industrial engineering.

I wasn't too enthusiastic about manufacturing processes, materials science or the theory of construction. However, I was all the more interested in system dynamics, sensors, actuators and everything to do with moving mechatronic systems. It quickly became clear to me that specialising in mechatronics was the right thing for me. Control engineering also impressed me with its diversity and the approach of feedback effects, which is also common in nature. Since the end of 2022, I can now officially call myself a Master of Science and have been working as a research assistant in the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup ever since.

In the field of driver assistance systems, I am working on a project that deals with sustainability. Even though this buzzword is used far too often these days, I can proudly say that I am working on an industry-related funding project that is dedicated to the topic of sustainability in the automobile in a very methodical way and with clear objectives.

In this project, we are looking at the automotive headlight and trying to make this high-tech mechatronic product more sustainable by considering all of the phases of the product life cycle. Here, I am focusing on the utilisation phase of the headlamp. You might think that a headlamp “just has to shine”, but far from it. The aspects of safety, design and technical progress have turned the former light bulb into a product that is more than just a static light source thanks to LED technology and the inclusion of driving and environmental data.

The vision is, therefore, to use the various data already used by the car in driver assistance or navigation to control the headlights based on data. The aim is to illuminate the surroundings as safely as possible, but only as much as necessary, without neglecting the legal requirements or design aspects in order to minimise energy consumption during use.

Reflexion der technisch-wissenschaftlichen Kultur

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Mit dem 19. Jahrhundert sind technisch-wissenschaftliche Entwicklungen zu einem prägenden Faktor der modernen Kultur geworden. Eine Philosophie und Ethik der Technik analysiert technische Visionen, Mensch-Technik-Relationen und soziotechnische Transformationen sowie normative und epistemische Herausforderungen dieser Entwicklungen.

E-Mail: suzana.alpsancar@upb.de
Telefon: +49 5251 | 60 24 32

Reflecting techno-scientific cultures

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

With the 19th century, technical-scientific developments have become a formative factor of modern culture. Philosophy and Ethics of Technology analyses technical visions, human-technology relations and socio-technical transformations and sheds light on the normative and epistemic challenges of these developments.

E-mail: suzana.alpsancar@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 24 32



Projekte der Angewandten Ethik

Technikethik in der digitalen Welt

Die Vision des autonomen Fahrens, KI-gestützte medizinische Diagnosen oder Roboter, die Kindern beim Lernen helfen sollen – die Optionen technologischer Entwicklungen stellen uns häufig vor neue epistemische und normative Fragen. Technikethik wägt moralische Implikationen neuer Technologien unter Unsicherheit ihrer Entwicklung und Anwendung ab, indem sie u. a. inhärente Wertbezüge expliziert und diskutiert.

Bedingungen der modernen technisch-wissenschaftlichen Kultur

Technikethische Bewertungen setzen auf technikphilosophischen Überlegungen auf. Letztere analysieren Mensch-Technik-Relationen in konkreten Anwendungsfällen, legen Subjektivierungs- und Objektivierungsformen typischer soziotechnischer Konfigurationen frei und zeigen epistemische Aspekte auf, die mit normativen Fragen verquickt sind (z. B. erklärbare KI). Technikphilosophie untersucht zudem, worin sich verschiedene Verständnisse von Technik unterscheiden, und hilft, die fortschreitende Technisierung der modernen Welt theoretisch zu reflektieren.

Autonomie, Agency und Verantwortung in Social AI/Robotics

Neue Möglichkeiten auf dem Feld der Human-AI-teams und Social Robots (z. B. joint activities) gehen über die bisherigen Interaktionsformen zwischen Mensch und Maschine oder Computer hinaus und unterlaufen deren bisherige technikphilosophische und -ethische Reflexion. In diesem Projekt geht es darum, aufbauend auf theoretischen Vorarbeiten und mit Blick auf konkrete technische Entwicklungsprojekte, die neuen Interaktionstypen zu erfassen und zu erkunden: Wie verändert sich z. B. das Erleben der eigenen Handlungsvermögen (user agency), wenn mit einem Assistenzroboter gemeinsam ausgehandelt wird, wie bestimmte Ziele am besten erreicht werden können? Welche möglichen Auswirkungen hat diese erlebte Kooperation auf die ethische Forderung nach bedeutsamer menschlicher Kontrolle (meaningful human oversight) und die soziale Praxis der Verantwortungszuschreibung?

CryoCultures

Das von der EU geförderte Forschungsprojekt „CryoCultures“ startet im Frühjahr 2024. In diesem Projekt werden wir zusammen mit Kolleg*innen in Canberra, Darmstadt und Duisburg/ Essen die kulturellen Faktoren und Bedingungen der Nutzung von Kühltechnologien und Kühlketten seit den 1950er-Jahren bis zur Gegenwart aufarbeiten und ethisch hinterfragen. Hierfür untersucht das Projekt vier paradigmatische gesellschaftliche



Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar
E-mail: suzana.alpsancar@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 24 32

Bereiche des alltäglichen Angewiesenseins auf Kühlketten: Essen, Wohnen, Datenverarbeitung und Biomedizin. In Paderborn ist das Teilprojekt zur Energiegeschichte und normativen Epistemologie von Rechenzentren angesiedelt. Erstens soll ein Überblick darüber gegeben werden, wann und wie der Energiebedarf von Rechenzentren erfasst wurde. Zweitens sollen die erkenntnistheoretischen und normativen Annahmen der verwendeten, recht unterschiedlichen Skalen, Konzepte und Datenquellen erläutert werden. Drittens werden diese Erkenntnisse im Lichte der aktuellen EU-Empfehlungen gemäß dem „Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres“ reflektiert.



Jahrbuch Technikphilosophie 2023
Yearbook Philosophy of Technology 2023



Projects in applied ethics

Ethics of technology in a digital world

Many current technological developments, such as autonomous driving, AI-assisted medical diagnoses or robots designed to help educate children demonstrate the potential to serve a greater cause, but also to raise societal and ethical concerns. By explicating normative implications of technologies, Ethics of Technology serves as a rational assessment for deciding how to design, regulate, adopt and cope with these technological advancements.

Conditions of the modern technical-scientific culture

Ethical evaluations need sound philosophical reflections of technologies. Philosophy of Technology analyses human-technology relations in concrete applications, uncovers forms of subjectification and objectification of typical socio-technical configurations and exposes the epistemological aspects that are intertwined with normative questions (e.g. explainable AI). Philosophy of Technology also explores the different concepts of technology and the ongoing technization of the modern world.

Autonomy, agency and responsibility in social AI/robotics

New possibilities in the field of human-AI teams and social robots (e.g. joint activities) go beyond the previous forms of interaction between humans and machines or humans and computers as well as undermine the previous philosophical and ethical reflection on technology. The aim of this project is to analyse and explore the new types of interaction on the basis of theoretical preliminary work and with a view to specific technical development projects: For example, how does the experience of one's own agency (user agency) change when jointly negotiating with an assistance robot as to how certain goals can best be achieved (the idea of mutual learning)? What possible effects does this experienced co-operation have on

the ethical demand for meaningful human oversight and the social practise of attributing responsibility?

CryoCultures

The EU-funded research project “CryoCultures” will start in spring 2024. The aim of this project is to analyse and ethically question the cultural factors and conditions of the use of cooling technologies and cold chains from the 1950s to the present day. To this end, together with colleagues in Canberra, Darmstadt and Duisburg/ Essen, we will examine four paradigmatic social areas of everyday reliance on cold chains: food, housing, data processing and biomedicine. The sub-project on the energy history of data centers is located in Paderborn. Firstly, an overview will be given of when and how the energy requirements of data centers were recorded. Secondly, the epistemological and normative assumptions of the quite different scales, concepts and data sources used will be explained. Thirdly, these findings will be reflected in the light of the current EU recommendations in accordance with the “Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres”.



Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar
E-mail: suzana.alpsancar@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 24 32



Die vier Risikoklassen des EU AI Acts
The four risk classes of the EU AI Act

Ethik und Normativität von Erklärbarkeit

Über den instrumentellen Wert von xAI

Mit der Verbreitung KI-gestützter Systeme wird der Ruf nach erklärbarer KI (xAI) lauter. Eine zweite KI soll verständlich machen, wie eine opake KI zu einem Ergebnis gekommen ist. Die Güte solcher Erklärungen ist aus Sicht der Praxis in einem hohen Maße kontextabhängig. Sie muss für diejenigen, die die Erklärungen brauchen oder verlangen, angemessen erscheinen, den Anlässen der Erklärung und ethischen und legalen Forderungen genügen.

Opazität

Je mehr undurchsichtige, datenbasierte Services in verschiedene gesellschaftliche Sektoren einziehen, desto dringlicher wird die Frage, ob man diese hinreichend versteht: Wissen wir, was sie tun? Was sie tun sollen und was lassen? Um Fehler zu finden (z.B. Kluger-Hans-Effekte), einen reibungslosen Betriebsablauf zu gewährleisten oder Verantwortung für getroffene Entscheidungen zu übernehmen, erscheint es oft notwendig, das Systemverhalten verstehen zu können. Software und Roboter können je nach ‚digitaler Literalität‘ mehr oder weniger opak für jemanden sein, sie können als Geschäftsgeheimnis für Dritte absichtlich undurchsichtig gehalten werden oder aber aufgrund genuin technischer Eigenschaften intransparent bleiben.

Asymmetrien des Wissens und der Macht

Diese Intransparenz kann dann problematisch werden, wenn sie mit der Unfähigkeit einhergeht, einzuschätzen, ob eine vorliegende Ungleichbehandlung von Personen mit einem oder durch ein KI-System berechtigt ist oder nicht, z. B. bei Entscheidungen über die Vergabe von Krediten, medizinischen Behandlungen, der Einstufung von Versicherungsklassen oder der Einstellung von Personal. Denn üblicherweise halten wir es für gerechtfertigt, verschiedene Personen mit guten Gründen verschieden zu behandeln, etwa den Verkauf von Alkohol an Minderjährige zu untersagen. Wenn wir aber nicht einschätzen können, warum jemand anders behandelt wird, ist es schwer, vielleicht unmöglich, für oder gegen eine angebliche Diskriminierung zu argumentieren.

Wann sind Erklärungen sinnvoll, notwendig, angemessen?

Gegenwärtig orientiert sich die xAI-Forschung am Leitbild der „Human-centric AI“ und rückt so potenzielle Nutzer*innen in den Fokus. Für eine gute Gestaltung dieser Systeme sollte man aus ethischer Sicht weitere Aspekte beachten: Erstens ist das Erklären kein Selbstzweck. Denkbar ist, dass Erklärungen genutzt werden, um Nutzer*innen zu manipulieren oder Akzeptanz für eine Technologie zu schaffen, die ethisch oder rechtlich inakzeptabel ist. Daher gilt es, gründlich abzuwägen, ob und



Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar
E-mail: suzana.alpsancar@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 24 32

welche Erklärungen in der jeweiligen Situation angemessen sind. Da soziale Situationen nur in idealisierter Form beschrieben werden können, können Konstellationen auftreten, mit denen niemand vorher gerechnet hat und auf die die Systeme nicht hinreichend ‚vorbereitet‘ sind. Aus ethischer Sicht sind hierfür Meta-Strategien zu integrieren, die es den Beteiligten dann ermöglichen, mit der Situation zielführend umzugehen. Zweitens sollte konsequent zwischen ethischen Anforderungen und Nutzerwünschen unterschieden werden: Ob man den eigenen Heim-Roboter besser oder schlechter steuern kann, muss ethisch nicht von Belang sein. Stärken Erklärungen die Handlungsfähigkeit von ihren Nutzer*innen, kann dies auch im ethischen Sinne positiv sein (Autonomie). Möglich ist aber auch, dass beide Anforderungen in einen Widerspruch geraten: Ein hohes Maß an Transparenz versetzt einige Nutzer*innen in die Lage, das System zu ihrem „persönliche Vorteil“ zu ‚überlisten‘. Dieselbe Transparenz könnte andere jedoch überfordern und dadurch der Idee einer Chancengleichheit entgegenlaufen.

Die Fachgruppe ist mit dem Teilprojekt B06 „Ethik und Normativität erklärbarer KI“ am SFB/TRR 318 Co-Constructing Explainability beteiligt und hinterfragt die instrumentelle Güte von xAI aus ethischer Perspektive.

Ethics and normativity of explainability

On the instrumental value of xAI

With the spread of AI-supported systems, the call for explainable AI (xAI) has become louder. A second AI should explain how an opaque AI has arrived at a result. From a practical point of view, the quality of these explanations offered is highly context-dependent. It must appear appropriate with regard to those who need or demand the explanations, fulfil the reasons for the explanation and/or also meet the ethical and legal requirements.

Opacity

Due to the widespread use of opaque, data-driven tools and services, it has become a question of general interest as to whether these systems can be sufficiently well assessed, both epistemically (e.g. clever-hans-effects) and normatively. It often seems necessary to provide some sort of explanation or even transparency to ensure debugging, smooth operating or justifying its usage. Opacity, among other things, relates to an agent's literacy, context and purpose of usage. Accordingly, software and robots are not evenly opaque to everyone.

Information asymmetry

Beyond the issue of digital illiteracy, systems can also be opaque due to their intrinsic technical features or by intention. It can become problematic if systems are opaque to the public and impartial third parties due to corporate secrecy, if they treat people unequally, e.g. in medical treatment, automobile insurance, credit loaning or hiring. We usually hold unequal treatment to be fair if there are good reasons to do so. However, if we can't assess the reasons why someone is treated differently, it is hard to argue in favour or against alleged discrimination.

Reflecting on the call for explainability

Accordingly, rendering AI-system understandable has become an urgent research matter, and xAI is the name of a new research field in computer science and beyond. Currently, research and development are guided by the principle of human-centric AI. By placing the human at the centre of the effort, the idea is to do justice to the high contextual dependency of the quality of explanations, ensure optimal utility and at the same time remain in line with fundamental democratic values. There are several issues of ethical and philosophical interest here: First, explaining AI is not per se a good thing. In the worst case, explanations can be used to manipulate users or to create acceptance for a technology that is ethically or legally unacceptable. Hence, we need to thoroughly consider if explaining the systems really does good. Here, it is important to think about meta-strategies for coping with these situations.



Der Hans in der Maschine
Hans in the machine

Second, ethical requirements and user demands should consequently be differentiated. Some users' wishes, e.g. understanding awkward robot behaviour, must not be of ethical interest at all. Sometimes, users' demands and ethical requirements might empower each other, e.g. in those cases where explaining fosters users' agency and autonomy. There are cases in which empowering certain users counteracts ethical principles. For instance, a high degree of transparency is known to enable some users to 'game the system' thereby increasing their self-determination. However, the same transparency might overwhelm others thereby introducing unfairness rather than reducing it.

The workgroup is involved in the SFB/TRR 318 Co-Constructing Explainability with the sub-project B06 "Ethics and Normativity of Explainable AI" and scrutinises the instrumental quality of xAI from an ethical perspective.



Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar
E-mail: suzana.alpsancar@upb.de
Phone: +49 5251 | 60 24 32



»» Philosophie ist, worauf man beinahe von selbst gekommen wäre. ««

»» Philosophy is what you almost come up with on your own. ««
(Hans Blumenberg)

Martina Philippi

Dr.
Angewandte Ethik, Technikethik

Hi, ich bin Martina. Als Postdoc im Sonderforschungsbereich/Transregio „Constructing Explainability“ bin ich seit August 2023 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fachgruppe „Angewandte Ethik“. In meiner Arbeit zur Ethik der Erklärbaren Künstlichen Intelligenz (xAI) interessieren mich die Fragen an der Schnittstelle von Technikentwicklung und Anwenderperspektiven.

Ich habe 2020 meine Promotion in Philosophie zum Thema der Selbstverständlichkeit in Husserls Phänomenologie an der Universität Leipzig mit summa cum laude abgeschlossen. Im Anschluss führte mich die Reise der Postdoc-Zeit für ein Jahr als Softwareentwicklerin in ein Leipziger Unternehmen und anschließend an die Ruhr-Universität Bochum, wo ich als Postdoc für die ethische Forschung in einem BMBF-geförderten Projekt zur Rettungsrobotik zuständig war.

Der Sinn meiner philosophischen und insbesondere technikethischen Arbeit besteht für mich darin, neue Entwicklungen kritisch zu begleiten und Aspekte sichtbar zu machen, die sonst ungesehen bleiben. Philosophie leistet eine Reflexion auf unsere Praxen, Vorannahmen, Begriffe, die wir in Alltag und Forschung selbstverständlich voraussetzen. In ihren hoch spezialisierten Fachdiskursen wird versucht, diesen Fragen in ihrer Komplexität gerecht zu werden. Doch Philosophie ist mehr als die Debatten, die in ihr geführt werden – sie ist für mich ein Ort der Freiheit des Denkens, sie wählt und reflektiert ihre Prämissen selbst, entwirft Szenarien auf konditionaler Basis und denkt sie zu Ende.

Gerade indem Philosophie ganz grundsätzliche Fragen stellt und Denkbedingungen reflektiert, kann sie Brücken bilden zwischen Disziplinen und inner- und außerwissenschaftlichen Perspektiven. Ich schätze die Interdisziplinarität, die im Transregio von großer Bedeutung ist. Hier entsteht ein Gespräch, in dem verschiedene Seiten ihr vertrautes Terrain und Vokabular verlassen und einen Weg finden müssen, sich über die Welt zu verständigen, auf die sich ihre Forschung in unterschiedlicher Weise und unter unterschiedlichen Aspekten bezieht.

Das Gegengewicht zur Theorie bildet in meinem Leben die Musik – in verschiedenen Facetten: Beim Songwriting mit Gitarre kann ich mich selbst ausdrücken. Am Klavier sortiere ich meine Gedanken. Am liebsten jedoch setze ich meine Ideen am Schlagzeug mit der Band um, weil das Körper und Geist gleichermaßen fordert und es dabei so schöne Resonanzerfahrungen gibt.

Martina Philippi

Dr.
Applied Ethics, Ethics of Technology

Hi, I am Martina. As a postdoc in the SFB/TRR 318 Co-constructing Explainability, I have been a research associate in the “Applied Ethics” workgroup since August 2023. In my work on the ethics of Explainable Artificial Intelligence (xAI), I am particularly interested in the questions at the intersection of technology development and user perspectives.

In 2020, I completed my doctorate in philosophy on the topic of ‘Selbstverständlichkeit’ in Husserl’s phenomenology at the University of Leipzig with summa cum laude. Afterwards, my postdoc journey took me to a company in Leipzig for a year as a software developer and then to the Ruhr University Bochum, where I was responsible for ethical research in a BMBF-funded project on rescue robotics.

For me, the purpose of my philosophical and, in particular, techno-ethical work is to critically accompany new developments and make aspects visible that otherwise often remain unseen. Philosophy reflects on our practices, assumptions and concepts that we take for granted in everyday life and even research. Its highly specialised discourses attempt to do justice to these questions in all their complexity. However, philosophy is more than the debates that take place within it. For me, it is a place of freedom of thought. It chooses and reflects on its own premises, designs scenarios on a conditional basis and thinks them through to the end.

Philosophy can build bridges between disciplines as well as between internal and external scientific perspectives precisely by posing very fundamental questions and reflecting on the prerequisites for thinking. I value the interdisciplinarity that is of great importance in TRR 318 because it creates a conversation in which different sides have to leave their familiar terrain and vocabulary to a certain extent and find a way to communicate about the world to which their research relates in different ways and under different aspects.

The counterbalance to theory in my life is various facets of music: Songwriting with a guitar allows me to express myself. I’ve been sorting out my thoughts on the piano since I was at school. However, my favourite way to put my ideas into practice is on the drums with my band because it challenges my body and mind in equal measure as well as gives me such wonderful resonance experiences.

Weitere Aktivitäten

Publikationen

Promotionen

Messen, Tagungen, Seminare

Patente, Preise, Auszeichnungen

Weitere Funktionen

Spin-Offs

Aktuelle Forschungsprojekte

Aktuelle Industriekooperationen

Wissenschaftliche Kooperationen

Additional activities

Publications

PhD Theses

Fairs, conferences, seminars

Patents, prizes, awards

Additional functions

Spin-offs

Current research projects

Current industry cooperations

Scientific cooperations



Secure Software Engineering

Prof. Dr. Eric Bodden

Publikationen

Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?cql=department=76

Messen, Tagungen, Seminare

Fairs, conferences, seminars

SE23 Software Engineering 2023

20. – 24.02.2023, Paderborn

Nationale Konferenz IT-Sicherheitsforschung

13. – 15.03.2023, Berlin, Germany

30th IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering

21. – 24.03.2023, Macao SAR, China

6th IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST) 2023

16. – 20.04.2023, Dublin, Irland

45th International Conference on Software Engineering (ICSE 2023)

14. – 20.05.2023, Melbourne, Australien

SootUp Hackathon 2023

17.05.2023, Paderborn, Germany

Heise devSec

11. – 13.09.2023, Karlsruhe, Germany

IEEE Secure Development Conference

18. – 20.10.2023, Atlanta, USA

Software Engineering Forschungsmethoden Training

25. – 27.10.2023, Schloss Dagstuhl, Wadem, Germany

Weitere Funktionen

Additional functions

Advisory Boards:

- Expert Reviewer, Software Security Knowledge Area, Cyber Security Body of Knowledge project (<http://www.cybok.org/>).
- Compositional Risk Assessment and Security Testing of Networked Systems (RASEN), EU FP7

Editorships:

- Associate Editor of the ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), since 2020
 - Guest Editor for the Open Continuous Special Section on Security and SE at the ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), since 2020
- Steering committee memberships:
- ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE)
 - International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA)
 - International Symposium on Engineering Secure Software and Systems (ES-SOS)
 - International Workshop on Dynamic Analysis (WODA)
 - International Workshop on the State Of the Art in Java Program Analysis(SOAP), also co-founder of the Workshop

Speaker:

- Deputy speaker of IT-Security Graduate School NERD.NRW (since 2018)

Co-Organizer:

- Dagstuhl seminar 23181 on "Empirical Evaluation of Secure Development Processes"

Program Committee memberships:

- International Conference on Software Engineering (ICSE) 2024
- Symposium on Principles of Programming Languages (POPL 2023), external reviewer
- Software Engineering Conference of the German Gesellschaft für Informatik, GI (SE) 2023
- International Conference on Software Engineering (ICSE) 2023

Advisory Board Memberships:

- Expert Reviewer, Software Security Knowledge Area, Cyber Security Body of Knowledge project (<http://www.cybok.org/>).
- Compositional Risk Assessment and Security Testing of Networked Systems(RASEN), EU FP7

Sponsorship chair:

- International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA) 2024

Reviews of Grant Proposals for Funding Agencies:

- Reviewer for variety of journals

Spin-Offs

Spin-offs

- CodeShield GmbH

Aktuelle Forschungsprojekte

Current research projects

DFG-Projekt CROSSING 3 – Kryptographie-basierte Sicherheitslösungen als Grundlage für Vertrauen in heutigen und zukünftigen IT-Systemen (Cryptography-Based Security Solutions: Enabling Trust in New and Next Generation Computing Environments)

Im Rahmen des DFG Sonderforschungsbereichs 1119, CROSSING, leiten wir das Projekt Secure Integration of Cryptographic Software. Zusammen mit Mira Mezinis Software Technology Group erforschen wir Mittel, um Entwicklern bei der sicheren Integration von kryptographischen Bibliotheken zu unterstützen.

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 01.07.2022 – 30.06.2026

SFB 901 „On-The-Fly-Computing“ (3. Förderphase)

Die Zielsetzung des SFB 901 On-The-Fly Computing (OTF Computing) liegt in der Entwicklung von Techniken und Verfahren zur automatischen on-the-fly Konfiguration und Ausführung von individuellen IT-Dienstleistungen aus Services, die auf weltweit verfügbaren Märkten gehandelt werden. Die Fachgruppe ist an folgenden Teilprojekten maßgeblich beteiligt: Teilprojekt B1: Parametrisierte Servicespezifikation.

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 01.06.2019 – 30.6.2023

Automatisierte Risikoanalyse unter Berücksichtigung von Open-Source-Abhängigkeiten (Hektor)

Dieses Transferprojekt baut auf der Forschung des Sonderforschungsbereichs 901 "On-The-Fly Computing" auf. Es erforscht in Zusammenarbeit mit SAP, wie Techniken aus der Qualitätssicherung von Dienstleistungen in On-The-Fly-Dienstleistungsmärkten auf das drängende Problem des sicheren Managements von Open-Source-Abhängigkeiten in großen Software-Entwicklungsökosystemen angewendet werden können.

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 01.09.2021 – 31.08.2024

SAIL – Sustainable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems

SAIL adressiert die nächste Stufe der KI-Entwicklung, indem der gesamte Lebenszyklus von

KI-Systemen und deren technologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen in den Blick genommen werden. SAIL ist dementsprechend interdisziplinär angelegt und bindet Wissenschaftler*innen aus den Kern-KI-Fächern, aus den Ingenieurwissenschaften sowie aus den Sozial- und Geisteswissenschaften ein.

Förderinstitut: Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW

Laufzeit: 01.08.2022 – 31.07.2026

Aktuelle Industriekooperationen

Current industry cooperations

- SAP, Deutschland
- Google, USA
- CodeShield GmbH, Deutschland
- Amazon Web Service, Deutschland
- SonarSource, Schweiz

Wissenschaftliche Kooperationen

Scientific cooperations

- Monash University, Australia
- University of Texas, Dallas
- University of British Columbia, Canada

Advanced Systems Engineering

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Publikationen Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?cql=department=563

Promotionen PhD Theses

Jörg Heihoff-Schwede

Spezifikationstechnik zur Analyse, Gestaltung und Bewertung von Engineering-IT-Architekturen

Technische Systeme und ihr Umfeld verändern sich grundlegend und ihre Komplexität steigt. Das macht es notwendig, das Engineering dieser Systeme daran anzupassen. Ansätze wie das Model-based Systems Engineering setzen in vielen Unternehmen umfassende Änderungen bei den Prozessen, Methoden, Modellen und IT-Werkzeugen im Engineering voraus. Die Prozesse, Methoden und Modelle müssen dazu häufig zusammenhängend betrachtet werden, um daraus konsistente Anforderungen an die IT-Architektur abzuleiten. Für diese ergibt sich oftmals ein komplexer Lösungsraum mit einer Vielzahl von IT-Werkzeugen und Schnittstellen, wobei die Anforderungserfüllung der verschiedenen Lösungsvarianten sehr unterschiedlich sein kann. Dies erschwert aufgrund vieler Abhängigkeiten nicht nur die Bildung der Lösungsvarianten, sondern auch deren Bewertung. Ganzheitliche und zusammenhängende Modelle der Prozesse, Methoden, Modelle und IT-Werkzeuge des Engineerings können helfen, diese Aufgaben systematisch und effektiv zu unterstützen. Ziel dieser Arbeit ist eine Spezifikationstechnik zur Analyse, Gestaltung und Bewertung von Engineering-IT-Architekturen. Im Kern besteht diese aus einem Sprachkonzept, welches Sichten, eine Modellierungssprache und die Vernetzung der Modellelemente definiert. Ein Vorgehensmodell leitet den Anwender an und erlaubt in Kombination mit einer Werkzeugunterstützung die praktische Anwendung. Ein industrielles Beispiel aus der Landtechnik demonstriert den Einsatz der Spezifikationstechnik.

Jannik Reinhold

Systematik zur musterbasierten Transformation von Wertschöpfungssystemen für Smart Services

Resultat der Konvergenz von Servitisierung und Digitalisierung sind digitale Dienstleistungen, die auf den Daten von Produkten beruhen. Diese sogenannten Smart Services eröffnen produzierenden Unternehmen vielfältige Geschäftsmöglichkeiten. Für ein erfolgreiches Geschäft mit Smart Services werden jedoch komplexe Wertschöpfungssysteme benötigt, die stark von der zumeist historisch gewachsenen Wertschöpfung produzierender Unternehmen abweichen. Die Anpassung der existierenden Wertschöpfung zu einem Wertschöpfungssystem für Smart Services ist ein anspruchsvolles Unterfangen, für das produzierenden Unternehmen insbesondere Gestaltungswissen fehlt. Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Systematik zur musterbasierten Transformation von Wertschöpfungssystemen für Smart Services. Sie soll produzierende Unternehmen dazu befähigen, ihr Wertschöpfungssystem auf ein Geschäft mit Smart Services auszurichten und die unumgängliche Transformation anzustoßen. Die Systematik richtet sich an das Management produzierender Unternehmen, das sich mit dem Service-Geschäft und der digitalen Transformation befasst. Ein Rahmen für die Smart Service-spezifische Wertschöpfung soll die Grundlage der Systematik bilden. Außerdem soll Gestaltungswissen bereitgestellt werden, das die Komplexität entsprechender Wertschöpfungssysteme handhabbar macht und auf bewährten Lösungen beruht. Kern der Systematik soll ein zyklisches Vorgehensmodell zur schrittweisen Transformation des Wertschöpfungssystems für Smart Services sein. Hilfsmittel sollen dessen Durchführung unterstützen.

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

Symposium für Vorausschau und Technologieplanung (SVT)

14. – 15.09.2023, Berlin

Minitrack „Data-driven Services in Manufacturing: Innovation, Engineering, Transformation, and Management“

Im Track Decision Analytics and Service Science auf der 56th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) von Dr.-Ing. Christian Koldewey (Heinz Nixdorf Institut), Dr.-Ing. Martin Rabe (Fraunhofer IEM), Dr. Johannes Winter

(acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften), Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu (Heinz Nixdorf Institut und Fraunhofer IEM) 03. – 06.01.2023, Hawaii

Minitrack „Cloud-based Services and Service Systems“

Im Track Engineering Sustainable Services auf der 29th Americas Conference on Information Systems (AMCIS) von Dr.-Ing. Christian Koldewey (Heinz Nixdorf Institut), Dr.-Ing. Martin Rabe (Fraunhofer IEM), Tobias Schröer (FIR e. V. an der RWTH Aachen), Mathias Uslar (OFFIS – Institut für Informatik), Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu (Heinz Nixdorf Institut und Fraunhofer IEM) 10. – 12.08.2023, Panama City

Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

Reviewers' Favorite Award – ICED23 für das Paper "Designing Business Models for a circular economy" von Michel Scholtysik, Malte Rohde, Christian Koldewey und Roman Dumitrescu

Weitere Funktionen

- Direktor am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik
- Geschäftsführer des Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalen-Lippe“ – it's OWL
- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Chairman des Advisory Boards der Two Pillars GmbH
- Mitglied des Verwaltungsrates des RKW Kompetenzzentrum (RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e.V.) des Bundeswirtschaftsministeriums
- Mitglied des Lenkungskeises der Initiative Wirtschaft & Arbeit 4.0 der NRW-Landesregierung
- Mitglied des Forschungsbeirats der Forschungsvereinigung Räumliche Elektronik Baugruppen 3-D MID e.V.
- Stellv. Vorsitzender des Forschungsbeirats der Forschungsvereinigung Smart Engineering e.V.
- Fachbeirat der Westfalen Weser Energie GmbH & Co. KG
- Mitglied im Expertenkreis des Innovationsdialogs zwischen Bundesregierung, Wirt-

- schaft und Wissenschaft
- Mitglied in der AG Geschäftsmodellinnovationen der Plattform Lernende Systeme
- Veranstalter des Symposiums für Vorausschau und Technologieplanung (SVT) in Berlin
- Mitglied der Expertengruppe acatech HORIZONTE „Advanced Systems Engineering“
- Mitglied des Technik- und Innovationsbeirats der Felix Schoeller Gruppe
- Mitglied des Promotionsausschusses des Instituts für Informatik der Universität Paderborn

Spin-Offs Spinn-offs

- Two Pillars GmbH
- AI Marketplace GmbH

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

KI-Marktplatz – Die digitale Plattform für Innovationen von morgen

Ziel des Projektes KI-Marktplatz ist die Konzipierung einer digitalen Plattform, welche Anbieter von KI-Anwendungen und produzierende Unternehmen zusammenbringt. Der Fokus liegt auf KI-Anwendungen, die bei der Produktplanung sowie der Produkt-, Dienstleistungs- und Produktionssystemkonzipierung unterstützen können.

Förderung: BMWK

Laufzeit: 01.01.2020 – 30.06.2023

DigiSouv

Graduiertennetzwerk: Digitale Souveränität in der Wirtschaft

Im Doktorandennetzwerk werden Fragestellungen rund um das Thema digitale Souveränität untersucht. Dabei stehen die Gestaltung von Technologie, Organisation und Business am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus im Fokus. Die Fachgruppe Advanced Systems Engineering betrachtet unter anderem die digitale Souveränität beim Einsatz von daten-basierten Verfahren der Vorausschau.

Förderung: VDI iit / Heidenhain Stiftung

Laufzeit: 01.03.2020 – 01.09.2023

ZuPro – Zukunftsrobuste Produktentwicklung

Das Ziel des Projekts ist ein Modell der zukunftsrobusten Produktentwicklung. Es soll die

Abhängigkeiten zwischen strategischer Planung und Produktentwicklung über mehrere Produktgenerationen hinweg ohne Brüche beschreiben. Dabei sollen auch denkbare Umfeldentwicklungen berücksichtigt werden.

Förderung: DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)

Laufzeit: 01.10.2020 – 01.10.2023

Szenarien für die Antriebstechnik

Ziele des Projekts sind ein gemeinsames globales Zukunftsbild für die FVA für das Jahr 2040 und die Befähigung von Mitgliedsunternehmen zur eigenständigen, effizienten Erarbeitung von Szenarien.

Förderung: FVA

Laufzeit: 01.09.2021 – 28.02.2023

it's OWL – ARISE: Künstliche Intelligenz in der Produktionsplanung und -steuerung

Das Projekt untersucht, wie Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) zur Produktionsplanung und -steuerung angepasst und genutzt werden können. Basierend auf konkreten Anwendungsszenarien, wird eine Methodik für die Spezifikation und Umsetzung von KI in Unternehmen konzipiert und getestet.

Förderung: BMBF

Laufzeit: 01.03.2020 – 28.02.2023

Partner: Fraunhofer IEM (Paderborn) und Josef Schulte GmbH

FastGate - Intelligentes Monitoring und Management von automatisierten Prozeduren auf dem Flughafen

Das Ziel des Forschungsvorhabens FastGate ist eine radikale Reduktion der Standzeit, der Betriebskosten sowie der CO₂- und Lärm-Emissionen durch die Automatisierung von Abläufen auf dem Flughafenvorfeld. Das Projekt bildet die vollständige Wertschöpfung von der Entwicklung bis zur Validierung des Gesamtsystems im realen Umfeld am Flughafen ab.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Laufzeit: 01.06.2022 – 30.05.2025

SMART – Reifegradbasierte Transformation zum Smart Service-Anbieter

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Instrumentariums, das Unternehmen anleitet, den Wandel zum Smart Service Anbieter systematisch zu vollziehen. Das Instrumentarium basiert auf einem evidenzbasierten Reifegradmodell zur Adaption des Geschäfts auf Smart Services.

Förderung: BMWK

Laufzeit: 01.07.2022 – 31.03.2023

inno.venture – Innovationsmanagement mit Hilfe des Venture Client Modells

Ziel des Projekts ist ein Venture Client-Referenzprozess für Cluster sowie ein Instrumentarium, welches Unternehmen dabei unterstützt, die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit Start-ups zu schaffen.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Laufzeit: 01.09.2022 – 31.08.2025

ZirkuPro – Ganzheitlich zirkuläre Produktentstehung für intelligente technische Systeme

Ziel des Forschungsprojekts ZirkuPro ist eine Systematik zur ganzheitlichen zirkulären Produktentstehung für intelligent technische Systeme.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Laufzeit: 01.05.2022 – 30.04.2025

TuWAs – Transformations-Hub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang

Ziel des Projekts ist es, einen Transformations-Hub zu etablieren, der Unternehmen der Massivumformung befähigt, die Herausforderungen disruptiver Megatrends zu bewältigen.

Förderung: BMWK

Laufzeit: 1.11.2022 – 30.06.2025

URANOS-X – Untersuchung von Anforderungen, Lösungsmustern und Methoden zur Befähigung produzierender Unternehmen für GAIA-X

Ziel des Projekts ist ein Entwicklungsbaukasten, der insbesondere produzierende Unternehmen und KMU befähigt, GAIA-X Anwendungen zu planen, entwickeln und umzusetzen. Neben den Anwendungen selbst, wird auch das Unternehmen als Anbieter der Leistungen betrachtet. Es wird unterstützt, sich hinsichtlich Technologie, Geschäft, Organisation und Personal zum GAIA-X Unternehmen transformieren.

Förderung: BMBF

Laufzeit: 01.10.2022 – 30.09.2024

Product.Intelligence

Das Forschungsprojekt erarbeitet, wie das Produktmanagement auf Basis von Daten verbessert werden kann. In dem Projekt sollen die Unternehmen dazu angeleitet werden, klassi-

sche Aufgaben des Produktmanagements, wie die Planung neuer Produktfeatures, durch den Einsatz moderner Datenanalyse objektiver und erfolgreicher durchzuführen.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Laufzeit: 04/2023 – 10/2025

iQBuddy

Das Ziel des Transferpiloten ist ein nutzerzentriertes Instrumentarium. Es unterstützt die Modellierung von komplexen technischen Systemen und gibt Modellempfehlungen. Es wird an repräsentativen Arbeitssituationen validiert, welche auf Methoden des Spitzenclusters aufbauen. Die Verwertung erfolgt über die Technologieplattform

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Laufzeit: 12/2022 – 10/2023

SLE

Mit Hilfe des Projekts Sustainable Lifecycle Engineering sollen Entwickler:innen und Produktmanager:innen befähigt werden, Nachhaltigkeitsaspekte bereits in der frühen Phase des Engineerings in ihre Entscheidungsfindung mit einzubeziehen.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Laufzeit: 06/2023 – 05/2026

Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

- Weidmüller (Detmold)
- Diebold Nixdorf (Paderborn)
- Miele (Gütersloh)
- Miele (Bielefeld),
- WAGO (Minden)
- Two Pillars GmbH (Paderborn)
- Flughafen Paderborn/Lippstadt GmbH (Büren)
- Aerosoft GmbH Luftfahrt-Datentechnik (Büren)
- CLAAS (Harsewinkel),
- CONTACT Software (Paderborn)
- Hella Gutmann Solutions (Ihringen)
- Ubermetrics Technologies GmbH (Berlin)

- UNITY AG (Büren),
- DMG MORI Aktiengesellschaft (Bielefeld)
- CP contech electronic GmbH (Leopoldshöhe)
- Schmitz Cargobull, Horstmar
- GEA, Oelde
- S&N Invent, Paderborn
- KI-Marktplatz, Paderborn
- Isringhausen, Lemgo
- Denios, Bad Oeynhausen
- I4.o Maturity Center, Aachen
- Scenario Management International AG, Paderborn

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific cooperations

- Jun.-Prof. Dr. Sofia Marlena Schöbel, Universität Osnabrück
- Prof. Dr. Josef Oehmen, Technical University of Denmark, Denmark
- Prof. Dr. René Fahr, Universität Paderborn
- Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler, Universität Paderborn
- Prof. Dr.-Ing. Michael Marré, Fachhochschule Südwestfalen
- Prof. Dr.-Ing. Sven Schimpf, Fraunhofer-Verein Innovationsforschung
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V. an der RWTH Aachen
- Prof. Elias G. Carayannis, The George Washington University, Washington, DC, USA
- Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke, Technische Universität Dortmund & Fraunhofer IML
- Univ.-Prof. Dr. rer. oec. habil. Katharina Hölzle, MBA, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT, Universität Stuttgart, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers, Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Boris Otto, Technische Universität Dortmund & Fraunhofer ISST
- Hon. Prof. Dr.-Ing. Andreas Siebe, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Prof. Dr. Yasemin Acer, Universität Paderborn
- Prof. Roberto Gelazzi, Technical University of Denmark
- Prof. Giorgio Locatelli, Politecnico di Milano
- Prof. Paolo Trucco, Politecnico di Milano

- Assoc. Prof. Dr. Robert Ian Whitfield, University of Strathclyde
- Prof. Anja Maier, University of Strathclyde
- Dr. Chiara Leva, Technological University Dublin
- Prof. John D. Kelleher, Technological University Dublin
- Jun. Prof. Dr.-Ing. Frederik Möller, TU Braunschweig
- Prof. Dr.-Ing. Lydia Kaier, TU Berlin

Behavioral Economic Engineering and Responsible Management

Prof. Dr. René Fahr

Behavioral Economic Engineering and Responsible Management

Prof. Dr. René Fahr

Publikationen Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qql=department=179

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

Behavioral Economics and Management Science Colloquium

“Dishonesty of Parents and Children – Evidence from a Field Experiment, präsentiert von Dr. Behnud Mir Djawadi, per Zoom.
17.01.2023

Verein für Socialpolitik: Jahrestagung des sozialwissenschaftlichen Ausschusses

“Dishonesty of Parents and Children – Evidence from a Field Experiment, präsentiert von Dr. Behnud Mir Djawadi, in Berlin.
11.05. – 13.05.2023

Konferenz der Society for the Advancement of Behavioral Economics (SABE)

“Accounting for Heuristics in Reputation Systems - An Interdisciplinary Approach on Aggregation Processes”, präsentiert von Dr. Behnud Mir Djawadi, in Nizza (Frankreich).
07.06. – 10.06.2023

Konferenz der Economic Science Association (ESA)

“Accounting for Heuristics in Reputation Systems - An Interdisciplinary Approach on Aggregation Processes”, präsentiert von Dr. Behnud Mir Djawadi, in Lyon (Frankreich).
26.06. – 29.06.2023

Konferenz der Gesellschaft für experimentelle Wirtschaftsforschung (GfEW)

“Social proximity and feedback-giving – A study on how social interaction influences feedback-giving behavior on peer-to-peer platforms”, präsentiert von Dr. Behnud Mir Djawadi, in Erfurt.
20.09. – 22.09.2023

Konferenz der Society for the Advancement of Behavioral Economics (SABE)

“Financial incentives for compliance or whistleblowing? – An experimental study on the reduction of occupational fraud”, presented by Sabrina Schäfers, in Nice (France)
07. – 10.06.2023

Konferenz der Gesellschaft für experimentelle Wirtschaftsforschung (GfEW)

“‘I don’t want to be disliked by my peers’: How potential ostracism reduces internal whistleblowing”, presented by Sabrina Schäfers, in Erfurt (Germany)
20. – 22.09.23

Konferenz der Gesellschaft für experimentelle Wirtschaftsforschung (GfEW)

“The Moderating Effect of Personality on the Effectiveness of Business Codes”, presented by Alina Elrich, in Erfurt
20. – 22.09.2023

Annual Meeting der Society for the Advancement of Behavioral Economics (SABE)

“Coproduction for Algorithm Adherence in AutoML Applications”, presented by Anastasia Lebedeva, Marius Protte, Dirk van Straaten und René Fahr. Working Paper. Nizza

Jahrestagung der Gesellschaft für experimentelle Wirtschaftsforschung (GfEW)

“Cheating in Human-Machine Interaction: The effect of the auditing entity and procedural ambiguity”, presented by Marius Protte und Behnud Mir Djawadi. Working Paper. Erfurt

„Does involvement increase experts’ algorithm adherence? An experiment in the context of AutoML“

Poster Präsentation

Weitere Funktionen Prof. Fahr Additional functions Prof. Fahr

- Vizepräsident für Wissens- und Technologietransfer
- Wissenschaftlicher Direktor, BaER-Lab, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Paderborn
- Universitätsprofessor (W3), Inhaber des Lehrstuhls Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Corporate Governance, Fachgruppe Behavioral Economic Engineering and Responsible Management an der Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut
- Research Fellow des Forschungsinstituts zur Zukunft der Arbeit (IZA)
- Mitglied im Zentrum für Komparative Theologie und Kulturwissenschaften
- Academic Advisor oikos Paderborn
- Gutachter für verschiedene Fachzeitschriften

Weitere Funktionen Dr. Mir Djawadi Additional functions Dr. Mir Djawadi

- Leiter, BaER-Lab, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Paderborn
- Geschäftsführer/Secretary der internationalen Forschungsgemeinschaft Society for the Advancement of Economics (SABE)
- Gutachter für den österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF)
- Gutachter für verschiedene Fachzeitschriften

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

Inno.venture: Innovationsmanagement mit Hilfe des Venture Client Modells

Das Venture Client Modell ist ein neuartiges Kooperationsmodell zwischen etablierten Unternehmen und Start-ups, bei dem die etablierten Unternehmen zu frühen Kunden der Start-ups werden. Ziel des Projekts ist ein Venture Client-Referenzprozess für Cluster sowie ein Instrumentarium, welches Unternehmen dabei unterstützt, die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit Start-ups zu schaffen.

Förderung: Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH, Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE NRW)

Partner: Fraunhofer IEM (Konsortialführung), Fachgruppe Advanced Systems Engineering, Fachgruppe Behavioral Economic Engineering and Responsible Management, Miele & Cie. KG, WAGO GmbH & Co. KG
Laufzeit: 01.09.2022 – 31.08.2025

FastGate – Intelligentes Monitoring und Management von automatisierten Prozeduren auf dem Flugfeld

Das Ziel des Projektes ist eine Steigerung der Effizienz der Abläufe sowie eine radikale Reduktion der Emissionen durch die Automatisierung von Abläufen auf dem Flughafen-Vorfeld. Das Projekt bildet am Beispiel einer automatisierten Fluggastbrücke und alternativer Antriebsmethoden für Flugzeuge am Boden ein holistisches Gesamtbild von technischer Entwicklung bis zu menschlicher Akzeptanz.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
Laufzeit: 01.06.2022. – 01.06.2025

Whistleblowing und soziale Normen

Dr. Behnud Mir Djawadi, Sabrina Plaß und Sabrina Schäfers untersuchen inwieweit die Bereitschaft zum Whistleblowing von falsch wahrgenommenen Normen abhängen und wie diese potentiell verzerrte Wahrnehmung aufgelöst werden kann. Für die Studie werden Umfragen in Prolific mit Arbeitnehmern als auch ökonomische Laborexperimente mit Studierenden entwickelt und ausgewertet.

Zwei-Spieler Verhandlungen

Dr. Behnud Mir Djawadi und Prof. Dr. Claus-Jochen Haake untersuchen zu welchen Verhandlungsergebnissen zwei Spieler kommen, wenn diese unterschiedlich hohe Geldbeträge für jede Verhandlungseinheit bekommen. Die Studie wird sowohl mit der breiten Bevölkerung als auch mit Studierenden an der Universität Paderborn durchgeführt.

Aktuelle Industriekooperationen**Current industry cooperations**

- Flughafen Paderborn/Lippstadt GmbH
- Flugschule FMG Paderborn
- Aerosoft GmbH Luftfahrt-Datentechnik
- WheelTug
- Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
- VanSite
- Stiftung Gemeinwohlökonomie NRW: Zusammenarbeit im Seminar „Angewandte Gemeinwohl-Ökonomie (GWÖ)“
- dSPACE GmbH
- WAGO GmbH & Co. KG

Wissenschaftliche Kooperationen**Scientific cooperations**

- Prof. Dr. Daniel Quevedo, Queensland University of Technology (QUT), Brisbane, Australia
- Prof. Dr. Claus-Jochen Haake, Universität Paderborn
- Prof. Dr. Petra Nieken, Karlsruhe Institute of Technology

Produktentstehung

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Product Creation

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Publikationen**Publications**

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qql=department=152

Promotionen**PhD Theses**

Xiaojun Yang

Eine Methode zur Unterstützung von Entwicklungsentscheidungen bei modularen Leichtbauprodukten

Modulleichtbau, also die Kombination aus Modularisierung und Leichtbau, ermöglicht es, wirtschaftlich Leichtbaustrukturen zu realisieren. Dadurch eröffnen sich für den Leichtbau zahlreiche Anwendungsfelder. Die Umsetzung des Modulleichtbaus ist jedoch sehr komplex, da es in der Anwendung zahlreiche Konflikte gibt, für die Kompromisse gefunden werden müssen. Dies führt zu aufwändigen und hoch iterativen Entwicklungsvorgängen. Insbesondere Änderungen in der Produktstruktur sorgen für langwierige Änderungsprozesse. Die in dieser Arbeit entwickelte Methode dient dazu, die Ermittlung der Produktstruktur beim Modulleichtbau zu optimieren. Konstruktionsentscheidungen werden hierzu bereits früh im Entwicklungsprozess geklärt und Auswirkungen auf die spätere Gestaltung anhand von Szenarien abgeschätzt. Hierbei werden alle Anforderungen und Restriktionen des gesamten Entwicklungsprozesses berücksichtigt. Das Ziel ist es, bereits früh Entscheidungen über die Ausgestaltung der Module zu treffen, also zum Beispiel, ob diese leichtbauoptimiert entwickelt werden oder ob Zukaufteile verwendet werden sollten. Diese Methode sieht hierbei ein Vorgehen in vier Phasen vor – von der Modulaufteilung über die Ableitung der Restriktionen bis zur Prognose und Bewertung der Module. Durch die in dieser Arbeit entwickelte Methode erhalten die Entwickler sowohl einen klaren Entwicklungsfokus als auch die Konflikte, die sonst zu Iterationen geführt hätten, werden bereits früh im Entwicklungsprozess geklärt. Die Wirksamkeit der Methode konnte im Rahmen eines Fallbeispiels nachgewiesen werden.

Messen, Tagungen, Seminare**Fairs, conferences, seminars****Rigi 2023**

29. – 31.03.2023, Paris

Sensor and Measurement Science International 2023

09. – 11.05.2023, Nürnberg

13th Conference on Learning Factories

09. – 12.05.2023, Reutlingen

WiGeP Frühlingstagung 2023

10. – 12.05.2023, Linz (Österreich)

Stuttgarter Symposium Für Produktentwicklung (Fraunhofer IAO)

25.05.2023, Stuttgart

WiGeP-Assistententreffen 2023 (Universität der Bundeswehr Hamburg)

25. – 26.05.2023, Hamburg

Vortrag auf Newcast Fachmesse

14.06.2023, Düsseldorf

18th Annual System of Systems Engineering Conference (SoSe)

14. – 16.06.2023, Lille

VDI Automation 2023

26. – 18.06.23, Baden-Baden

1st International Workshop on Re-design Industrial Control Systems with Security im Rahmen der IEEE EuroS&P 2023 (TU Delft)

07.07.2023, Delft (NL)

17th Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering

12. – 14.07.2023, Gulf of Napels (Italy)

24th International Conference on Engineering Design (University of Bordeaux)

24. – 28.07.2023, Bordeaux

VDI Automation 2023 (Kongresshaus)

27. – 28.06.2023, Baden-Baden

Tage der Sicherheitsforschung (VdF NRW Fachausschuss Forschung)

14. – 16.06.2023, Dortmund

Fachtagung Katastrophenforschung (DCNA)

11. – 12.09.2023, Leoben (Österreich)

Design fox X - 34. DfX-Symposium (Konferenzhaus)

14. – 15.09.2023, Radebeul

Expedition Wissenschaft

15. – 17.09.2023, Paderborn

WiGeP Herbsttagung 2023

26. – 29.09.2023, Thessaloniki (Griechenland)

Handelsblatt Industriegipfel 2023

07. – 08.12.2023, Minden

Patente, Preise, Auszeichnungen**Patents, prizes, awards**

- Einwerbung des DFG SPP 2443 „Hybride Entscheidungsunterstützung in der Produktentstehung“ (interdisziplinäre Forschung von Produktentwicklung, Produktion und angewandter Informatik, 2024-2029).
- Ähnlich wie beim "Kostengünstigen Konstruieren" im linearen Wirtschaftsmodell, muss der Grundstein für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft bereits in der Produktentwicklung gelegt werden. Denn hier laufen alle Randbedingungen zusammen und es muss ein guter Kompromiss zwischen technischer Funktion, Zielkosten und Nachhaltigkeit gefunden werden. Betrachtet werden da beispielsweise der Ressourcen- und Energieverbrauch, aber auch die Emissionen während des gesamten Produktlebenszyklus: Wieviel Energie und Emissionen kostet beispielsweise die Aufbereitung von Recyclingmaterial? Was ist wichtiger im Kampf gegen den Klimawandel? Rohstoffe schonen, Wasser sparen oder CO₂-Emissionen reduzieren? Die Prioritätensetzung wird sich je nach Kenntnisstand über den Klimawandel ändern. Auch regionale Unterschiede sind denkbar.
- Produktentwickler steuern den Erfolg der Kreislaufwirtschaft – ökologisch wie ökonomisch – durch die Festlegung von Produkteigenschaften. Um solche Abwägungen treffen zu können, müssen sie mit den notwendigen Daten aus dem gesamten Produktlebenszyklus versorgt werden, u.a. mit Hilfe von PDM/PLM und Digitalen Zwillingen. Diese Daten liegen in großer Menge, in unterschiedlichen

Formaten, aus mehreren Quellen gleichzeitig und oftmals unsicherheitsbehaftet vor. Im Produktlebenszyklus-Management werden Produktentwickler daher zukünftig verstärkt dedizierte KI-Tools einsetzen. Die etablierten Werkzeuge werden dadurch aber keineswegs überflüssig: Ingenieurinnen und Ingenieure werden weiterhin berechnen, modellieren, simulieren und Heuristiken anwenden. Daher forschen wir an einem hybriden Ansatz zur Entscheidungsfindung.

- Herausragende Monografie „Systems Engineering – verstehen und industriell umsetzen“ im Springer-Verlag (2022): das Buch ist seit 01.12.2022 elektronisch verfügbar und wurde bereits mehr als 18.000 Mal heruntergeladen. Im Springer-Verlag zählt es zu den aktuellen Spitzenpublikationen des Fachgebiets.

Weitere Funktionen Additional functions

- Gutachterin für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Gutachterin für die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)
- Gutachterin Wissenschaftliche Kommission Niedersachsen
- Fachgutachterin für das Wissenschaftsministerium Baden-Württemberg (MWK)
- Gutachterin Bayerische Forschungstiftung
- Gutachterin Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
- Mitglied im Fachausschuss 01 (Maschinenbau und Verfahrenstechnik) der ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, Informatik, Naturwissenschaften und Mathematik)
- Mitglied der WiGeP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung
- Mitglied des Advisory Boards der Design Society
- Vorstand des wissenschaftlichen Beirats der VDI/VDE Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
- Vorsitzende des VDI/VDE-GMA Fachbereichs 3 „Digitalisierung und Virtualisierung“
- VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) und Produkt- und Prozessgestaltung (GPP) Gemeinschaftsausschuss 7.02 „Systemhaus“

- (Gründung und Vorsitz, 2014-2022)
- VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) Fachausschuss 4.10 „Interdisziplinäre Produktentstehung“ (Gründung und Vorsitz, 2016 – 2023)
- VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) Fachausschuss 3.12 „Strategische Planung und Entwicklung hybrider Leistungsbündel“ (Gründung und Vorsitz)
- VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) Fachausschuss 4.15 „Mechatronik“
- VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) Fachausschuss 7.23 „Businessmodelle für Industrie 4.0“ (2014 – 2016)
- Mitglied des Scientific and Technological Advisory Board (STAB) des Linz Center of Mechatronics GmbH
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats für das Anwendungszentrum Industrie 4.0 Potsdam
- Aufsichtsratsvorsitzende der paragon GmbH & Co. KGaA
- Mitglied im Scientific Board des Direct Manufacturing Research Centre (DMRC) und des Paderborner Institut für Additive Fertigung (PIAF) der Universität Paderborn
- Vorstandsmitglied des Heinz Nixdorf Instituts
- Prüfungsausschussvorsitzende Wirtschaftsingenieurwesen
- Stv. Mitglied im Tenure Board der Universität Paderborn
- Jurymitglied TH Köln Wissenschaftspreis: Forschungspreis, Transferpreis, Promotionspreis
- Programmausschuss VDI-Kongress Automation – Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik
- Programmausschuss VDI/VDE Mechatroniktagung
- Scientific Advisory Board International DESIGN Conference
- Scientific Committee of International Conference on Engineering Design (ICED)
- Scientific Committee of International Conference on Production Engineering Management (PEM) (2015 – 2019)
- Programme Committee der European Concurrent Engineering Conference (ECEC), (2001 – 2016)
- International Programme Committee of SciFi-It – The International Science Fiction

- Prototyping Conference (2017-2019)
- Technical Program Committee member for IEEE System of Systems Engineering Conference (SoSE) (2018)
- Gutachterin für die Zeitschrift „Konstruktion“, VDI
- Gutachterin für das internationale Journal „Applied Sciences“, MDPI
- Gutachterin für das internationale Journal „Virtual Reality“, Springer
- Koordinatorin des Schwerpunktprogramms SPP2443 „Hybride Entscheidungsunterstützung in der Produktentstehung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
- wissenschaftliche Leitung des Expertengremiums "Automation 2030", aus dem die VDI/VDE-Publikation "Automation 2030 - Szenarien und Handlungsempfehlungen" (10-Jahres-Prognose) am 07. April 2021 hervorgegangen ist (2019 – 2021)
- Expertengremium „Automation 2035“
- Koordinatorin des Schwerpunktprogramms SPP 2443 „Hybride Entscheidungsunterstützung in der Produktentstehung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

Spin-Offs Spin-offs

- assemblean GmbH

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

BIKINI – Bionik und KI für nachhaltige Integration von Produktentwicklung für einen ressourceneffizienten Leichtbau

Im Verbund-Projekt arbeiten Wissenschaftler der Universität Paderborn mit Partnern aus Forschung und Praxis an einer Lösung, um Nachhaltigkeit entlang der vollständigen Prozesskette sowie über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts zu ermöglichen.

Förderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Laufzeit: 01.07.2021 – 30.06.2024

ImPaKT – IKT-befähigte modellbasierte Auswirkungsanalyse in der Produktentwicklung

Im Verbund-Projekt arbeitet ein Forschungskonsortium aus universitären Partnern, IT-Partnern und Anwendungspartnern an einer Lösung, um Auswirkungen technischer Änderungsbedarfe bei der Entwicklung interdisziplinärer Gesamt-

systeme modellbasiert zu analysieren und Entwickler bei der Bewertung der Auswirkungen zu unterstützen.

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Laufzeit: 01.01.2021 – 31.12.2023

Vitamine_5G – Virtual reality environment for Additive Manufacturing Enabled by 5G

Im Verbund-Projekt arbeiten Wissenschaftlicher*innen des Heinz Nixdorf Instituts in einem Forschungskonsortium aus universitären Partnern und IT-Partnern an neuartigen Interaktionsformen zur Kontrolle und Überwachung von schwer zugänglichen Fertigungsprozessen durch deren Übertragung in die Virtuelle Realität. Die Übertragung der Daten wird durch 5G erstmals ermöglicht.

Förderung: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Laufzeit: 01.07.2022 – 31.06.2024

Weiterbildungsverbund (wbv) OWL wbv OWL – Weiterbildungsverbund OWL für Digitalisierung und Künstliche Intelligenz

Gerade KMU stehen vor Herausforderungen, den technischen Anforderungen des digitalen Strukturwandels nachhaltig gerecht zu werden und dabei weiter konkurrenzfähig zu bleiben. Ziel des Projekts ist die Konzeption und die Vermittlung von passender Weiterbildung. In enger Kooperation arbeiten die Projektpartner daran, dass dieser Zugang unkompliziert und ressourcenschonend gewährt wird. Der Schwerpunkt liegt dabei geographisch in OWL und fachlich im Bereich von Lösungen der Data Science und Künstlichen Intelligenz. Im Rahmen von Roadshows, Events und Weiterbildungsangeboten werden Lösungswege für Digitalisierung präsentiert und KMU bei Umsetzungsmöglichkeiten begleitet.

Förderinstitution: BMAS

Laufzeit: 01.11.2022 – 31.05.2024

CREXDATA – Critical Action-Planning over Extreme-Scale Data (Kritische Maßnahmenplanung auf Basis extremer Daten)

Kritische Situationen ergeben sich in ganz unterschiedlichen Bereichen. Der Katastrophenschutz ist ein Paradebeispiel dafür, dass Menschen unter Unsicherheit Entscheidungen treffen müssen. Wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen sollen verringert oder sogar ganz vermieden werden.

Die Vision von CREXDATA ist die Entwicklung einer Datenplattform für das Management kritischer Situationen in Echtzeit. Diese soll auch die flexible Maßnahmenplanung und agile Entscheidungsfindung bei Daten von extremer Größe und Komplexität ermöglichen. Die 15 Partner im EU-Verbund entwickeln Algorithmen, Softwarearchitekturen und Werkzeuge für vernetzte prädiktive Analysen und Vorhersagen unter Unsicherheit. Der Lehrstuhl für Produktentstehung koordiniert die Entwicklung eines Demonstratorsystems zur Bewältigung von extremwetterbedingten Gefahren. Dabei kommen u.a. Rettungsroboter, Augmented Reality und Dienste des europäischen Copernicus-Systems zum Einsatz.

Förderinstitution: EU

Laufzeit: 01.01.2023 – 31.12.2025

Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

- 3DSE Management Consultants GmbH
- 4D Concept
- Additive Marking GmbH
- Alfred-Wegener-Institut
- assemblean GmbH
- Atos Deutschland
- Bang-Netzwerk
- BCT Steuerungs- und DV-Systeme GmbH
- BHTC (Behr-Hella Thermocontrol)
- BST eltromat International
- Camaix GmbH
- CLAAS Industrietechnik GmbH
- CONTACT Software
- Dropslab Technologies GmbH
- EDAG Group
- Eisengiesserei Baumgarte GmbH
- ELHA Maschinenbau
- Eviden Germany GmbH
- Glass GmbH & Co.KG
- GPDM Die Bildungsarchitekten
- H. Butting GmbH & Co. KG
- Hadi-Plast GmbH & Co.KG
- Hofmann Mess- und Auswuchttechnik GmbH & Co. KG
- IAV GmbH
- itemis AG
- Knapheide GmbH Hydraulik-Systeme
- Krause DiMaTec GmbH
- ModuleWorks GmbH,
- paragon GmbH & Co. KGaA
- PROSTEP AG
- RapidMiner GmbH
- RHaug GmbH

- RWTH Aachen toolcraft AG
- Schaeffler-Gruppe
- VR in Science and Industry e.V
- ZEUS GmbH

Nachrichtentechnik

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Hüb-Umbach

Communications Engineering

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Hüb-Umbach

Publikationen Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qql=department=54

Promotionen PhD Theses

Jens Heitkämper

Improving the Listening Experience for SSB-Modulated HF Transmissions Using Neural Networks

To this day, analog high frequency radio transmissions play a pivotal role in some vital sectors of our society, such as marine, aviation and police communications. However, the listening experience for such recordings is limited due to the highly distorted transmission channel and the dependency on accurate carrier frequency generation. In this thesis, neural network-based solutions to three of the main causes of poor listening quality are presented, using single-sideband modulated speech signals as an example of high frequency analog radio communication. First, a reliable speech activity estimation is presented to avoid the strenuous task of tracking the inactive, noisy high frequency channel. The developed architecture, which to this day achieves the best published results on the public Fearless Steps data, is shown to outperform comparable activity estimators. As a second challenge, a frequency shift in the recorded signal due to a mismatch between the modulation and demodulation frequency is identified. This is a challenge specific to analog transmission systems, which can lead to a highly reduced quality and intelligibility of the recorded speech signal. Here, two network architectures are designed and compared to a state-of-the-art statistical estimator. Third, a source separation network is adapted to extract the speech signal from the noisy recording, which leads to an improvement of more than 20 % in the speech intelligibility metric STOI. The models for the different tasks are combined into one system to improve the signal quality and intelligibility at the receiver in a single step. For all combinations of the presented models a large gain in both intelligibility and speech quality is reported.

Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

- Michael Kuhlmann war mit einem Beitrag auf der Best Student Paper Award Shortlist der ITG Conference on Speech Communication 2023

Weitere Funktionen Additional functions

- Ernennung vom ISCA Board zum "ISCA Distinguished Lecturer für 2021-2023"
- Mitglied des Audio and Acoustics Signal Processing Technical Committee der IEEE Signal Processing Society
- Sprecher des ITG Fachbereichs Audiotechnik, AT3 "Sprachkommunikation"
- Sprecher der DFG Forschungsgruppe "Akustische Sensornetze"
- Technical Program Committee Chair der Interspeech 2024

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

Forschungsgruppe Akustische Sensornetze

This Research Unit investigates solutions and limitations for acoustic signal processing and classification over acoustic sensor networks. We aim to tackle current shortcomings and to develop a common platform which will make ASNs more adaptive to the variability of acoustic environments and sensor configurations, less dependent on supervision, and at the same time more trustworthy for the users. This will pave the way for a new class of applications that combine advanced acoustic signal processing with semantic analysis of audio. The project objectives will be achieved by adopting a three-layer approach treating communication and synchronization aspects on the lower layer, signal extraction and enhancement on the middle layer, and acoustic scene classification and interpretation on the upper layer. To carry out those tasks we will blend advanced statistical signal processing with machine learning techniques. Our project will pioneer a generic, versatile framework for wireless acoustic sensor networks. This framework supports several classes of acoustic applications, both state-of-the-art and emerging ones.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2017 – 2023

Sound Recognition with Limited Supervision over Sensor Networks

A mismatch between training and test data statistics can result in a significant degradation of performance of machine learning systems. For sound recognition in acoustic sensor networks (ASNs) this is a significant issue because of the huge number and variability of sounds and acoustic environments, and because of the large variety of sensor locations and geometric configurations one can encounter. Therefore, existing databases for sound recognition will almost never be a perfect fit to any concrete target application in acoustic sensor networks. The main objective of this project is to devise techniques for making use of available resources for the development of high-performance acoustic event and scene classifiers for a specific target application in an ASN. Those available resources are on one hand weakly labeled data (data annotated only with the event class, but not with temporal on/offset information), which stem from a different domain than the target domain for which an application is to be developed. On the other hand we assume availability of lots of unlabeled audio recordings from the target domain. We will develop techniques to compute strong labels (event category plus on/offset times), to compute domain-invariant features, and to carry out domain adaptation. The main methodology applied will be deep generative models.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2017 – 2023

Distributed Acoustic Signal Processing over Wireless Sensor Networks

We consider an acoustic sensor network, where different applications, such as source separation and extraction, should be executed. A straightforward solution might be to transport all data to a gateway node and process it there. This is, however, not necessarily the best solution (data rate bottlenecks, large latency for big acoustic data). We hence look at scenarios (inspired by trends like microservices or network function virtualization) where the acoustic signal processing chain can be broken down into individual blocks and distributed onto the nodes of the sensor network. Further, we will look at hardware aspects (in particular, full-duplex audio), how to leverage such hardware for synchronization in MAC protocols and the estimation of acoustic round-trip times. This will allow us to estimate and calibrate scenario

geometries in static and dynamic environments. Taking into account utility information about acoustic sources derived by partner projects, we consider which sources to select from both an acoustic and a networking perspective. Finally, a key question is going to be how to handle the networking aspects of dynamic scenarios, where dynamics comes from either uncontrolled or controlled (e.g., robot-based) mobility of devices or environment.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2017 – 2023

Lernen tiefer Sprachrepräsentationen für die Phonetikforschung

The speech signal is a rich source of information that conveys not only linguistic but also extra/para-linguistic information, such as the speaker's identity, gender, emotional state, age, or the social status. However, those traits are hidden in complex, non-transparent variations of the speech signal, and mostly obscure to speech research. With recent progress in speech synthesis and voice conversion caused by the advent of deep learning, we argue that synthesized speech can become a valuable tool for research in phonetics. The overarching goal of this project is thus to explore the potential of deep generative modeling of speech as a tool to support basic research in phonetics. To constrain the task, we will not consider the synthesis of stimuli from text, but concentrate on the dedicated manipulation of speech to generate new speech signals with desired properties. The goal is to develop generative models which offer a representation of the speech signal by latent variables, which is compact and informative about the observed speech signal, which represents different sources of variation of the speech signal by different dimensions of the representation, which allows a dedicated manipulation of a phonetic cue along phonetically plausible dimensions, and which is amenable to human interpretation.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2021 – 2024

Automatische Transkription von Gesprächssituationen

Multi-talker conversational speech recognition is concerned with the transcription of audio recordings of formal meetings or informal get-togethers in machine-readable form using distant microphones. Current solutions are far from

reaching human performance. The difficulty of the task can be attributed to three factors. First, the recording conditions are challenging: The speech signal captured by microphones from a distance is noisy and reverberated and often contains nonstationary acoustic distortions, which makes it hard to decode. Second, there is a significant percentage of time with overlapped speech, where multiple speakers talk at the same time. Finally, the interaction dynamics of the scenario are challenging because speakers articulate themselves in an intermittent manner with alternating segments of speech inactivity, single-, and multi-talker speech. We aim to develop a transcription system that is able to operate on arbitrary length input, correctly handles segments of overlapped as well as non-overlapped speech, and transcribes the speech of different speakers consistently into separate output streams. While existing approaches using separately trained subsystems for diarization, separation, and recognition are by far not able to reach human performance, we believe that the missing piece is a formulation which encapsulates all aspects of meeting transcription and which allows to design a joint approach under a single optimization criterion. This project is aimed at such a coherent formulation.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2021 – 2024

Explainable Feature Importance: Interpretierbares maschinelles Lernen durch spieltheoretische Analyse von Einflussgrößen und Interaktionseffekten

Methoden des maschinellen Lernens (ML) unterstützen die Suche nach Mustern in Daten und Zusammenhängen zwischen Variablen, z.B. in komplexen bio-medizinischen Systemen. Auf diese Weise können sie neue Einsichten vermitteln und Entscheidungen in Handlungsfeldern wie der medizinischen Diagnostik verbessern. Neben der Güte der aus den Daten gelernten Modelle bildet das Vertrauen menschlicher Experten in diese Modelle eine wichtige Voraussetzung für die Nützlichkeit und Anwendbarkeit von ML. Dies setzt ein gewisses Maß an Transparenz der Modelle voraus, vor allem im Hinblick auf die Bedeutung von und die Interaktion zwischen einzelnen Einflussgrößen. In diesem Projektvorhaben schlagen wir einen spieltheoretischen Ansatz zur Modellierung und Dekomposition von Abhängigkeiten höherer Ordnung vor, d.h. Abhängigkeiten zwischen

Teilungen von Variablen. Auf dieser Grundlage lassen sich theoretisch fundierte Maße für die Wichtigkeit einzelner Einflussgrößen und die Stärke der Interaktion zwischen diesen Größen bestimmen. Im Rahmen des Projektes entwickeln wir nicht nur die theoretischen und konzeptionellen Grundlagen dieses Ansatzes, sondern arbeiten auch an einer effizienten algorithmischen Umsetzung. Zur Verbesserung von Verständnis und Akzeptanz entwickeln wir zudem einen interaktiven Ansatz zur Exploration von Abhängigkeiten in hochdimensionalen Datenräumen.
Förderung: Ministerium für Kultur und Wissenschaft (MKW) des Landes NRW
Laufzeit: 2021 – 2024

Technically Enabled Explaining of Speaker Traits

The speech signal is a rich source of information that conveys linguistic but also what is termed para- or extralinguistic content, revealing a speaker's identity, gender, emotional or cognitive state, age, and health. These traits have been the subject of many investigations in phonetics, but due to the high complexity of the underlying dimensions, are often confined to highly controlled datasets that do not generalize. Practical knowledge about the phonetics of speaker characteristics is also indispensable for voice practitioners such as speech therapists, actors or public speakers. Whereas speech technology is able to classify and even disentangle the complex signals underlying speech characteristics, the discipline hitherto does not provide interpretable models that aid phonetic experts in a knowledge transfer to non-expert voice practitioners. Our project will therefore examine the possibility of developing technical solutions as a tool to support the generation of explanations within speech science. We argue specifically that the phonetic realization of a dimension of phonetic variation can be pinpointed much better if two speech probes are generated that contain the same linguistic content and differ only in the manifestation of a single trait. These explanations should ultimately enable voice practitioners to either identify or mimic the paralinguistic dimensions of interest.
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2021 – 2025

Verbundprojekt: WestAI – AI Service Center West: Audiokomponente zu den großen KI Modellen

Basierend auf der Expertise in generativen Modellen werden Encoder – Decoder Ansätze entwickelt, die eine temporale Kontextmodellierung, beispielsweise im latenten Raum, enthalten, um so die für sequentielle Daten wie Audio so wichtige zeitliche Kontextmodellierung zu ermöglichen. Auf Standard-Benchmarkdatensätzen wird die Generalisierbarkeit der Modelle getestet. Auch soll untersucht werden, ob eine Initialisierung mit Modellen für Bilddaten vorteilhaft ist. Teacher-Student Ansätze werden weiterentwickelt, um einen anwendungsspezifischen Modelltransfer zu ermöglichen. Dabei wird angenommen, dass zumindest ungelabelte Daten aus der Zielumgebung/Zielanwendung vorliegen. Bezüglich Modellkompression für ressourcenbeschränkte Anwendungen werden Techniken entwickelt, um vortrainierte Modelle gezielt auf die Randbedingungen der Zielumgebung anzupassen. Wenn Aufnahmen aus der Zielumgebung vorliegen, können diese beispielsweise zur informierten Datenauswahl und zur informierten künstlichen Datenvermehrung verwendet werden, d.h. es werden nur solche Daten zum Vortraining verwendet, die eine Mindestähnlichkeit mit der Zielumgebung haben.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
Laufzeit: 2022 – 2025*

Aktuelle Industriekooperationen**Current industry cooperations**

- Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, USA
- Toshiba Europe Limited, Cambridge, United Kingdom
- NTT Communication Science Laboratories, Kyoto, Japan Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, USA

Wissenschaftliche Kooperationen**Scientific cooperations**

- Dr. rer. nat. habil. Ralf Schlüter, RWTH Aachen
- Prof. Dr. Petra Wagner, Universität Bielefeld
- Prof. Dr. Rainer Martin, Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr. Gerald Enzner, Universität Oldenburg

- Prof. Dr. Walter Kellermann, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Holger Karl, Hasso-Plattner-Institut (HPI) Potsdam
- Dr. Joachim Köhler, Fraunhofer Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), St. Augustin
- Prof. Sharon Gannot Bar-Ilan. University Ramat Gan, Israel
- Dr. Jinyu Li, Microsoft Research, Bellevue, WA, USA
- Dr. Jonathan Le Roux, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, USA
- Prof. Dr. Bhiksha Raj, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA

Algorithmen und Komplexität

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy

Algorithms and Complexity

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy

Publikationen**Publications**

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qql=department=63

Weitere Aktivitäten wie Promotionen, Messen, Tagungen, Seminare, Patente, Preise, Auszeichnungen, weitere Funktionen usw. finden Sie in Kürze an dieser Stelle.

Further activities such as PhD Theses, fairs, conferences, seminars, patents, prizes, awards, other functions etc. will be listed here shortly.

Schaltungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

Publikationen Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?cql=department=58

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

2023 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS)
15. – 18.10.2023, Monterey, USA.

26. Workshop für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2023
Freiburg, Deutschland, März 2023

27. Workshops für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2023
Kaiserslautern Deutschland, März 2024

26th Design, Automation and Test in Europe (DATE)
17. – 19.4.2023, Antwerp, Belgium

Workshop auf der 26. European Microwave Week 2023 zu "Broadband and Microwave Signal Processing Using Electronic-Photonic Integration"
September 2023, Berlin, Deutschland)

Workshop „Ultraschnelle Signalverarbeitung durch Verwendung von nanophotonischer- nanoelektronischer Technologie“ (Statusmeeting SPP 2111)
8. – 9. 9. 2023 in Paderborn

Weitere Funktionen Prof. Scheytt Additional functions Prof. Scheytt

- Institutsleiter des Instituts für Elektrotechnik und Informationstechnik, Uni Paderborn
- Mitglied des Geschäftsführenden Vorstands des Heinz Nixdorf Instituts
- Stellvertretender Vorsitzender des Institut für photonische Quantensysteme PhoQS
- Koordinator des DFG-Schwerpunktprogramms „Electronic-Photonic Integration for Ultrafast Signal Processing“ (SPP 2111)
- Vorstandsmitglied im Center for Optoelec-

- tronics and Photonics Paderborn (CeOPP)
- Mitglied im Programmkomitee European Microwave Week (EuMW), Berlin, Deutschland 2023 und 2024
- Mitglied im Programmkomitee IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS) 15. – 18.10.2023, Monterey, USA
- seit 2014, Mitglied im Programmkomitee German Microwave Conference (GeMiC), Duisburg , 11. – 13. März 2024
- Mitglied in der European Radio and Microwave Interest Group (EURAMIG) der European Microwave Association (EuMA)
- Mitglied im European Photonic Industry Consortium (EPIC)
- Mitglied in Photonic21, European Technology Platform for Photonics
- Gutachter IEEE Journal of Solid-State Circuits, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IEEE Microwave Components Letters, European Microwave Week, German Microwave Week

Weitere Funktionen apl. Prof. Müller Additional functions apl. Prof. Müller

- Mitglied im Main Board der European Design and Automation Association (EDAA)
- Sprecher der VDE-VDI-GMM/ITG/GI-Fachgruppe 4 (Beschreibungssprachen und Modellierung von Schaltungen und Systemen) der Kooperationsgemeinschaft Rechnergestützter Schaltungs- und Systementwurf (RSS)
- Mitglied der Special Interest Group Design Automation (SIGDA) der Association for Computing Machinery (ACM)
- Mitglied im Wissenschaftler-Personalrat der Universität Paderborn
- Mitglied im Executive Committee der DATE 2023 (Antwerpen, Belgien, April 2023)
- Mitglied im Executive Committee der DATE 2024 (Valencia, Spanien, April 2024)
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee des 26. Workshops für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2023 (Freiburg, Deutschland, März 2023)
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee des 19th Workshop Automotive

- Software Engineering 2023 (Paderborn, Februar 2023).
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee des 21st Workshop Automotive Software Engineering 2024 (Linz, Österreich, Februar 2024).
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee der International IEEE Conference on Hardware / Software Codesign and System Synthesis (Hamburg, Germany, Oktober 2022)
- Mitglied im Editorial Board Foundations and Trends in Electronic Design Automation, now publishers, Boston/Delft.

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

METERACOM – Metrology for Terahertz Communication Phase 2
Im Zentrum der DFG-Forschungsgruppe METE-RACOM (FOR 2863) steht die Kommunikationstechnik für den weitgehend noch unberührten Terahertz-Frequenzbereich (THz). In diesem Frequenzbereich könnten in Zukunft Terabit pro Sekunde übertragen werden. Jedoch stellen die sehr hohen Frequenzen und Bandbreiten der drahtlosen Kommunikation bei Terahertz-Frequenzen die heutige Kommunikationstechnik vor enorme Herausforderungen. Wesentliche Herausforderungen, die im Projekt bearbeitet werden sollen, sind: Die Erforschung von Messtechnik-Methoden (Metrologie) für drahtlose Kommunikationstechnologie mit THz-Signalen, die Entwicklung und Charakterisierung von neuen Messmitteln und die Rückführbarkeit von THz-Metrologie auf die grundlegenden Maßeinheiten des SI-Systems.
Projektpartner: TU Braunschweig, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Universität Marburg, Universität Stuttgart, Universität Lübeck, TU Ilmenau, National Physics Laboratory of Great Britain
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: Juni 2022 – Mai 2025

NyPhE – Nyquist Photonic Engine
Das Ziel von NyPhE ist es, einen völlig neuen, zum Patent angemeldeten Ansatz zu untersuchen, der optischen Transceivern auf Basis der Siliziumphotonik mit einer Geschwindigkeit von 400 Gbit/s Datenrate in Siliziumphotonik-Technologie ermöglichen soll. Dazu wird eine Signalübertragung auf Basis von sogenannten

Nyquist-Pulsen eingesetzt, die es ermöglicht, mehrere langsame Datenströme in einen physischen Kanal zu einem sehr schnellen Datenstrom zu vereinen. Die Fachgruppe Schaltungstechnik ist für die Implementierung des Transceivers in einer hochmodernen Siliziumphotonik-Technologie verantwortlich.
Projektpartner: Leoni AG, Sicoya GmbH, TU Braunschweig, TU Dresden
Projekträger: VDI Technologiezentrum GmbH
Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Laufzeit: Juli 2018 – Juni 2022

Scale4Edge – Entwicklungsplattform und Ökosystem für skalierbare Spezialprozessoren im Edge-Computing

Scale4Edge erforscht, wie Entwicklungszeit und -kosten anwendungsspezifischer Edge-Prozessoren signifikant reduziert werden können. Solche Prozessoren führen meist mobil und nahe an Sensoren entscheidende erste Berechnungen aus. Sie müssen deshalb nicht nur besonders zuverlässig, performant und robust, sondern auch energieeffizient arbeiten. Darüber hinaus müssen sie ein hohes Maß an Vertrauenswürdigkeit bieten. Mit der entstehenden skalierbaren und flexibel erweiterbaren Entwicklungsplattform auf Basis des lizenzfreien, quelloffenen RISC-V-Befehlssatzarchitektur können individuelle Prozessoren mit diesen Eigenschaften effizient und kostengünstig entwickelt werden.
Projektpartner: Infineon Technologies AG, concept engineering GmbH, TU Kaiserslautern, Absint Angewandte Informatik GmbH, Robert Bosch GmbH, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, OFFIS e.V., TU München, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, IHP GmbH, MINRES GmbH, TU Dresden, ARQUIMEA Deutschland, SYSGO GmbH, TU Darmstadt, EPOS GmbH, Universität Bremen, FZI Forschungszentrum Informatik
Projekträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Laufzeit: April 2020 – März 2023

PONyDAC - Precise Optical Nyquist Pulse Synthesizer DAC – Phase 2

Das Ziel des PONyDAC-Projekts ist die Untersuchung und Implementierung von elektronisch-photonischen Digital-Analog-Umsetzern mittels Synthese optischer Nyquistpulse und der Verwendung von optischem Time-Interleaving. Die Nyquistpulsenergieerzeugung geschieht durch passende Eingangssignalregelung für Mach-

Zehnder-Modulatoren auf Basis der monolithischen Ko-Integration photonischer und elektronischer Komponenten auf demselben Chip. Dieses Konzept der Synthese ultra-breitbandiger Nyquistpulse hat das Potential bisherige State-of-the-Art D/A-Wandler-Lösungen bei weitem zu übertreffen.
Partner: Technische Universität Braunschweig
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Integrierte Elektronisch-Photonische Systeme für die Ultrabreitbandige Signalverarbeitung“ (SPP 2111)
Laufzeit: Januar 2022 – Juni 2023

PACE – Photonically Assisted Ultrabroadband Analog-to-Digital-Converter – Phase 2

Das Ziel des PACE-Projekts ist die Untersuchung und Implementierung von extrem schnellen Analog-Digital-Umsetzern, auf Basis von photonischer und elektronischer Signalverarbeitung. Dabei werden mode-locked Laser als optische Signalquellen eingesetzt und verschiedene Verfahren der Analog-Digital-Wandlung untersucht. Ziel ist es, die elektronisch-photonischen Analog-Digital-Wandler mittels Siliziumphotonik-Technologie erstmalig als Chips zu integrieren und den Stand der Technik von rein elektronischen Analog-Digital-Wandler-Chips damit deutlich zu übertreffen.
Partner: RWTH Aachen, Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Universität Hamburg
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Integrierte Elektronisch-Photonische Systeme für die Ultrabreitbandige Signalverarbeitung“ (SPP 2111)
Laufzeit: Januar 2022 – Dezember 2024

TRR142/C11 - Kompakte Photonenpaar-Quelle mit ultraschnellen Modulatoren auf Basis von CMOS und LNOI

In dem Projekt werden wir miniaturisierte Quellen für dekorrelierte Photonenpaare mit hoher Wiederholrate untersuchen und demonstrieren. Diese Zielstellung wird durch die gemeinsame Integration von elektro-optischen Modulatoren mit hoher Bandbreite und optischer Abwärtsmischung (engl. Parametric down-conversion, PDC) erreicht, die beide in einer Lithium-Niobat-auf-Isolator (LNOI)-Plattform integriert werden. Die breitbandigen optischen Pulse für die PDC werden durch eine neuartige Frequenzkamm-Synthese-Technik mittels eines integrierten

CMOS-Chips in Verbindung mit dem LNOI-Modulator erzeugt.
Beteiligte Fachgebiete: Integrierte Quantenoptik (Prof. Dr. Silberhorn) & Schaltungstechnik (Prof. Dr. Scheytt)
Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsprogramms/Transregio „Maßgeschneiderte nichtlineare Photonik: Von grundlegenden Konzepten zu funktionellen Strukturen“ (TRR 142)
Laufzeit 3. Phase: Januar 2022 – Dezember 2025

PhoQuant - Photonic Quantum Computing
Quantum Computing ist eine vielversprechende Lösung für Probleme, die mit klassischen Methoden im Allgemeinen nicht gelöst werden können. Die Verwendung von Lichtpartikeln als Qubits (Recheneinheiten) im photonischen Ansatz bietet das erforderliche Skalierungsniveau für Hochgeschwindigkeitsberechnungen und hohe Rechenleistung. Der Schlüssel zum Erfolg dieses Ansatzes sind die photonischen integrierten Schaltkreise (PICs), die moderne Integrationstechnologien nutzen. Das PhoQuant-Projekt zielt auf die Optimierung von Rechenprozessen in industriell relevanten Anwendungen wie der Echtzeitorientierung von Flugplänen an Flughäfen. Im Rahmen des Projekts entwickelt das Konsortium einen 100-Qubits-Quantencomputer mit monolithisch integrierter Architektur, der neben den optimierten Algorithmen die Basis für weitere universelle Entwicklungen bilden kann.
Partner: Q.ANT GmbH, Institute for Photonic Quantum Systems (PhoQS) at University of Paderborn, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), Institute of Physics at Humboldt-University of Berlin, , Kirchhoff Institute for Physics (KIP) at Heidelberg University, HQS Quantum Simulations GmbH, Abbe Center of Photonics at Friedrich-Schiller-University of Jena, Dahlem Center for Complex Quantum Systems at Freie Universität Berlin, Institute of Theoretical Physics at University of Ulm, ficonTEC Service GmbH, Menlo Systems GmbH, TEM Messtechnik GmbH, Swabian Instruments GmbH.
Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Laufzeit: Januar 2022 – Dezember 2026

MINTS – Mode-locked Laser based Integrated Terahertz Synthesizer
Das Projekt untersucht elektronisch-photonische THz Frequenzsynthesizer-Architekturen zur Integration in Silizium-Photonik (SiPh) und/

oder Indium-Phosphit (InP) Photonik-Technologien. Aufbauend auf modengekoppelten Lasern (MLL) soll ein Jitter- bzw. Phasenrauschen erreicht werden, das besser als bei rein elektronischen THz-Frequenzsynthesizern ist mit besserem Frequenzbereich und einer besseren Frequenzauflösung.

Partner: Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Berlin

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: Januar 2022 – Dezember 2025

MID₄AUTOMOTIVE – Strukturintegrierte Elektronik mittels Spritzgussverfahren für verbesserte Radarsysteme im Automobil

3D-MID ist eine Chip-Packaging- und Integrationstechnologie, die eine dreidimensionale Anordnung von Chip-Komponenten und eine große Flexibilität bei der Form des Endmoduls ermöglicht. Die angestrebten Innovationen in diesem Projekt sind die Anpassung der 3D-MID-Technologie für den Einsatz in Automotive-Radar-Anwendungen, die direkt in die Stoßstange eines Autos integriert werden können. Diese Module sollen die Winkelauflösung von modernen Radarmodulen um den Faktor sechs übertreffen. Darüber hinaus ist die Integration von Bare-Dies (nackten, ungehausten Chips) in die 3D-MID-Technologie sowie die Integration von Glasfaserkomponenten, die eine verlustarme Verbindung mehrerer Radarsensoren ermöglichen, gezielte Innovationen in diesem Projekt.

Partner: Konrad GmbH, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Fujikura Technology Europe GmbH, MID Solutions GmbH, perisens GmbH, NXP Semiconductors Germany GmbH, AUDI AG

Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Laufzeit: März 2023 – Februar 2026

Radiophotonics – Mikrowellensignalgenerierung mit modengekoppelten Lasern

Das Ziel des Radiophotonics-Projekts ist die Kommerzialisierung der nächsten Generation von Mikrowellensignalgeneratoren, die einen modengekoppelten Laser (engl. mode-locked laser, MLL) verwenden. MLLs können einen rauscharmen optischen Referenztakt erzeugen, der eine um Größenordnungen bessere Präzision bei der Messung von Zeiteinheiten aufweist. Die optischen Pulse von MLLs können jedoch nicht einfach in einer herkömmlichen Phasenregelschleife (engl. phase-locked loop, PLL) zur Erzeugung eines Mikrowellensignals

verwendet werden. Das liegt daran, dass der Ausgang der MLLs im optischen Bereich liegt, während die elektronischen Phasendetektoren im elektrischen Bereich arbeiten. Der Phasendetektor dieser Art einer opto-elektronischen PLL (OEPLL) muss in einem gemischt-elektronisch-optischen Bereich arbeiten, dem so genannten balancierten optischen Mikrowellen-Phasendetektor (engl. balanced optical microwave phase detector, BOMPD). Durch den Einsatz dieser Art von opto-elektronischer PLL kann das Phasenrauschen um Größenordnungen verbessert werden.

Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland (BMWK)

Laufzeit: Juli 2023 – Dezember 2024

PhoQC – Photonisches Quantencomputing

Im Projekt „Photonisches Quantencomputing“ arbeitet ein interdisziplinäres Team von Wissenschaftlern der Universität Paderborn an der Realisierung eines photonischen Quantencomputers. Dabei werden an einem lokalen Standort alle Schritte von der Grundlagenforschung zu neuen Quantenalgorithmen über die Modellierung großer, komplexer Quantensysteme bis hin zur Realisierung und Optimierung großer photonischer Quantennetzwerke für Computinganwendungen vereint. Dieser Ansatz wird erst durch die einmalige Bündelung von Kernkompetenzen am Standort Paderborn ermöglicht. Im Bereich der Hardwareentwicklung, in dem auch das Fachgebiet Schaltungstechnik beteiligt ist, entstehen die Hardwaregrundlagen für eine integrierte optische Realisierung eines Boson Sampling Systems und der Komponenten für universelles Quantum Computing. Durch Kollaboration zwischen den unterschiedlichen Fachbereichen an der Universität Paderborn werden die Kompetenzen aus dem Bereich der quantenphotonischen Quellenentwicklung in Lithium Niobat und auf Quantenpunkten mit denen der Schaltungstechnik für klassische integrierte Optik auf Siliziumbasis vereint. Durch eine industrienaher Kooperation wird ein Kooperationspartner gewonnen, dessen Kompetenzen in der Hybridisierung und Packaging von integrierten optischen Systemen die Komponentenentwicklung an entscheidender Stelle unterstützt.

Förderinstitution: EIN Quantum NRW, MWIKE. NRW

Laufzeit: Januar 2022 – Dezember 2024

PhoQS-PROJEKT: Modellierung und Optimierung photonischer Wirebonds

Hochqualitative photonische Verbindungen ermöglichen technologische Fortschritte, sowohl in der optischen Datenübertragung als auch in sämtlichen Quantenforschungsprojekten. In diesem Forschungsprojekt sollen optisch-breitbandige Ein-/Auskopplungsmethoden untersucht werden. Mit einem nanopräzisen 3D-Drucker können Strukturen für photonische Interfaces gefertigt werden (s. Abb. 1). Wichtige Arbeitspakete dieses Projekt umfassen die simulatorische Untersuchung, Optimierung und Messung verschiedener Kopplungsarchitekturen. Dabei zu untersuchen sind photonischen Anbindungen von Faser-zu-Chip (Endfacetten- oder Gitterkoppler) oder von Chip-zu-Chip (Endfacetten-, Gitterkoppler oder andere Kopplungsarten). Dabei werden Materialplattform-abhängige Rezepte der diversen Kopplungsstrategien entwickelt. Beteiligt an diesem PhoQS-Projekt ist die Fachgruppe Schaltungstechnik (Prof. Dr. Scheytt) und die Arbeitsgruppe Hybrid Quantum Photonic Devices (Prof. Dr. Jöns).

Förderinstitution: Institut für photonische Quantensysteme (PhoQS), Universität Paderborn

Laufzeit: September 2023 – Dezember 2024

PhoQS-PROJEKT: Quantenoptische Systeme in Siliziumnitrid Technologie

In diesem Forschungsprojekt wird die Möglichkeit zur Integration von quantenoptischen Komponenten, welche unter anderem in photonischen Quantencomputern und Sensoren eingesetzt werden können, in kommerziell erhältlicher Siliziumnitrid-Technologie untersucht. Siliziumnitrid wird in vielen hochintegrierten CMOS-Technologien verwendet und ist somit bereits heute in sehr hoher Qualität und in Massenproduktion, welche zu geringen Stückkosten führt, erhältlich. Zudem ermöglicht es eine monolithische Integration, d.h. Elektronik und Photonik können in einem gemeinsamen Chip hergestellt werden. Dies führt zu deutlich geringeren parasitären Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten, die bei nicht-monolithischer Integration durch die Kontaktierung mehrerer Chips entstehen würden. Die Verwendung von Siliziumnitrid ermöglicht die Herstellung photonischer Komponenten mit sehr geringen optischen Verlusten, Resonatoren mit hoher Güte und die Herstellung nicht-linearer photonischer Bauelemente, welche in Quantensystemen benötigt werden. Schwerpunkte in diesem Projekt sind die

Ein- und Auskopplung optischer Signale in Siliziumnitrid-Strukturen, die Untersuchung zur Umsetzbarkeit nichtlinearer photonischer Bauelemente in Si₃N₄, Entwicklung optischer Komponenten in kommerziell erhältlicher Siliziumnitrid-Technologie und die Generierung von Pump-Pulsen für PDC (engl. parametric-down-conversion) und QPG (engl. quantum pulse gate) Anwendungen in Siliziumnitrid kompatibler Technologie

Förderinstitution: Institut für photonische Quantensysteme (PhoQS), Universität Paderborn

Laufzeit: Juli 2023 – Dezember 2024

PhoQS-PROJEKT: Quantenunterstützte Sensor-systeme

In diesem Forschungsprojekt soll ein quantenunterstütztes Lidar und photonisches Radarsystem gemäß Abb. 1 aufgebaut werden. Hierzu wird z.B. auf ein CW Lasersignal eine Sensor-Sendesignal auf moduliert, welches dann direkt (Lidar) oder nach elektrooptischer Wandlung und nach optionaler Frequenzvervielfachung (Radar) gesendet wird. Im Falle des photonischen Radars, wird das Empfangssignal in ein optisches Signal überführt, bzw. bei dem Lidar, wird das Empfangssignal direkt als ein Eingangssignal in ein Quanten Puls Gatter (QPG) gegeben. Das zweite Eingangssignal des QPGs wird mittels eines Pulsformers, welcher mit einem gepulsten Laser gespeist wird, generiert. Durch Auswertung des QPG Ausgangssignals können Rückschlüsse über die Entfernung getroffen werden. Schwerpunkte in diesem Projekt sind die Entwicklung von Teststrukturen bei einem externem LNOI Auftragsfertigungsunternehmen mit anschließender Nachbearbeitung im PhoQS, die (Teil-) Integration von ausgewählten Komponenten für ein quantenunterstütztes Sensorsystem in LNOI, der Aufbau eines Versuchstandes für ein quantenunterstütztes Lidarsystem und der Aufbau eines Versuchstandes für ein quantenunterstütztes photonisches Radarsystem.

Förderinstitution: Institut für photonische Quantensysteme (PhoQS), Universität Paderborn

Laufzeit: Juli 2023 – Dezember 2024

Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

- AbsInt Angewandte Informatik GmbH, Saarbrücken
- advlCo microelectronics GmbH, Recklinghausen

- ADVA Optical Networking SE, Berlin
- AEMtec GmbH, Berlin
- ARQUIMEA Deutschland GmbH, Frankfurt/O.
- Volkswagen AG, Wolfsburg,
- Audi AG, Ingolstadt
- Cadence Design Systems GmbH, München
- Fraunhofer IEM, Paderborn
- Fraunhofer IMS, Duisburg
- Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg
- Fujikura Ltd, Japan
- Fujikura Technology Europe GmbH, Frankfurt/Main
- Hella GmbH & Co. KGaA, Lippstadt
- IHP – Leibniz Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt/Oder
- II-VI Incorporated, PA, USA
- Infineon Technologies AG, München
- Konrad GmbH, Radolfzell
- Leoni Fiber Optics GmbH, Neuhaus-Schierschnitz
- NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg
- MID Solutions GmbH, Bad Grund - OT Gittelde
- MINRES Technologies GmbH, Neubiberg
- perisens GmbH, Feldkirchen b. München
- PhoQuant, Stuttgart
- Robert Bosch GmbH, Reutlingen
- Sicoya GmbH, Berlin
- SYSGO GmbH, Klein-Winternheim
- TOPTICA Photonics AG, Gräfelfing
- Volkswagen AG, Wolfsburg

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific cooperations

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Prof. Becker
- Eberhard Karls Universität Tübingen, Prof. Bringmann
- Forschungszentrum Informatik (FZI), Dr. Viehl
- Hochschule München, Prof. Walentowitz
- Karlsruhe Institute of Technology, Prof. Koos
- National Physics Laboratory, Teddington, UK
- DLR, Dr. Grüttner
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
- Ruhruniversität Bochum, Prof. Hofmann
- RWTH Aachen, Prof. Witzens

- Technische Universität Berlin, Prof. Zimmermann
- Technische Universität Braunschweig, Prof. Schneider
- Technische Universität Braunschweig, Prof. Thomas Kürner
- Technische Universität Darmstadt, Prof. Koch
- Technische Universität Dresden, Prof. Jamshidi
- Technische Universität Dresden, Prof. Meyr
- TU Eindhoven, NL, Prof. Johannson
- Technische Universität Kaiserslautern, Prof. Kunz
- Technische Universität München, Prof. Ecker
- Technische Universität München, Prof. Müller-Gritschneider
- Universität Bremen, Prof. Drechsler
- Universität Hamburg / DESY, Prof. Kärtner
- Universität Potsdam, Prof. Krstic
- Universität Stuttgart, Prof. Kallfass
- University of California, Irvine CA, USA, Prof. Dömer

Regelungstechnik und Mechatronik

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Publikationen Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qql=department=153

Promotionen PhD Theses

Patrick Biemelt
Entwurf und Analyse modellprädiktiver Regelungsansätze zur Steigerung des Immersionsempfindens in interaktiven Fahrsimulationen
Die vorliegende Dissertationsschrift beschreibt die Synthese neuartiger Regelalgorithmen zur Verbesserung der Bewegungsrückmeldung in dynamischen Fahrsimulatoren. Das Zielsystem bildet dabei der ATMOS Fahrsimulator, welcher am Heinz Nixdorf Institut als rekonfigurierbare Test- und Entwicklungsplattform für innovative Fahrerassistenzsysteme betrieben wird. Dieser verfügt über ein prototypisches Bewegungssystem mit besonderen kinematischen Eigenschaften, weshalb sich der Einsatz etablierter Verfahren aus der interaktiven Fahr- und Flugsimulation im Sinne eines möglichst realitätsnahen Fahreindrucks als unzureichend erweist. Daher widmet sich die Arbeit dem Entwurf neuer Lösungsansätze, die gezielt hinsichtlich der technischen Randbedingungen sowie der Systemspezifikationen des Simulators konzipiert und optimiert sind. Konkret werden eine modifizierte filterbasierte Strategie und ein echtzeitfähiger Algorithmus nach dem etablierten Prinzip der modellprädiktiven Regelung vorgestellt. Ein durchgängiges Merkmal beider Verfahren ist der gegenüber konventionellen Regelungskonzepten gesteigerte Grad der Modellintegration in die Signalverarbeitung, was insbesondere den zweitgenannten Ansatz für die Anwendung an dem hier betrachteten Simulortyp prädestiniert. Darüber hinaus lassen sich die entwickelten Algorithmen jedoch auch auf weitere Simulatorkonzepte übertragen, sodass ein genereller Mehrwert für die interaktive Fahrsimulation hervorgeht, der den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik signifikant erweitert. Die Erprobung am realen System belegt eine deutliche Überlegenheit der neuen Regelungsstrategien gegenüber herkömmlichen Methoden. Diese äußert sich sowohl in einem objektiven Vergleich der gemessenen Soll- und Istsignale, als auch im subjektiven Fahreindruck.

Manuel Gräler
Entwicklung adaptiver Einrichtungsassistenzsysteme für Produktionsprozesse
Die vorliegende Arbeit ist im Bereich der Produktionstechnik situiert, welche sich in einem stetigen Wandel befindet. Ein Trend in der Produktion sind individualisierte Produkte und damit eine höhere Variantenvielfalt, die idealerweise durch effiziente Produktionsprozesse hergestellt werden. Effizienz bedeutet in diesem Fall, dass die Produkte kostengünstig und bedarfsgerecht hergestellt werden. Der Trend geht hierbei auch in der Massenproduktion zu einer flexiblen Produktion, um das gebundene Kapital zu reduzieren und zeitnah auf Kundenwünsche reagieren zu können. Dies führt zu einem häufigeren Umrüsten der Werkzeuge in den Maschinen und somit zu einem immer häufigeren Einrichten der Prozesse. In dieser Arbeit wird eine Systematik für ein adaptives Einrichtungsassistenzsystem entwickelt, welches den Maschinenbediener beim Einrichten mithilfe eines definierten Vorgehens durch den Prozess leitet. Der Bediener wird dabei unterstützt die momentane Produktqualität zu bewerten und bekommt einen quantitativen Vorschlag zur Variation der Justagemöglichkeiten. So kann der Einrichtprozess zielgerichteter und fehlerfreier durchgeführt werden. Ermöglicht wird dies durch die Abbildung des notwendigen Expertenwissens in datengetriebenen Modellen. Mithilfe des so abgebildeten Expertenwissens werden optimierte Einstellungen berechnet und am Werkzeug eingestellt. Es ist nicht davon auszugehen, dass das virtualisierte Expertenwissen die Realität allumfassend abbilden und alle akuten Umwelteinflüsse messtechnisch ermittelt werden können. Etwaige Abweichungen der Produktqualität werden direkt in der entwickelten Optimierung und bei Bedarf mithilfe der vorgeschlagenen Kompensationsstrategie eliminiert. Die Systematik wird anhand eines Folgeverbundprozesses validiert. Nach der Analyse des Prozesses werden die wesentlichen Komponenten für das System entwickelt und mithilfe von Versuchen und Simulationen die Funktionsfähigkeit erfolgreich nachgewiesen.

Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur echtzeit-basierten dynamischen Verkehrs-zuordnung für zumindest zwei nachfolgende Fahrbahnen
AktENZEICHEN: 10 2021 204 191.4
Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 29.06.2023

Weitere Funktionen Additional functions

- Leiter Fraunhofer-Institut Entwurfstechnik Mechatronik IEM
- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Kuratoriumsmitglied Fraunhofer IPT
- Vorstand des L-LAB

Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

Datengetriebene Methoden in der Regelungstechnik (DART)
Ziel der Nachwuchsgruppe „Datengetriebene Methoden in der Regelungstechnik“ ist es, die synergetische Kombination modell- und datengetriebener Verfahren für regelungstechnische Aufgaben zu erforschen. Dazu werden modellgetriebene Verfahren mit maschinellem Lernen kombiniert, um hybride Methoden zu erhalten und die größtmögliche Performanz beim Regelungsentwurf zu erzielen. Die so entwickelten hybriden Entwurfsmethoden sollen an verschiedenen Demonstratoren zusammengeführt und evaluiert werden. Eine industrielle Verwertung der Ergebnisse ist ebenso durch den Wissenstransfer in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut Entwurfstechnik Mechatronik IEM geplant.
Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Laufzeit: 2020 – 2024

Robustheit von Sensoren und Sensorsystemen gegenüber Umweltbedingungen für Hochautomatisiertes Fahren (RoSSHAF)
Das Projekt verfolgt die Entwicklung innovativer Sensorik und angepasster Testverfahren für hochautomatisiertes Fahren unter widrigen Witterungsbedingungen, bei denen aktuelle Assistenzsysteme nicht zuverlässig arbeiten.

Control Engineering and Mechatronics

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Hierzu werden einzelne Sensoren virtuell abgebildet und unter Schlechtwetterbedingungen simuliert. Zusätzlich erfolgt eine dynamische Erprobung und Optimierung von Sensorsystemen mithilfe KI-basierter Verfahren und Cloud-Anbindung. Darauf aufbauend entsteht im Rahmen des Forschungsvorhabens eine virtuelle Testplattform für die Umfeldsensorik, welche das Testen von Sensorsystemen frühzeitig in der Entwicklung ermöglicht und so die Funktionsfähigkeit in beliebigen Fahrsituationen gewährleistet.
Förderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Laufzeit: 2021 – 2024

Traffic Control for MixedAutonomy Systems (TraCMAS)
Automatisiertes Fahren in Kombination mit Car2X-Kommunikation eröffnet vielversprechende Möglichkeiten für zukünftige Verkehrssysteme. Die kooperative Nutzung von geteilter Echtzeitinformation ermöglicht eine deutliche Effizienzsteigerung der heutigen Verkehrsinfrastruktur. Mit diesem Ziel verfolgt das Projekt die Nutzung neuer Technologien aus dem Bereich der Verkehrstechnik zur Steuerung und Optimierung urbaner Verkehrsflüsse. So sollen autonome Fahrzeuge und Car2X-Kommunikationstechnik in ein Verkehrsleitsystem integriert und mit intelligenten Schaltungen für Lichtsignalanlagen (LSA) verknüpft werden. Zusätzlich erfolgt eine direkte Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch die Vorgabe optimierter Routen und Geschwindigkeitsprofile, welche einen signifikanten Einfluss auf den Verkehrsfluss autonomer Fahrzeuge haben. Auf diese Weise sollen Wartezeiten reduziert und Schadstoffemissionen gemindert werden.
Förderung: Karl-Vossloh-Stiftung
Laufzeit: 2021 – 2024

Nachhaltigkeitsoptimiertes Life Cycle Assessment technologisch hochkomplexer Produkte am Beispiel Automobilbeleuchtung (NALYSES)
Im Projekt NALYSES soll ein nachhaltigkeits-optimierter Lebenskreislauf technologisch hochkomplexer Produkte realisiert werden. Bereits im Entwicklungsprozess sollen Reparaturfähigkeit und Wiederverwendbarkeit nach Produktlebensende (durch Materialrückgewinnung und Wiederverwendung ganzer Baugruppen) berücksichtigt werden, was die Entwicklung neuartiger Materialkonzepte und

Methoden, bspw. zur Verlängerung der Lebensdauer erfordert.
Förderung: BMBF
Laufzeit: 2022 – 2025

Transformations-Hub für eine verbesserte, nachhaltigere Nutzung von Automobilen durch digitale Services und digitale Geschäftsmodelle (DiSerHub)
DiSerHub zielt auf die Etablierung eines nutzerzentrierten Transformations-Hubs fürs Digitale Services und Geschäftsmodelle entlang der Wertschöpfung von Automobilität. Kern ist ein digitales Informationsportal und ein aufeinander abgestimmtes Maßnahmen-Bündel aus On-Demand- sowie Live-Transferformaten. Im Schwerpunktthema digitales Ökosystem für vernetztes automatisiertes Fahren wird als Demonstrator ein Reallabor in die bestehende Forschungs- und Innovationsinfrastruktur des HNI integriert.
Förderung: BMWK
Laufzeit: 2022 – 2025

Sustainable life-cycle of intelligent socio-technical systems (SAIL)
SAIL zielt auf die Erforschung der Intelligenten Technischen Systeme der nächsten Generation mit den Schwerpunkten Kooperation, Prosilienz und Nachhaltigkeit, wobei funktionale und nicht-funktionale Ziele zu berücksichtigen sind. Beispielsweise sollen Prosilienz und langfristige Robustheit durch einen Mensch-zentrierten Entwurf erreicht werden, wobei unterschiedliche Wege, um mit Unsicherheit umzugehen, erforscht werden sollen.
Förderung: MKW NRW
Laufzeit: 2022 – 2026

Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

- BMW AG, München
- Covestro Deutschland AG, Leverkusen
- dSPACE GmbH, Paderborn
- Fertigungsgerätebau Adolf Steinbach GmbH & Co. KG, Salz
- geba Kunststoffcompounds GmbH, Ennigerloh
- HELLA GmbH & Co. KGaA, Lippstadt
- RTB GmbH & Co. KG, Bad Lippspringe
- Smart Mechatronics GmbH, Dortmund
- Stührenberg GmbH, Detmold
- ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen.

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific cooperations

- Prof. Dr.-Ing. habil. Frank Walther, Technische Universität Dortmund
- Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram, Technische Universität Dortmund
- Prof. Dr. Vladimir Poddubnyi, Altaier Staatliche Technische Polzunov-Universität
- Prof. Dr. Barbara Hammer, Universität Bielefeld

Angewandte Ethik, Technikethik

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Angewandte Ethik, Technikethik

Jun. Prof. Dr. Suzana Alpsancar

Publikationen

Publications

You can find all publications of the workgroup at ris.upb.de/record?qcl=department=756

Weitere Funktionen

Additional functions

- Mitglied des Fachbeirats „Technik im Dialog“ des VDI
- Mitglied im Richtlinienausschuss VDI-MT 5900 Blatt 4 „Sachverständige für Kraftfahrwesen und Straßenverkehr – Assistiertes, automatisiertes und vernetztes Fahren“
- Mitglied der Informatics Europe Arbeitsgruppe „Ethical and Social Impacts“
- Mitherausgeberin des Jahrbuch Technikphilosophie (JTPhil)
- Stellvertretende Fachleitung des Fachs Philosophie

- Prof. Dr. Ingrid Scharlau, Universität Paderborn, Deutschland
- Prof. Dr. Tobias Matzner, Universität Paderborn, Deutschland
- Prof. Dr. Matthias Kettner, Universität Witten/Herdecke, Deutschland
- Prof. Dr. Susanne Hahn, Heinrich Heine Universität Düsseldorf
- Prof. Dr. Rainer Adolphi, Technische Universität Berlin, Deutschland

Aktuelle Forschungsprojekte

Current research projects

PI im Projekt CultCryo „Cultures of the Cryosphere“, mit Prof. Dr. Bronwyn Parry (Australian National University, Canberra Australien), Dr. Alexander Friedrich (ZfL Berlin/TU Darmstadt), Dr. Stefan Höhne (KWI Essen/Duisburg), ab 2024 bis 2030, ERC Synergy Grant

PI im SFB/TRR 318 „Constructing Explainability“, an der Universität Bielefeld und Universität Paderborn, bis 2026, DfG

PI im SAIL-Netzwerk (Sustainable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems) der Universität Bielefeld, Hochschule Bielefeld und Universität Paderborn

Wissenschaftliche Kooperationen

Scientific cooperations

- Dr. Alexander Friedrich, Zentrum für Literaturforschung Berlin, Deutschland
- Dr. Stefan Höhne, Kulturwissenschaftliche Institut (KWI), Essen, Deutschland
- Prof. Dr. Bronwyn Parry, Australian National University, Canberra Australien
- Prof. Dr. Heike Buhl, Universität Paderborn, Deutschland

Impressum

Herausgeber

Heinz Nixdorf Institut
Prof. Dr. Eric Bodden (Vorstandsvorsitzender)

Redaktion & Koordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt
Anna Steinig, M.A.
E-Mail: redaktion@hni.upb.de

Kontakt

Kerstin Hille
Heinz Nixdorf Institut | Universität Paderborn
Fürstenallee 11 | 33102 Paderborn
Telefon: +49 5251 | 60 62 11

Realisierung und Herstellung

Franziska Reichelt, Anna Steinig

Bildnachweise

Cover: 1. Reihe © Fraunhofer IEM/Wolfram Schroll; 2. Reihe 1. Bild: © KI Marktplatz; 2. Reihe 2. Bild: © Adobe Stock/Miha Creative; 3. Reihe 1. Bild: © Besim Mazhiqi; 3. Reihe 3. Bild: © AdobeStock/Ross (generiert mit KI); 4. Reihe 2. Bild: © AdobeStock/shokokoart (generiert mit KI); 5. Reihe 1. Bild: © istock/NatalyaBurova; 5. Reihe 2. Bild: © Fraunhofer IEM; 6. Reihe 2. Bild © Adobe Stock/Tar (generiert mit KI)
Seiten 12/13: © Adobe Stock/Edelweiss, igvik, Beboy, Sergey Nivens, Maksim Kabakou
Seiten 14/15: © Universität Paderborn/Nadija Carter, Thomas Tissen
Seiten 18/19: © AdobeStock/HappyBall3692; AdobeStock/Who is Danny
Seiten 20/21: © AdobeStock/shokokoart (generiert mit KI)
Seiten 22/23: © KI Marktplatz
Seiten 24/25, 27 oben: © Fraunhofer IEM
Seite 25/27: © Fraunhofer IEM/Wolfram Schroll
Seiten 28, 29, 30, 31: © it's OWL
Seiten 34, 35, 50, 58, 66, 68/69, 74, 82, 96, 104, 112: © Besim Mazhiqi
Seite 38: © AdobeStock/Maksym
Seiten 44/45: © istock/NatalyaBurova
Seite 47: © Uni Paderborn/Ashwin Prasad Shivarpatna Venkatesh
Seiten 52/53: © Fraunhofer IEM/Janosch Gruschczyk
Seiten 60/61: © AdobeStock/narawit
Seite 62: © Adobe Stock/Miha Creative
Seiten 76/77: © Uni Paderborn/Jörg Ullmann
Seiten 98/99: © AdobeStock/quality stock arts
Seiten 106/107: © Adobe Stock/Tar (generiert mit KI)
Seite 111: © AdobeStock/Ross (generiert mit KI)

Berichtszeitraum

1. Januar bis 31. Dezember 2023

ISSN 1619-3679

Der Jahresbericht des Heinz Nixdorf Instituts erscheint weitestgehend auf der Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibung.

© Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Imprint

Publisher

Heinz Nixdorf Institute
Prof. Dr. Eric Bodden (President)

Editor & coordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt
Anna Steinig, M.A.
E-mail: redaktion@hni.upb.de

Contact

Kerstin Hille
Heinz Nixdorf Institute | Paderborn University
Fuerstenallee 11 | 33102 Paderborn
Phone: +49 5251 | 60 62 11

Realisation and production

Franziska Reichelt, Anna Steinig

Picture credits

Cover: 1st row: © Fraunhofer IEM/Wolfram Schroll; 2nd row 1st picture: © KI Marktplatz; 2nd row 2nd picture: © Adobe Stock/Miha Creative; 3rd row 1st picture: © Besim Mazhiqi; 3rd row 3rd picture: © AdobeStock/Ross (generated with AI); 4th row 2nd picture: © AdobeStock/shokokoart (generated with AI); 5th row 1st picture: © istock/NatalyaBurova; 5th row 2nd picture: © Fraunhofer IEM; 6th row 2nd picture: © Adobe Stock/Tar (generated with AI)
pages 12/13: © Adobe Stock/Edelweiss, igvik, Beboy, Sergey Nivens, Maksim Kabakou
pages 14/15: © Universität Paderborn/Nadija Carter, Thomas Tissen
pages 18/19: © AdobeStock/HappyBall3692; AdobeStock/Who is Danny
pages 20/21: © AdobeStock/shokokoart (generated with AI)
pages 22/23: © KI Marktplatz
pages 24/25, 27 above: © Fraunhofer IEM
pages 25/27: © Fraunhofer IEM/Wolfram Schroll
pages 28, 29, 30, 31: © it's OWL
pages 34, 35, 50, 58, 66, 68/69, 74, 82, 96, 104, 112: © Besim Mazhiqi
page 38: © AdobeStock/Maksym
pages 44/45: © istock/NatalyaBurova
page 47: © Uni Paderborn/Ashwin Prasad Shivarpatna Venkatesh
pages 52/53: © Fraunhofer IEM/Janosch Gruschczyk
pages 60/61: © AdobeStock/narawit
page 62: © Adobe Stock/Miha Creative
pages 76/77: © Uni Paderborn/Jörg Ullmann
pages 98/99: © AdobeStock/quality stock arts
pages 106/107: © Adobe Stock/Tar (generated with AI)
page 111: © AdobeStock/Ross (generated with AI)

Period of review:

1 January until 31 December 2023

ISSN 1619-3679

The Heinz Nixdorf Institute's annual report is, to the greatest extent, published in accordance to the latest official German orthography rules.

© Heinz Nixdorf Institute, Paderborn University
All rights, in particular the right for copies and circulation as well as translation are reserved. Every use is prohibited without the accordance of the publisher.

HEINZ NIXDORF INSTITUT
UNIVERSITÄT PADERBORN

Fürstenallee 11
33102 Paderborn
Telefon: +49 5251 | 60 62 11
E-Mail: hni@hni.upb.de

www.hni.uni-paderborn.de

Fuerstenallee 11
33102 Paderborn
Phone: +49 5251 | 60 62 11
E-mail: hni@hni.upb.de

www.hni.uni-paderborn.de/en